

# Rauchdruckanlagen in Sicherheitsräumen

## Differenzdruck-Regelung immer komplizierter

Dipl.-Ing. (FH) Reiner Kelch

Das geflügelte Wort, frei nach Michail Gorbatschow, „Wer zu spät kommt, den bestraft das Leben“ findet viele Anwendungen. Besonders zutreffend ist es aber im Bauwesen. Hier kommen TGA-Planer oft zu spät an den Tisch. Nicht aus eigenem Verschulden, sondern weil der Leitgedanke der Integralen Planung sich nur langsam durchsetzt. Doch gerade bei der Planung von Rauchdruckanlagen für Sicherheitstreppehäuser ist dies perspektivisch definitiv nicht mehr akzeptabel. Denn schließlich müssen sie im Brandfall eines: Leben retten.



Der Überdruck in Sicherheitstreppehäusern muss exakt gemäß der Norm geregelt sein. Nur so ist die Eigenrettung möglich und der Rauchübertritt wird verhindert.

Raumvolumen des Sicherheitstreppehauses, Breite des Aufgangs, Beschaffenheit des Handlaufs und freie Fläche im Zentrum sowie Türeingrößen und -proportionen bestimmen die Strömungsverhältnisse.



Das neue Verwaltungsgebäude eines namhaften Konzerns aus der Feder eines ebenso namhaften Architekten ist imposant, versprüht förmlich den visionären Geist des Unternehmens.

Breite Treppenaufgänge, gesäumt von filigranen, kaum wahrnehmbaren Handläufen aus Holz und Edelstahlraht projizieren ein interessantes Schattenbild auf die glatten Betonwände und leiten unwillkürlich die Blicke der Besucher nach ganz oben – dort, wo die Konzernlenker hinter großen, aber verschlossenen Türen tagen und entscheiden.

Dieser virtuelle Gang durch einen 3D-Entwurf erntet den begeisternden Applaus der Bauherren. Drei Tage später, bei einer Planungssitzung mit den Bauausführenden, fällt der Beifall jedoch deutlich gedämpfter aus. Schon der Hin-

weis des TGA-Planers, dass diese Treppenraumgestaltung wohl mehrere Einblasöffnungen für die Rauchdruckanlage (RDA) erfordern wird, projiziert nun Runzeln auf die Stirn des Architekten. Glücklicherweise früh genug, denn jetzt ist noch alles planbar.

### VORAUSSETZUNGEN VON RAUCHDRUCKANLAGEN

Diese fiktive Szene hat ausdrücklich keinen Bezug zu einem tatsächlichen Bauprojekt – kommt aber so oder ähnlich fast täglich vor. Noch häufiger ist allerdings, dass der TGA-Planer erst einbezogen wird, wenn das Treppenhaus schon gebaut ist. Deutliche Kostensteigerungen sind dann die logische Konsequenz. Denn sollen RDA in Sicherheitstreppehäusern die Eigen- und

Fremdrettung bei einem Brand ermöglichen, müssen physikalische und normative Grundvoraussetzungen erfüllt sein:

- ▶ Wird zur Flucht aus einem Brandraum die Tür zum Sicherheitstreppehaus geöffnet, muss Luft mit einer Geschwindigkeit von mindestens 0,75 m/s bzw. 2 m/s in den Brandraum strömen, um die Rauchgase an einem Übertritt ins Treppenhaus zu hindern.
- ▶ Um die vorgegebene Strömungsgeschwindigkeit an den Türen herzustellen, muss der Überdruck im Sicherheitstreppehaus mindestens 15 Pa betragen. Der maximale Differenzdruck zu den abgehenden Räumen darf aber 50 Pa nicht überschreiten, da sonst die Türen von den Flüchtenden nicht mehr zu öffnen sind.
- ▶ Die maximale Türöffnungskraft darf

100 N nicht überschreiten. So ist auch Kindern die selbstständige Eigenrettung möglich.

- ▶ Werden Türen zum Sicherheitstrep- penraum geöffnet, ändern sich auto- matisch die Druckverhältnisse im Trep- penhaus. Um den erforderlichen Dif- ferenzdruck von 15 bis 50 Pa zum Rückhalten der Rauchgase wiederher- zustellen, muss die RDA das dazu er- forderliche Luftvolumen in einem Reak- tionszeitraum von höchstens drei Se- kunden zu 90 % erreicht haben.

Durch diese Vorgaben der Norm DIN EN 12101-6 besteht eine direkte Wechsel- wirkung zwischen der Gestaltung von Treppenträumen, der Festlegung von Türgrößen und der Funktionsfähigkeit von RDA.

### WECHSELWIRKUNGEN MIT TÜRENGRÖSSEN

Aus Gründen der Ästhetik und des Kom- forts ist ein Trend zu höheren und brei- teren Türen in öffentlichen Gebäuden festzustellen. Das beeinflusst maßgeb- lich die Druck- und Strömungsverhält- nisse im Sicherheitstrepfenraum: Um die geforderten Strömungsgeschwindig- keiten von 0,75 bis 2 m/s sicherzustellen, ist bei größeren Türen ein höheres Luftvolumen durch die RDA-Ventilatoren ins Treppenhaus zu fördern. Anderer- seits erhöht die größere Türfläche die Öffnungskräfte (Kraft = Druck x Fläche). Zwei vergleichende Beispielrechnungen verdeutlichen die Wechselwirkungen (siehe Kasten „Vergleich Türengößen“). Die Quintessenz: Je größer die Verbin- dungstüren zu einem Treppenhaus ge- plant werden, umso geringer der maxi-

mal mögliche Luftdruck im Sicherheits- treppenraum, damit die Türöffnung für flüchtende Personen nicht gefährlich erschwert wird. Und: Mit steigenden Türengößen wird mehr Luftvolumen be- nötigt, um den Rauchübertritt in den Trep- penraum zu verhindern. Diese Parameter stellen eine hohe Anforderung an die ex- akte Regelung des Zuluftstroms. Elektro- nische gesteuerte Differenzdruckanlagen (DDA) sind deshalb vorteilhafter als me- chanisch geregelte RDA (siehe Kasten „Funktionsunterschiede zwischen elek- tronischen Differenzdruckanlagen und mechanischen Rauchdruckanlagen“).

### WECHSELWIRKUNGEN MIT TREPPENRAUMGESTALTUNG

Während die Türengößen Einfluss auf den Differenzdruck und das Luftvolu- men im Sicherheitstrepfenraum neh- men, bestimmt die Bauart des Treppen- raums die Strömungsverhältnisse und somit den Druckverlust über die Etagen. Die Luftströmung im Treppenraum ist also ausschlaggebend dafür, ob an den Türen der erforderliche Differenzdruck herrscht. Denn nur dann wird die benö- tigte Luftgeschwindigkeit erreicht, die das Rückhalten der Rauchgase gewähr- leistet. Wesentliche Einflussgrößen der Treppenhausgestaltung sind aber nicht allein das Raumvolumen, sondern vor allem die Größe des Auges – also das Zentrum des Treppenraums, wo die Luft mit geringem Druckverlust über die Eta- gen strömen kann. Hier verändert sogar die Gestaltung des Handlaufs maßgeb- lich das Strömungsverhalten. In wel- chem Zusammenhang Türengößen und die Gestaltung des Treppenraums für

die Auslegung und Regelung der RDA stehen, zeigt ein weiteres Rechenbei- spiel (siehe Kasten „Vergleich Treppen- raumgestaltung“). Die Quintessenz: Bei einem Druckverlust von 2,5 Pa pro Eta-



Elektronisch gesteuerte Differenzdruckanlagen messen die Druckverhältnisse im Treppen- raum. Drehzahlgesteuerte EC-Motoren passen in Bruchteil von Sekunden die erforderliche Luftmenge an.

ge, bedingt durch die Bauart des Trep- penhauses, und einem maximal mög- lichen Differenzdrucks von rund 21 Pa, bedingt durch die Türengöße, können die Ventilatoren über eine einzige Ein- blasöffnung von unten höchstens drei Etagen mit der erforderlichen Zuluft ver- sorgen. Bei Sicherheitstrepfenräumen mit mehr Geschossen sind also ein Zu- luftschaft und entsprechend weitere Einblasöffnungen vorzusehen.

Eine strömungsgünstigere Gestaltung des freien Zentrums im Treppenraum durch ein größeres Auge und als Kanal wirkende, geschlossene Handläufe redu- zieren in der exemplarischen Vergleichs- rechnung den Druckverlust von 2,5 auf 0,7 Pa. Durch diese wenigen Änderungen deckt eine einzige Einblasöffnung unten acht Etagen ab – ohne die Türgrößen zu reduzieren. So können unter anderem Baukosten gespart werden.

Vergleich Türengößen		
Standard-Tür: 2 m hoch 1,25 m breit		
Manueller Kraftaufwand zur Türenöffnung mit Schließer im Normalbetrieb: 35 N		
Maximal zulässiger Kraftaufwand zur Türenöffnung im Brandfall: 100 N		
Türenfläche:	2,5 m <sup>2</sup>	3,125 m <sup>2</sup>
Maximal möglicher Differenzdruck auf Türenfläche durch RDA im Brandfall: (100 N – 35 N)	2,5 m <sup>2</sup> = <b>26 Pa</b>	3,125 m <sup>2</sup> = <b>20,8 Pa</b>
Erforderliches Luftvolumen bei 1 m/s Strömungsgeschwindigkeit:	1 m/s x 2,5 m <sup>2</sup> = <b>2,5 m<sup>3</sup>/s</b>	1 m/s x 3,125 m <sup>2</sup> = <b>3,125 m<sup>3</sup>/s</b>

Vergleich Türenproportion		
Komfort-Tür: Türenfläche 3,125 m <sup>2</sup>		
Türenhöhe:	2,5 m	2,1 m
Türenbreite:	1,25 m	1,5 m
Fläche zwischen Zarge und Türblatt bei 10 cm Türöffnung:	0,25 m <sup>2</sup>	0,21 m <sup>2</sup>
Entweichendes Luftvolumen bei 1 m/s Strömungsgeschwindigkeit:	1 m/s x 0,25 m <sup>2</sup> = <b>0,25 m<sup>3</sup>/s</b>	1 m/s x 0,21 m <sup>2</sup> = <b>0,21 m<sup>3</sup>/s</b>

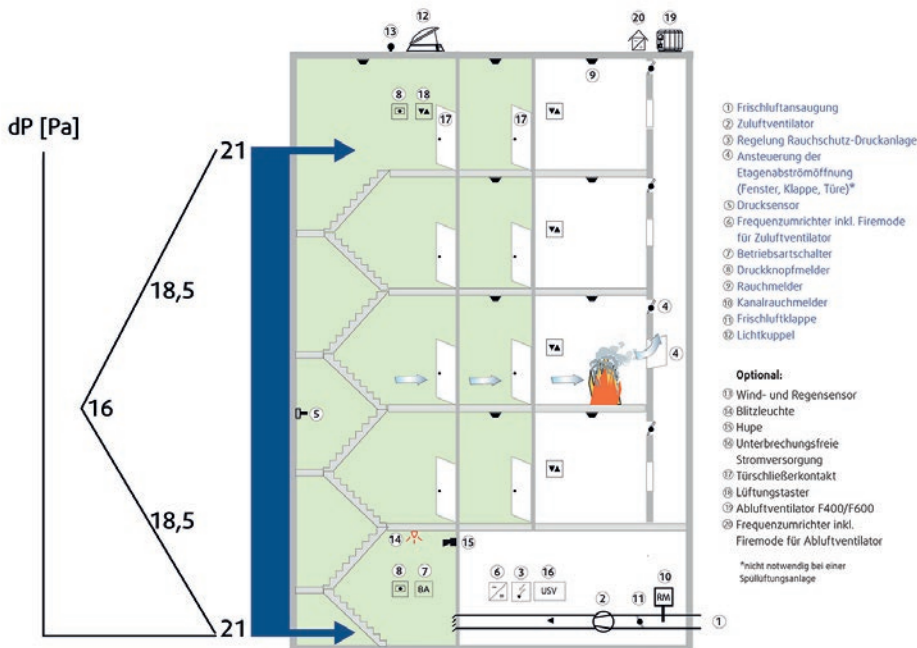
Vergleich Treppenraumgestaltung		
Standard-Geschosshöhe Treppenraum 3,5 m		
Erforderliches Luftvolumen: 15.000 m³/h		
Breite Treppenaufgang:	1,25m	1,5m
Breite Treppenhausauage:	0,15 m	0,3 m
Offene Fläche des Handlaufs:	85 %	0 %
Druckverlust pro Etage:	2,5 Pa	0,7 Pa
Türenfläche: 3,125 m²		
Maximal möglicher Luftdruck: 20,8 Pa		
Minimal zulässiger Luftdruck: 15 Pa		

## WECHSELWIRKUNGEN MIT TÜRSCHLIESSERN

Die Norm DIN EN 12101-6 definiert außer der Strömungsgeschwindigkeit an den Türen und den maximalen Öffnungskräften auch die Reaktionszeit der RDA bis zum Erreichen der erforderlichen Druckverhältnisse: Je nachdem, wie viele Türen wie weit zum Treppenraum hin geöffnet werden, müssen die RDA-Ventilatoren mehr oder weniger Luftvolumen fördern.

Um die Eigenrettung aus einem Brandraum nicht zu gefährden, sind die Druckverhältnisse im Sicherheitstreppenraum an die wechselnden Bedingungen innerhalb von drei Sekunden anzupassen. Dieser kurze Zeitkorridor wird durch die Proportion der Türen häufig noch weiter eingeschränkt (siehe Kasten „Vergleich Türenproportionen“). Die Quintessenz: Bei gleicher Türenfläche wirken sich hohe Türen ungünstiger auf die Druckregelung im Treppenraum aus als breitere Türen. Der Grund: Je höher die Tür, umso größer

die geöffnete Teilfläche in Relation zum Öffnungswinkel. Außerdem bieten hohe Türen an der Schließkante der Luftströmung eine größere Angriffsfläche. Dadurch fallen hohe Türen mit einer größeren Wucht zu. Nur hochwertige Türschließer mit zwei einstellbaren Dämpfungszonen können ein sicheres Schließverhalten gewährleisten: schnelles Schließen von 180



Ausgehend von dem maximal möglichen Differenzdruck, bestimmt durch die Türegröße, und dem Druckverlust im Treppenraum pro Etage müssen ggf. weitere Einlassöffnungen vorgesehen werden, damit die geforderten Strömungsgeschwindigkeiten gewährleistet sind.

bis 70°, langsames Schließen von 70 bis 0°. In der Summe dieser Einflussgrößen beträgt die tatsächlich verfügbare Regelzeit der RDA, um die geforderten Druckverhältnisse im Treppenraum anzupassen, häufig weniger als 0,5 Sekunden.

## FAZIT

Die erforderlichen Druckverhältnisse in einem Sicherheitstreppenraum sind durch die Norm DIN EN 12101-6 vorgegeben, um den Rauchübertritt aus einem Brandraum zu verhindern ohne dabei die Eigenrettung durch zu hohe Türbetätigungskräfte zu gefährden. Schon Details in der Gestaltung von Türen und Treppenräu-

men verändern das Strömungsverhalten und nehmen so gravierenden Einfluss auf die Funktion einer RDA. Werden die Wechselwirkungen schon zu Beginn der Planung berücksichtigt, lassen sich erhebliche Baukosten sparen – oder ein Sicherheitstreppenraum ist überhaupt erst realisierbar. Aufgrund der Regelungs-Komplexität sind elektronische RDA gegenüber RDA mit mechanischen Regelklappen technisch und wirtschaftlich im Vorteil.

Autor:

Dipl.-Ing. (FH) Reiner Kelch  
System- und Applikationsmanager  
Systemair GmbH  
97944 Boxberg-Windischbuch  
Fotos/Grafiken: Systemair  
[www.systemair.de](http://www.systemair.de)



### Funktionsunterschiede zwischen elektronischen Differenzdruckanlagen und mechanischen Rauchdruckanlagen

Der Systemunterschied zwischen einer mechanischen Rauchdruckanlage und einer elektronischen Differenzdruckanlage besteht in erster Linie in der Regelung der Druckverhältnisse. Mechanisch geregelte Anlagen führen ein konstantes Luftvolumen in das Treppenhaus; eine Regelklappe auf dem Dach wird darauf fix eingestellt. Sie öffnet wie ein Ventil beim Überschreiten des maximalen Überdrucks im Treppenraum und führt überschüssige Luft ab. Die Justierung erfolgt manuell über die Einstellung mechanischer Federn oder Gewichte. Elektronisch gesteuerte Differenzdruckanlagen hingegen verfügen über einen Regelkreis, der die Luftzufuhr variabel steuert. An einem objektspezifisch ausgewählten Referenzpunkt wird ein Drucksensor angebracht, der die tatsächlich vorherrschenden Verhältnisse erfasst und an die Steuerung der Differenzdruckanlage meldet. In Abhängigkeit des gemessenen Differenzdrucks fördert ein Ventilator mit modifiziertem EC-Motor das exakt benötigte Luftvolumen in den Treppenraum. Faktoren wie Windlasten, Schneebedeckung oder Verschmutzung und Zustand der Mechanik sowie physikalische Grenzen durch die Massenträgheit der Regelklappen beschränken die Möglichkeiten einer mechanischen Regelung. Elektronische Regelungen können hingegen exakt auf die tatsächlichen Strömungsverhältnisse in einem Sicherheitstreppenraum angepasst werden.