

## Maschinelle Rauchabzugsanlagen

# Anforderungen und Bemessungen nach DIN 18232 Teil 5

Mit Veröffentlichung des Entwurfs der DIN 18232 Teil 5 im März 2011 ergeben sich für den Fachplaner von maschinellen Rauchabzugsanlagen neue Auslegungsgrundlagen. Diese unterscheiden sich zum bis dato aktuellen Weißdruck aus dem Jahr 2003 teilweise deutlich.



Einsatz von Axial-Mitteldruckventilatoren im zu entrauchenden Bereich. Hier: Helios B AMD für Volumenströme von 3.000 bis 70.000 m³/h und Feuerwiderstandsklasse F300/F400

Die Bemessung von Entrauchungsventilatoren nach DIN 18232 Teil 5 ist abhängig von der Brandleistung, der rechnerischen Brandfläche und der Höhe der raucharmen Schicht. Die Ausführung und Aufstellung der Entrauchungsventilatoren sind in der DIN EN 12101 Teil 3 geregelt.

**Gegenüber dem Weißdruck von 2003 wurden im aktuellen Normentwurf gravierende Änderungen vorgenommen.**

Neben allgemein redaktionellen Überarbeitungen und der Übernahme des Plumeansatzes nach DIN 18232 Teil 2 sind die Reduktion der Zuluftgeschwindigkeit, Korrekturfaktoren bei der Zuluftöffnungsflächenermittlung, die Berücksichtigung der europäisch harmonisierten Temperaturklassen der Entrauchungsventilatoren und das Korrekturverfahren zur Berücksichtigung von Wärmeverlusten aus der Rauchschicht in diese Fassung mit eingeflossen.

Auch wenn bis zur endgültigen Fassung noch Abweichungen möglich sind, so kann der Normentwurf zwischen den verantwortlichen Projektparteien jedoch bereits vereinbart und somit Planungsgrundlage werden. Hinsichtlich der nachvollziehbaren und sinnvollen Anpassungen empfiehlt sich die Verwendung als Planungssubstrat. Prinzipiell ist diese Norm nur bei großflächigen Räumen mit mindestens 3 m Raumhöhe anwendbar. Die 3 m setzen sich aus der Mindesthöhe der raucharmen Schicht (in früheren Ausgaben als rauchfreie Schicht bezeichnet) und der Mindestdicke der Rauchschicht an der Absaugstelle von 0,5 m zusammen. Diese raucharme Schicht soll Gebäudenutzern eine sichere Eigenrettung ermöglichen und darüber hinaus den

Rettungs- und Brandbekämpfungsmannschaften genügend Sicht für ihre Maßnahmen bieten. Dazu setzt die Norm voraus, dass die Entrauchungsventilatoren automatisch eingeschaltet werden. Die Aktivierung erfolgt durch Rauchmelder oder ständig anwesendes und speziell geschultes Personal.

## Richtige Planung der Zuluftöffnungen

Um eine stetige Abluftleistung zu gewährleisten, ist dem Entrauchungsvolumenstrom ein gleich großer Zuluftvolumenstrom entgegen zu setzen. Die Zuluftöffnung ist planerisch so zu konzipieren, dass die Oberkante des Einlasses einen minimalen Abstand von 1 m zur Unterkante der Rauchschicht aufweist. Im Gegensatz zum letzten Weißdruck berücksichtigt der Entwurf Korrekturfaktoren (Tabelle 1) in Abhängigkeit der Ausführungsart der Zuluftöffnung.

Eine signifikante Novität ist die Reduktion der Nachströmgeschwindigkeit von bisher 3 auf 1 m/s. Mit dieser Neuerung

Tabelle 1

### Korrekturfaktoren in Abhängigkeit der Zuluftöffnungs-ausführung nach E DIN 18232-5:2011-03

| Art der Zuluftöffnung | Öffnungswinkel | Korrekturfaktor |
|-----------------------|----------------|-----------------|
| Türen, Tore, Gitter   | –              | 0,7             |
| Jalousien             | 90°            | 0,65            |
| Dreh-/Kippflügel      | 90°            | 0,65            |
|                       | 60°            | 0,5             |
|                       | 45°            | 0,4             |
|                       | 30°            | 0,3             |

Tabelle 2

### Bemessungsgruppenermittlung nach E DIN 18232-5:2011-03

| Brandentwicklungsdauer in min | Brandausbreitungsgeschwindigkeit |        |      |
|-------------------------------|----------------------------------|--------|------|
|                               | gering                           | mittel | groß |
| 5                             | 1                                | 2      | 3    |
| 10                            | 2                                | 3      | 4    |
| 15                            | 3                                | 4      | 5    |
| 20                            | 4                                | 5      | –    |

folgt man den wissenschaftlichen Erkenntnissen, dass der bisherige Wert in der Praxis allzu oft negative Begleiterscheinungen mit sich führte.

Mögliche Resultate erhöhter Nachströmgeschwindigkeiten sind:

- Ausspülung von Rauchgasen aus der Plume (Rauchgasaustrittsstrahl)
- Zuluftstrahlumlenkung an einem Hindernis in die stabile Rauchgasschicht mit der Konsequenz der Rauchgasauspülung in die raucharme Schicht
- Induktion von Rauchgasen aus der Rauchschicht in den Zuluftstrahl und der anschließenden teilweisen oder gar kompletten Verrauchung des Rauchabschnitts.

Die Zuluftnachströmung ist bodennah zu projektieren. Weiterhin muss diese mit dem Einschalten der maschinellen Entrauchungsanlage automatisch wirksam sein. Ein Hinzurechnen von Öffnungen, die durch den thermischen Zersetzungsprozess entstehen (geborstene Fenster), ist unzulässig.

Die wirksame Fläche der Zuluftnachströmung berechnet sich demnach anhand folgender Formel:

$$A = \frac{\dot{V}}{c \cdot f_{\text{Zuluftöffnung}}}$$

mit

- A – wirksame Fläche der Zuluftöffnung in m<sup>2</sup>
- $\dot{V}$  – abzuführender Rauchgasvolumenstrom nach DIN 18232-5
- c – maximale Zuluftnachströmgeschwindigkeit = 1 m/s
- $f_{\text{Zuluftöffnung}}$  – Korrekturfaktor der Zuluftöffnung.

Ist aus projektspezifischen Gründen eine maschinelle Zuluftnachströmung erforderlich, so ist die Anforderung an die Nachströmgeschwindigkeit ebenfalls zu erfüllen. Zuluftauslässe sind demnach mit einer Austrittsgeschwindigkeit von 1 m/s unter Berücksichtigung des wirksamen Querschnitts zu dimensionie-

ren. Der Zuluftvolumenstrom kann dem Rauchgasvolumenstrom gleichgesetzt werden. Zur weiteren Bemessung setzt die Norm voraus, dass es sich bei der Projektierung um maximal 1.600 m<sup>2</sup> große Räume bzw. Gebäude handelt. Größer dimensionierte Flächen sind mittels Rauchschürzen zu unterteilen, wobei der maximale Abstand von Wand und Rauchschürze 60 m nicht überschreiten darf.

### Bestimmung des Rauchgasvolumenstroms

Zur Bestimmung des Rauchgasvolumenstroms ist die Ermittlung der Bemessungsgruppe vorzunehmen. Die Bemessungsgruppe stellt die rechnerische Brandfläche dar und ist somit abhängig von der Brandentwicklungsdauer und der gemittelten Brandentwicklungsgeschwindigkeit. Als Brandentwicklungsdauer sind 10 min anzusetzen. Sind im jeweiligen Projekt günstige Aspekte vorhanden (Existenz einer Werksfeuerwehr), so kann dieser Wert auf 5 min reduziert werden. Unter prekären Umständen ist dieser Wert auf 15 bzw. 20 min zu erhöhen. Die Ermittlung der Bemessungsgruppe erfolgt normativ nach einem Tabellenverfahren (Tabelle 2). Als Brandausbreitungsgeschwindigkeit ist im Normalfall der mittlere Wert anzusetzen. Bei einer simultanen Sprinklerung des Projekts kann die Bemessungsgruppe, ohne einen Nachweis führen zu müssen, um eine Stufe gemindert werden.

Die Ermittlung des abzuführenden Rauchgasvolumenstroms, der mittleren Rauchschichttemperatur und der lokalen Temperatur der Rauchgase erfolgt nach einem Tabellenverfahren in Abhängigkeit der Dicke der raucharmen Schicht und der spezifischen Brandleistung (Tabelle 3).

Zur Bestimmung der Temperaturkategorien der Bauteile (Temperaturkategorien nach DIN EN 12101-3) wird die lokale Rauchgastemperatur verwendet. Der Verweis auf die europäisch harmonisierten Temperaturkategorien nach DIN 12101-3 ist eine wesentliche Neuerung des Entwurfs aus 2011.

Tabelle 3

#### Ermittlung des abzuführenden Rauchgasvolumenstroms, der mittleren Rauchschichttemperatur und der lokalen Temperatur der Rauchgase nach E DIN 18232-5:2011-3

| Dicke der raucharmen Schicht in m | 300 kW/m <sup>2</sup>                                   |                                       |                                 | 600 kW/m <sup>2</sup>                                   |                                       |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
|                                   | abzuführender Rauchgasvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h | mittlere Rauchschichttemperatur in °C | lokale Rauchgastemperatur in °C | abzuführender Rauchgasvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h | mittlere Rauchschichttemperatur in °C | lokale Rauchgastemperatur in °C |
| 2                                 | 64.000                                                  | 400                                   | 510                             | –                                                       | –                                     | –                               |
| 2,5                               | 75.000                                                  | 290                                   | 371                             | 112.000                                                 | 561                                   | –                               |
| 3                                 | 88.000                                                  | 230                                   | 287                             | 124.000                                                 | 432                                   | 722                             |
| 4                                 | 115.000                                                 | 150                                   | 193                             | 152.000                                                 | 288                                   | 554                             |
| 5                                 | 143.000                                                 | 120                                   | 148                             | 183.000                                                 | 212                                   | 367                             |
| 6                                 | 165.000                                                 | 100                                   | 127                             | 218.000                                                 | 166                                   | 268                             |
| 7                                 | 183.000                                                 | 90                                    | 114                             | 256.000                                                 | 136                                   | 209                             |
| 8                                 | 197.000                                                 | 90                                    | 106                             | 286.000                                                 | 119                                   | 170                             |
| 9                                 | 206.000                                                 | 80                                    | 101                             | 316.000                                                 | 107                                   | 149                             |
| 10                                | 231.000                                                 | 70                                    | 91                              | 345.000                                                 | 98                                    | 133                             |



Rauchabführung über Dachventilatoren.  
Hier: Helios BDV in den Größen Ø 315  
bis 710 mm für Förderleistungen von  
3.700 bis 40.000 m³/h

Ein Hauptproblem in der täglichen Anwendung des derzeit noch gültigen Weißdrucks ist der tabellarische Verweis auf die „alten“, baurechtlich ungültigen Temperaturkategorien nach DIN 18232-6.

Da es keinen logischen und zulässigen Verweis von den alten auf die gültigen Temperaturkategorien der Bauteile einer maschinellen Entrauchung (MRA) gibt, stieß die Gebräuchlichkeit der DIN 18232-5;2003-04 in der alltäglichen planerischen Anwendung sehr schnell an ihre Grenzen. Diese Krux ist aufgrund der Aktualität des Entwurfs nun ausgeräumt.

### Korrekturverfahren für großflächige Räume (> 400 m²)

Die in Tabelle 3 angegebenen Werte beziehen sich auf eine Raumgröße von 400 m². Für Rauchabschnitte > 400 m² erlaubt der Entwurf eine Korrektur des Rauchgasvolumenstroms sowie der Rauchschichttemperatur. Im Korrekturverfahren werden die Wärmeverluste der Rauchschicht an die Umgebung berücksichtigt. Diese resultieren aus der Transmission durch die von Rauchgas berührten Gebäudeteile. Die Anwendung des Korrekturverfahrens kann eine Reduktion des Rauchgasvolumenstroms und eine Minderung der Temperaturanforderung an die Bauteile bewirken und sich somit maßgeblich auf die weitere Planung und die Investitionskosten der maschinellen Entrauchung auswirken. Die korrigierte Rauchschichttemperatur (unter Berücksichtigung der Wärmeverluste) berechnet sich zu:

$$T_{RS,korr} = \frac{(1 - \delta) (T_{RS} - T_{\infty})}{1 + \frac{T_{RS}}{353,18 \dot{V}_{c_p}} \sum_i U_i A_i}$$

mit

$\delta$  – Strahlungsfaktor

$\delta = 0,031 \sqrt[3]{A_R}$

$T_{RS}$  – mittlere Rauchschichttemperatur in K

$T_{\infty}$  – Zulufttemperatur in K = 293 K

$\dot{V}_{RS}$  – Rauchgasvolumenstrom in m³/s

$c_p$  – spezifische Wärmekapazität des Rauchgases  
= 1010 J/kg K

$U_i$  – Wärmedurchgangskoeffizient des in der Rauchschicht liegenden Bauteils in W/m² K

$A_i$  – Fläche des in der Rauchschicht liegenden Bauteils

$A_R$  – Rauchabschnittsfläche in m²

Tabelle 4

**Maximaler Volumenstrom pro Ansaugstelle bzw. Einzelventilator nach E DIN 18232-5; 2011-03**

| Dicke der Rauchschicht an der Absaugstelle in m | Mittlere Rauchschichttemperatur $T_{RS}$ in °C |        |        |         |        |        |        |        |         |        |        |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
|                                                 | 50                                             | 100    | 150    | 200     | 250    | 300    | 350    | 400    | 500     | 550    | 600    |
| 0,5                                             | 1000                                           | 1300   | 1800   | 2000    | 2100   | 2400   | 2600   | 2900   | 3000    | 3050   | 3100   |
| 1                                               | 5000                                           | 7500   | 9000   | 10000   | 12000  | 15000  | 18000  | 19000  | 19500   | 20000  | 21000  |
| 1,5                                             | 15000                                          | 21000  | 28000  | 30000   | 38000  | 40000  | 41000  | 48000  | 50000   | 55000  | 60000  |
| 2                                               | 30000                                          | 42000  | 55000  | 65000   | 80000  | 90000  | 90000  | 95000  | 100000  | 105000 | 110000 |
| 2,5                                             | 50000                                          | 75000  | 100000 | 110000  | 135000 | 165000 | 170000 | 180000 | 200000  | 205000 | 210000 |
| 3                                               | 80000                                          | 110000 | 155000 | 195000  | 200000 | 225000 | 250000 | 260000 | 300000  | 305000 | 310000 |
| 3,5                                             | 125000                                         | 190000 | 220000 | 290000  | 300000 | 350000 | 370000 | 400000 | 450000  | 495000 | 500000 |
| 4                                               | 195000                                         | 260000 | 300000 | 400000  | 420000 | 500000 | 500000 | 550000 | 600000  | 700000 | 705000 |
| 5                                               | 300000                                         | 450000 | 550000 | 650000  | 750000 | 850000 | 900000 | 950000 | 1000000 | –      | –      |
| 6                                               | 500000                                         | 700000 | 900000 | 1000000 | –      | –      | –      | –      | –       | –      | –      |
| 7                                               | 700000                                         | –      | –      | –       | –      | –      | –      | –      | –       | –      | –      |
| 8                                               | 1000000                                        | –      | –      | –       | –      | –      | –      | –      | –       | –      | –      |

Nach Eruiierung der korrigierten Rauchschichttemperatur lässt sich nachfolgend der daraus resultierende Rauchgasvolumenstrom wie folgt berechnen:

$$\dot{V}_{RS,korr} = \dot{V}_{RS} \cdot \frac{T_{RS,korr}}{T_{RS}}$$

Der Entrauchungsvolumenstrom ist durch

- Einzelventilatoren/Einbausituation in der Wand
- Einzelventilatoren/Einbausituation Dacheinbau
- Einzelventilatoren/Einbausituation im zu entrauchenden Bereich
- Zentralentrauchungsventilatoren

abzuführen. Die Mindestanzahl der dafür notwendigen Absaugstellen bzw. der Einzelraumventilatoren wird nach E DIN 18232-5;2011-03 anhand eines Nomogrammverfahrens ermittelt. Die Quantität der Absaugstellen ist abhängig von der Dicke der Rauchschicht unterhalb der Absaugstelle und der mittleren Rauchschichttemperatur  $T_{RS}$ . Für ausgewählte Rauchschichtdicken und Rauchschichttemperaturen ist in Tabelle 4 der maximale Volumenstrom pro Ansaugstelle dargestellt. Die Anzahl n der Absaugstellen berechnet sich somit nach

$$n = \frac{\dot{V}_{RS,ges}}{\dot{V}_i}$$

mit

- n – Anzahl der Absaugstellen
- $\dot{V}_{RS,ges}$  – Rauchgasvolumenstrom der Rauchabschnittsfläche
- $\dot{V}_i$  – Volumenstrom der Absaugstelle.

Absaugstellen oder Einzelventilatoren sind gleichmäßig verteilt in der Rauchabschnittsfläche anzuordnen. Der Abstand zwischen zwei Ansaugstellen ist nicht durch eine feste Vorgabe

geregelt, sondern steht in Kausalität zum Volumenstrom der Absaugstellen und berechnet sich nach

$$S_{min} \geq 0,015 \sqrt{\dot{V}_i}$$

mit

$S_{min}$  – Abstand zwischen den Außenkanten der Absaugstellen in m

$\dot{V}_i$  – Volumenstrom der Absaugstelle.

Entrauchungsventilatoren als Einzelventilator und Rauchaustrittsstellen sind so zu platzieren, dass diese mindestens 2,5 m oberhalb der Zuluftöffnung liegen. Der horizontale Abstand zwischen Rauchaustritt und möglicher Zuluftöffnung sollte mindestens 8 m betragen. Zusätzlich sollte die Ansaugöffnung unterhalb der Entrauchungsöffnung postiert sein. Diese Vorgaben verhindern, dass die abgeführten Rauchgase nicht wieder als Zuluft angesaugt werden.

### Fazit

Der aktuelle Normentwurf der DIN 18232 bringt einige nützliche Änderungen und Zusätze mit. Zudem schließt er die derzeitige offene Lücke im Hinblick auf die aufgeführten und nicht mehr gültigen Temperaturklassen des Weißdrucks von April 2003.



**Der Autor**

Dipl.-Ing. Markus Best,  
Bereichsleiter Vertrieb TGA,  
Helios Ventilatoren



