

Rauchkontrolle in Gebäuden

Dipl.-Ing. Raimund Pamitschka

Prüfstelle für Brandschutztechnik Ges.m.b.H. des ÖBFV

A-1050 Wien • Siebenbrunnengasse 21/3

Tel. 01 / 5 44 12 33 • Fax Dw 40

E-Mail: rpoffice@aon.at

1. Rauchkontrolle als Bestandteil eines integralen Brandschutzkonzepts

In früheren Zeiten wurde das Feuer als eines der vier Elemente (Feuer, Erde, Wasser, Luft) oder als geheimnisvolles, unheimliches Wesen betrachtet, das dem Menschen dienen aber ihn auch vernichten konnte. Nüchtern betrachtet ist das Brandgeschehen, wie ein unkontrolliertes Feuer von Fachleuten bezeichnet wird, ein chemisch-physikalischer Prozess, bei dem sich der Brennstoff mit dem Sauerstoff der Luft unter Energiefreisetzung (Wärme) in Verbrennungsprodukte chemisch umsetzt. Die festen Verbrennungsprodukte (Asche, Schlacke) weisen völlig andere Stoffeigenschaften (z. B. Festigkeit) auf wie der ursprüngliche Brennstoff. Die gasförmigen Verbrennungsprodukte samt den in ihnen enthaltenen festen und aerosolen Schwebstoffen sind der Brandrauch (oft kurz als Rauch bezeichnet). Vom Brandrauch geht - von Explosionen, bei denen der rasche Druckanstieg eine Rolle spielt einmal abgesehen - in der Regel die größte Gefahr für Lebewesen und für Gebäude samt deren Einrichtung aus.

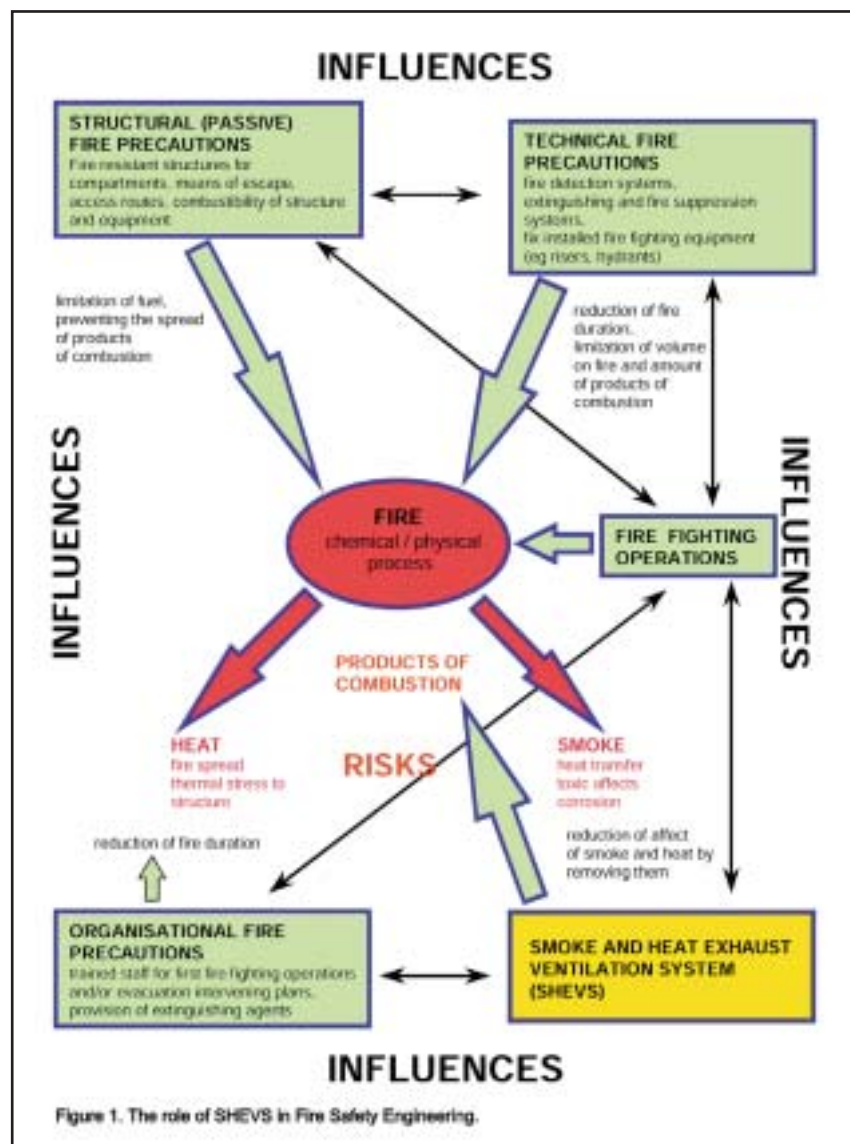


Figure 1. The role of SHEVS in Fire Safety Engineering.

Abbildung 1: Rauch- und Wärmeabzug als Bestandteil eines integralen Brandschutzkonzepts

Deshalb kommt der kontrollierten Abfuhr von Rauch aus dem Brandraum und in weiterer Folge aus dem Gebäude im Rahmen eines Brandschutzkonzepts eine zentrale Rolle zu. Siehe hierzu Abb. 1 „Rauch- und Wärmeabzug als Bestandteil eines integralen Brandschutzgesamtkonzepts“.

Die Abbildung zeigt, dass die Auswirkungen der schädlichen Verbrennungsprodukte Rauch und Wärme durch folgende Methoden begrenzt werden können:

- Abfuhr der Brandprodukte durch Rauch und Wärmeabzugsanlagen (RWA/SHEVS).
- Vermeidung großer Mengen an Brandprodukten durch früh einsetzende wirkungsvolle Löschmaßnahmen mit Hilfe von Brandfrüherkennung und rasch agierender Feuerwehr oder durch automatische Löschanlagen. Auch organisatorische Maßnahmen und für die Feuerwehr bereitgehaltene Hilfsmittel beschleunigen das Wirksamwerden von Löschmaßnahmen und verringern so das Entstehen und Freisetzen der gefährlichen Brandprodukte Rauch und Wärme (TECHNICAL FIRE PRECAUTIONS, FIRE FIGHTING OPERATIONS, ORGANISATIONAL FIRE PRECAUTIONS).
- Begrenzung der Ausbreitung von Brandprodukten durch bauliche Maßnahmen (z. B. Brandabschnittsbildung, rauchdichte Abschottungen) oder technische Maßnahmen (z. B. Rauchverdrängung durch künstlich erzeugte Luftströmungen) kann die Ausbreitung der Brandprodukte Rauch und Wärme auf andere Gebäudeteile zwar verhindert werden, die schädigende Wirkung dieser Brandprodukte auf den Brandraum selbst, dessen Insassen und Inhalt kann aber nur durch Entfernung dieser Produkte aus dem Brandraum, also durch kontrollierte Rauch- und Wärmeabfuhr erreicht werden (STRUCTURAL (PASSIVE) FIREPRECAUTIONS).
- Verringerung der Auswirkungen der Brandprodukte durch Rauchverdünnung und Abkühlung der Umgebung des Brandes durch Zufuhr relativ kühler Luft (SHEVS).

2. Gefährlichkeit des Brandrauches

Die Gefährlichkeit des Brandrauches beruht auf zwei wesentlichen Wirkungen:

2.1. Physikalische Wirkungen

Durch die dem Brandrauch innewohnende Energie breitet dieser sich aus und erreicht als Gas leicht auch ansonsten unzugängliche Bereiche. Er transportiert Energie in Form von Wärme zu weit vom Brandherd entfernten Bereichen und gibt diese Energie durch unmittelbare Berührung (Wärmeübergang) aber auch durch Wärmestrahlung an die Umgebung ab. Können Rauch und Wärme nicht ab-

geführt werden, kommt es in großen Räumen infolge des ausreichend vorhandenen Sauerstoffes nicht zur Erstickung des Brandes, sondern zur raschen Erhitzung des gesamten Raumes samt dessen Inhalt und infolge unvollständiger Verbrennung zu brennbaren gasförmigen Verbrennungsprodukten. Dadurch kommt es zur raschen Brandausbreitung. Insbesondere kann bei Luftzufuhr (Zerbersten von Fenstern, Öffnen von Türen, Zerstörung des Daches und dgl.) der gesamte Raum mit Inhalt explosionsartig entzündet werden.

Dieser Energietransport verursacht also folgende Schäden auch in größerer Entfernung vom Brandherd:

- Verbrennungen bei Personen
- Entzündung nicht unmittelbar vom Brand betroffener Gegenstände
- Zerstörung der Festigkeit von Baustoffen bzw. Bauteilen

Dazu kommt die **lichtabsorbierende Wirkung** der Schwebstoffe im Rauch, also eine Sichtbehinderung für Fluchtende aber auch für Hilfskräfte.

2.2 Chemische Wirkungen

Je nach Brandgut hat auch der Brandrauch eine verschiedene chemische Zusammensetzung. Er hat aber immer (mehr oder weniger) eine **toxische Wirkung** auf Lebewesen und wirkt fast immer korrosiv auf durch Säuren angreifbare Stoffe. Selbst bei relativ sauberer Verbrennung - also ohne sichtbare Rauchentwicklung wie z. B. bei Erdgas, Alkohol oder Holzkohle - entsteht je nach verfügbarem Sauerstoff Kohlendioxid (CO₂) und Kohlenmonoxid (CO); beides Gase, die in Räumen bald Konzentrationen erreichen, die für Lebewesen lebensgefährlich sein können. Je nach Brandgut können aber auch Blausäure, Dioxine oder andere Toxide entstehen.

Die **korrosive Wirkung** des Brandrauches beruht auf der Wasserlöslichkeit von bei der Verbrennung entstehenden gasförmigen Säurebildnern wie beispielsweise Schwefel- oder Stickstoffoxiden oder Chlorwasserstoff, der z. B. beim Verbrennen von PVC frei wird. Auch diese chemischen Wirkungen werden durch den Rauch weit vom Brandherd weg transportiert und können Lebewesen in größerer Entfernung vom Brandherd gefährden und das gesamte Gebäude und dessen Inhalt angreifen.

3. Rauchkontrolle als Gegenstrategie zur Gefährdung durch Brandrauch

Durch Rauchkontrolle können die o. a. schädlichen Wirkungen des Rauches begrenzt oder von Menschen, Gebäudeteilen und darin befindlichen Sachgütern gänzlich ferngehalten werden und zwar wie folgt:

3.1 Rauch- und Wärmeabzug (RWA)

In einem geschlossenen Raum steigt heißer Brandrauch über der vom Brand erfassten Fläche im Wesentlichen lotrecht bis zum Dach bzw. zur Decke (im Folgenden als Decke bezeichnet) auf und breitet sich dort aus. In weiterer Folge des Brandes füllt sich schließlich der gesamte Raum mit heißem Brandrauch. Durch ausreichend dimensionierten Rauch- und Wärmeabzug kann unter bestimmten Voraussetzungen erreicht werden, dass im Brandfall die Schicht von Rauch- und heißen Brandgasen ein bestimmtes Ausmaß nicht überschreitet, Fluchtwege nicht verqualmen sowie die Brandausbreitung erschwert und die Brandbekämpfung erleichtert wird.

Durch solche Anlagen wird die thermische und korrosive Wirkung des Rauches nur auf einen Bereich unterhalb der Decke im Brandraum beschränkt, während die toxische Wirkung auf Lebewesen praktisch nicht zum Tragen kommt, da sich die Menschen (und/oder Tiere) in der bodennahen raucharmen Schicht aufhalten. Der Rauch bleibt innerhalb von Rauchabschnitten, die nicht nur durch Wände sondern auch durch Rauchschürzen, welche nur mindestens genauso tief wie die Rauchschiebt unter der Decke herabreichen müssen, begrenzt werden können.

RWA ermöglichen oder erleichtern daher im Brandfall

- die Sicherung der Fluchtwege,
- den schnellen gezielten Löschangriff der Feuerwehr,
- den Schutz der Gebäudekonstruktion, der Einrichtung und des Inhalts,
- die Reduzierung der Brandfolgeschäden durch thermische Zersetzungsprodukte.

Damit das Schutzziel „Bewirken einer raucharmen Schicht“ auch tatsächlich erreicht wird, ist eine korrekte Dimensionierung einer solchen RWA aufgrund konkreter Dimensionierungsannahmen durch einschlägig ausgebildete Fachleute erforderlich. Hiefür kann für eingeschossige, nicht durch galerieartige Zwischenebenen unterteilte, hallenartige Räume die TRVB S 125 in Verbindung mit TRVB A 126 herangezogen werden.

Für komplexe Gebäude, wie Atrien mit umlaufenden Galerien oder Einkaufszentren mit Malls, wo der Rauch über eine oder mehrere Kanten strömen muss, sind wegen der größeren Luftmischung in den Rauch bei der Kantenumströmung als bei ungestörtem senkrechten Rauchaufstieg diese o.a. Richtlinien nicht ohne weiteres anwendbar und es müssen auf den Einzelfall abgestellte Rauchkontrollkonzepte entwickelt und nach anderen Rechenmethoden dimensioniert werden. Siehe Abb. 2a „Entstehende Rauchmenge in Abhängigkeit von der umströmten Kantenlänge (lang)“, Abb. 2b „Entstehende Rauchmenge in Abhängigkeit von der umströmten Kantenlänge (kurz)“ und Abb. 3 „Beispiel für Rauchströmungen in einem Atrium“.

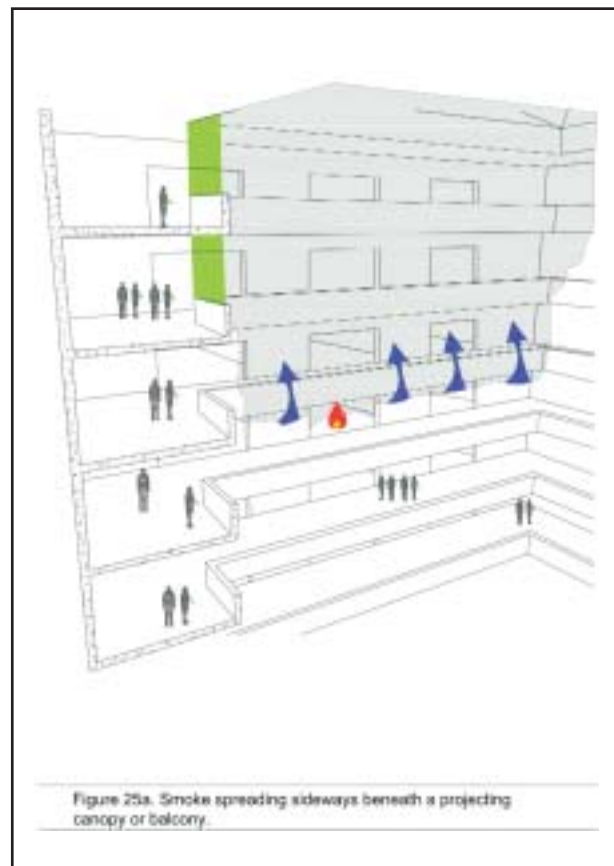


Abb. 2a: Entstehende Rauchmenge in Abhängigkeit von der umströmten Kantenlänge (lang)

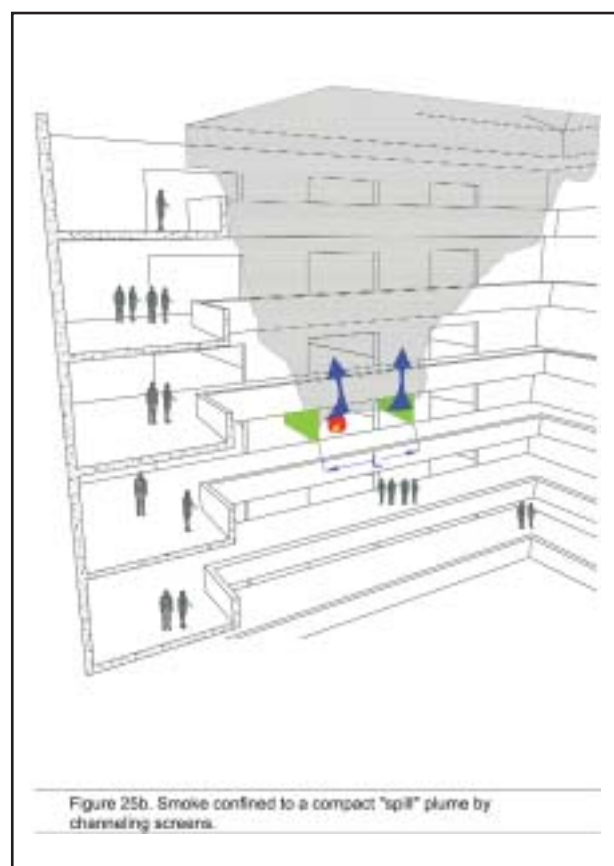


Abb. 2b: Entstehende Rauchmenge in Abhängigkeit von der umströmten Kantenlänge (kurz)

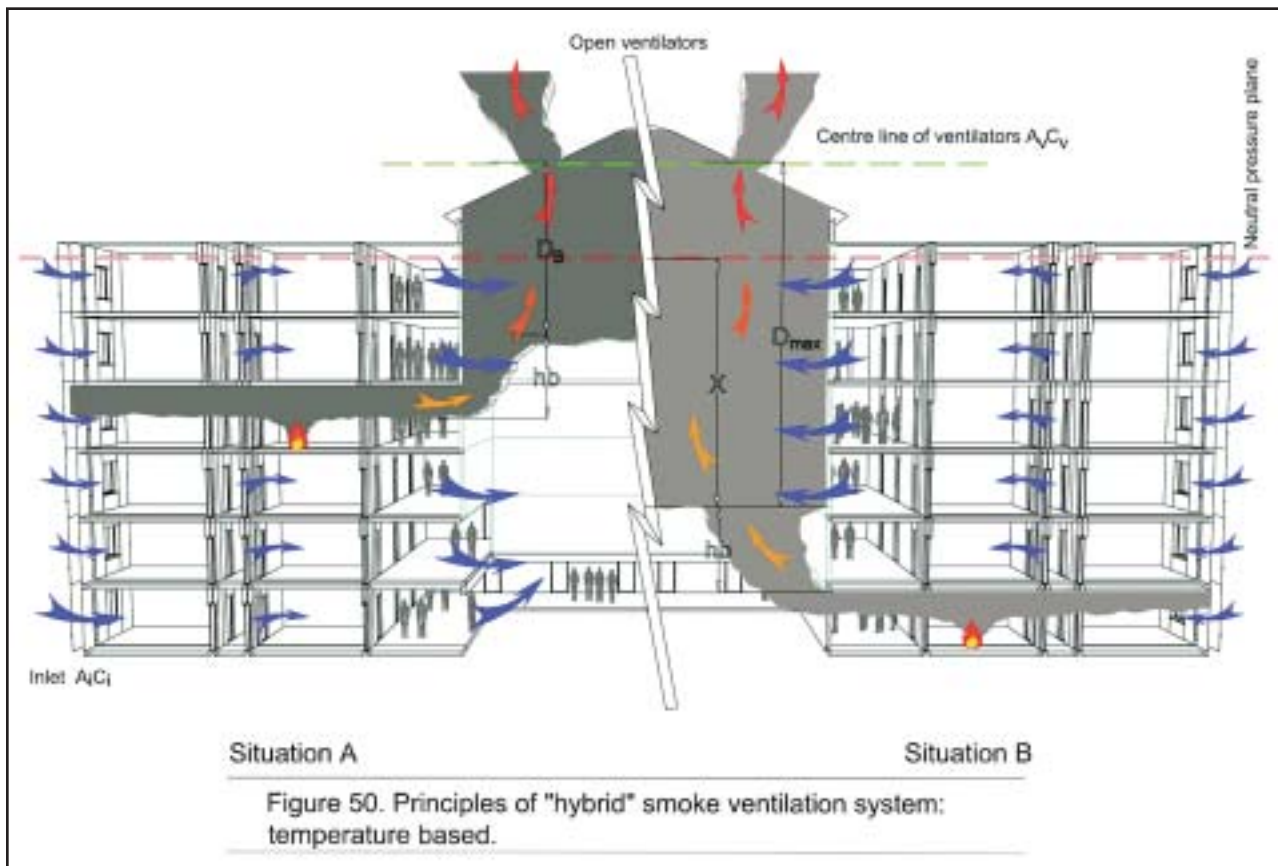


Abb. 3: Beispiel für Rauchströmungen in einem Atrium



Abb. 4: Rauchschürze an Deckendurchbruch zur Mall

Eine umfangreiche Darstellung dieser Problematik einschließlich Designannahmen, Berechnungsmethoden und Fallbeispielen findet man in der Fachliteratur, Literaturangabe (3), der auch die Abbildungen 1-4 entnommen sind. Durch Rauchschürzen um Deckendurchbrüche, die tiefer herabreichen als eine Rauchschiicht unter der Decke, können eingeschossige Rauchabschnitte gebildet werden und die TRVB S 125 und TRVB A 126 sind wieder anwendbar. Solche Rauchschürzen können auch durch baulich vorhandene Stürze rund um den Deckendurchbruch gebildet werden. Siehe Abb. 4 „Rauchschürze an Deckendurchbruch zur Mall“.

3.2 Rauchverdünnung

Die Verdünnung des Rauches im Brandraum bzw. Brandabschnitt erfolgt durch Brandrauchabsauganlagen (BRA) gemäß ÖNORM H 6029 Vornorm. Durch solche Anlagen wird die thermische und toxische Wirkung der Rauchgase begrenzt, da durch Abfuhr von Wärmeenergie weniger Energie zur Zerstörung der Gebäudekonstruktion oder des Gebäude-Inhalts oder zur Brandausbreitung zur Verfügung steht und so möglicherweise eine Zerstörung entfernt vom Brandherd durch Wärme gänzlich verhindert werden kann.

Durch Verdünnung kann in der Brandanfängsphase, wo noch weniger toxische Stoffe pro Volumsinhalt vorhanden sind, die Schadstoffkonzentration unter eine gefährliche Dosis abgesenkt werden. Bei Erhöhung der Schadstofffreisetzung bei zunehmender Brandentwicklung bewirkt die Verdünnung noch immer ein Herabsetzen der Schadstoffkonzentration, sodass zumindest bei kurzzeitigem Aufenthalt im Gefahrenbereich also bei den zulässigen Fluchtweglängen nicht die Aufnahme einer bedrohlichen Dosis zu erwarten ist.

Durch Verdünnung erfolgt auch eine Herabsetzung des Schwebstoffanteils pro Volumseinheit also eine Minderung der lichtabsorbierenden Wirkung des Rauches und somit eine Erhöhung der Sichtweite.

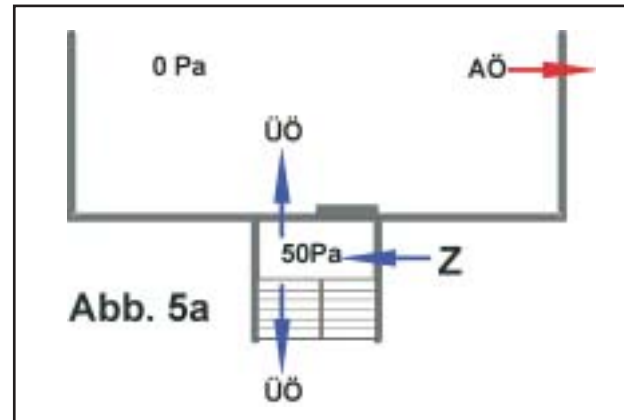
Bei der Methode der Rauchverdünnung wird allerdings der gesamte Rauminhalt mit - wenn auch verdünntem - Rauch beaufschlagt, was in der Regel zur Verschmutzung oder sogar Kontaminierung des gesamten Rauminhalts führt und eine korrosive Wirkung des Rauches nicht ausschließen kann. Durch Rauchschürzen kann beim Einsatz von Rauchverdünnungsanlagen, welche im Allgemeinen keine raucharme Schicht unterhalb der Rauchschürze bewirken, eine Rauchausbreitung unterhalb der Rauchschürze nicht verhindert werden. Die Dimensionierung und Installation solcher Rauchverdünnungsanlagen erfolgt im Allgemeinen nach ÖNORM H 6029 Vornorm. Gemäß dieser Richtlinie ist für Fluchtwege ein 30-facher stündlicher Luftwechsel für alle sonstigen Räume grundsätzlich ein 12-facher stündlicher Luftwechsel erforderlich. Dabei wird abweichend von der tatsächlichen Raumhöhe das umzuwäzende Volumen für Räume von 3 m mit einer sogenannten Berechnungshöhe von 3 m, für Räume mit Raumhöhen über 6 m mit einer Berechnungshöhe von 6 m ermittelt.

3.3 Rauchverdrängung

Die Verdrängung des Rauches aus zu schützenden Bereichen erfolgt mittels Überdruck und Gegenströmung durch Druckbelüftungsanlagen (DBA). Durch solche Anlagen wird in einem definierten baulich möglichst dicht abgeschlossenen Bereich (z. B. Stiegenhaus, Aufzugsschacht, EDV-Raum) ein Überdruck erzeugt, der das Eindringen von Rauch durch Undichtheiten in den Begrenzungswänden (z. B. Türspalte, Fensterfugen) verhindert und beim Öffnen von Raumabschlüssen (z. B. Türen) des Überdruckbereiches eine Strömung vom geschützten in den ungeschützten Bereich (z. B. Brandraum) bewirkt, die der Strömung des Rauches durch die Öffnung (z. B. Stiegenhaustüre) entgegenwirkt und so das Eindringen von Rauch verhindert. Hiefür muss im Brandraum eine geeignete Abströmanlage (Abzugsöffnungen an gegenüberliegenden Gebäudefronten, Abzugsschächte) vorhanden sein.

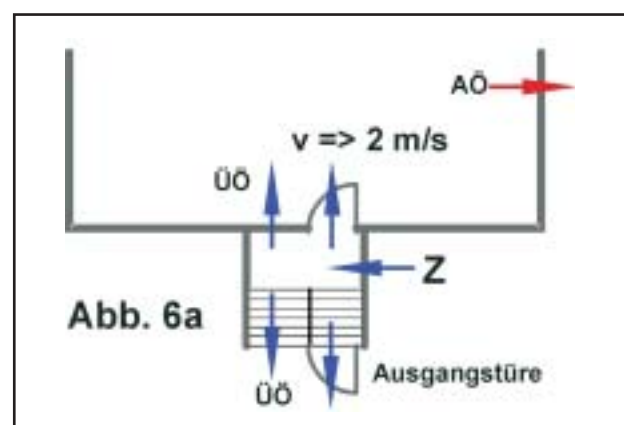
Im Brandraum wird bei dieser Methode keine raucharme Schicht erreicht. Durch die im Brandraum für die Funktion der DBA erforderliche Abströmanlage, wird jedoch in diesem eine Rauchverdünnung und Wärmeabfuhr, wenn auch nicht im Ausmaß von BRA's gemäß ÖNORM H 6029, bewirkt. Eine Kombination von BRA gemäß ÖNORM H 6029 und DBA ist jedoch sinnvoll und möglich. Für die Planung und Dimensionierung von Druckbelüftungsanlagen steht derzeit die Wiener Hochhausrichtlinie MA 37-Allg. 36/2002 vom 12. August 2002 und der zum öffentlichen Einspruch aufgelegte Entwurf der europäischen Norm prEN 12 101-6 zur Verfügung. Eine TRVB über Druckbelüftungsanlagen mit der Nummer TRVB S 112 liegt in einem fortgeschrittenen Entwurfstadium vor. Mit ihrer Veröffentlichung ist voraussichtlich bis Jahresende zu rechnen. Alle diese Richtlinien fordern, dass im durch Überdruck zu schützenden Bereich (z. B. Stiegenhaus) ein Überdruck von 50 Pa zu einem nicht geschützten Bereich

(z. B. angrenzenden Büro) herrscht, wenn alle Türen, die zum geschützten Bereich führen (alle Stiegenhaustüren) geschlossen sind. Dabei darf die Öffnungskraft einer Türe 100 N nicht überschreiten. Hiefür sind Druckentlastungsöffnungen vorzusehen. Siehe Abb. 5a.



ÜÖ - Überdruckentlastungsöffnung mit Ventil, welches bei Drücken größer 50 Pa öffnet
 Z - Zuluftöffnung, durch die Frischluft mechanisch eingebracht wird
 AÖ - Abströmöffnung ins Freie (oder in einen Verbindungsschacht zum Freien)
 V - mittlere Geschwindigkeit der Luftströmung vom geschützten Bereich in den Brandraum

Bei geöffneter Türe zwischen geschütztem Bereich (z. B. Stiegenhaus) zum Brandraum muss durch diese Türe eine Luftströmung von mindestens 2 ms^{-1} in den Brandraum hinein aufrecht erhalten werden, die einer Rauchausbreitung aus dem Brandraum in den geschützten Bereich hinein entgegenwirkt.



ÜÖ - Überdruckentlastungsöffnung mit Ventil, welches bei Drücken größer 50 Pa öffnet
 Z - Zuluftöffnung, durch die Frischluft mechanisch eingebracht wird
 AÖ - Abströmöffnung ins Freie (oder in einen Verbindungsschacht zum Freien)
 V - mittlere Geschwindigkeit der Luftströmung vom geschützten Bereich in den Brandraum

Hiefür sind Abströmöffnungen bzw. -anlagen erforderlich, durch welche die aus dem geschützten Bereich in den Brandraum eintretende Luft wieder austreten kann, da ansonsten eine Strömung mit 2 ms^{-1} vom geschützten Bereich in den Brandraum nicht aufrecht erhalten werden kann. Siehe Abb. 6a.

4. Sicherstellung der Wirksamkeit von Anlagen zur Rauchkontrolle

4.1 Planung, Errichtung und Instandhaltung

Damit die oben vorgestellten Anlagen zur kontrollierten Rauchausbreitung im Gebäude und aus diesem heraus ihren bestimmungsgemäßen Zweck innerhalb des jeweils für das Gebäude festgelegten Brandschutzkonzepts auch tatsächlich erfüllen, müssen sie nach den für den festgelegten Einsatzfall (3.1, 3.2 oder 3.3) anzuwendenden Richtlinien (z. B. TRVB) und Normen (ÖNORM, EN) von Fachleuten geplant, errichtet, betrieben und instandgehalten (gewartet) werden. Können z. B. im Falle komplexer Gebäude die unter 3.1, 3.2 und 3.3 zitierten Richtlinien nicht oder nicht vollständig angewendet werden oder existieren für ein bestimmtes Problem keine geeigneten Richtlinien, ist mit Ingenieurmethoden ein im Sinne des gesamten Brandschutzkonzepts ausreichend wirksames Konzept für die Anlage zur Rauchkontrolle zu erstellen und zu dokumentieren. Die jeweiligen Anlagen sind dann nach dieser Dokumentation zu errichten, zu betreiben und instandzuhalten.

4.2 Überprüfung und Überwachung durch unabhängige Dritte

Die brandschutztechnisch ausreichende Wirksamkeit eines gemäß 4.1 erstellten und dokumentierten Konzepts für eine Anlage zur Rauchkontrolle, ist durch ein Gutachten einer zumindest für Anlagen gemäß 3.1, 3.2 und 3.3 akkreditierten Prüf- bzw. Überwachungsstelle oder einen sonstigen behördlich anerkannten Sachverständigen nachzuweisen. Die Ausführung und Instandhaltung gemäß dokumentiertem Konzept, bei nach Richtlinien ausgeführten Anlagen deren richtliniengemäße Ausführung und Instandhaltung ist durch eine Abschlussüberprüfung und wiederkehrende Revisionen nach den Bestimmungen der Dokumentation gemäß 4.1 bzw. der jeweils anzuwendenden Richtlinien und Normen durch hierfür staatlich akkreditierte Prüf- bzw. Überwachungsstellen festzustellen und durch entsprechende Überwachungsberichte gemäß Akkreditierungsgesetz nachzuweisen.

4.3 Überprüfung und Überwachung durch den Betreiber

Der Betreiber solcher Anlagen hat laufend darauf zu achten, dass die bei der Dimensionierung der jeweiligen Anlage zugrunde gelegten Annahmen und Voraussetzungen auch eingehalten werden. Es sind dies z. B.:

- Art und Verteilung (Lageranordnung) von ursprünglich festgelegten Brandlasten (z. B. freizuhaltende Streifen unterhalb von Rauchschürzen, Freihaltung von Abzugs- und Zuluftöffnungen)
- keine baulichen Veränderungen, die den ursprünglich festgelegten Rauchgasweg innerhalb des Gebäudes beeinflussen können (z. B. nachträglicher Einbau von Zwischenwänden oder Galerien)
- keine Blockierung beweglicher Komponenten der jeweiligen Anlage durch nachträglich eingebrachte fixe oder ortsveränderliche Einrichtungen (z. B. Kabeltassen oder Regale im Schwenkbereich von Zuluftfenstern oder Absenkbereich von beweglichen Rauchschürzen oder Rauchvorhängen)

Hiefür ist es erforderlich, dass der Betreiber mit dem Sinn und Zweck, den die jeweilige Anlage innerhalb des festgelegten Brandschutzkonzepts erfüllen soll, und ihrer Wirkungsweise vertraut ist oder entsprechend geschulte und eingewiesene Personen mit diesen Aufgaben betraut. Weiters ist es erforderlich, dass die jederzeitige Einsatzbereitschaft durch laufende, mindestens aber vierteljährliche Funktionskontrollen überprüft wird und alle festgestellten Mängel unverzüglich behoben werden. Sämtliche Überprüfungen und Veränderungen an den jeweiligen Anlagen sind nachvollziehbar zu dokumentieren.

Literaturangaben

- (1) TRVBA 126 „Brandschutztechnische Kennzahlen verschiedener Nutzungen, Lagerungen, Lagergüter“, Technische Richtlinie Vorbeugender Brandschutz des Österreichischen Bundesfeuerwehrverbandes und der Österreichischen Brandverhütungsstellen, Ausgabe 1987.
- (2) TRVB S 125 „Rauch- und Wärmeabzugsanlagen“, Technische Richtlinie Vorbeugender Brandschutz des Österreichischen Bundesfeuerwehrverbandes und der Österreichischen Brandverhütungsstellen, Ausgabe 1997.
- (3) „Design methodologies for smoke and heat exhaust ventilation“, BRE Report June 1999 H. P. Morgan, B.K. Ghosh, G. Garrard, R. Pamlichka, J-C De Smedt, L R. Schoonbart, Herausgegeben für BRE von CRC Ltd. 151 Rosebury Avenue, London EC1R 4GB, E-Mail: crc@construct.emap.co.uk.
- (4) ÖNORM H 6029 Vornorm „Lüftungstechnische Anlagen Brandrauch-Absauganlagen“, 1. Mai 1997.
- (5) Wiener Hochhausrichtlinie MA 37-Allg. 36/2002 des Magistrats der Stadt Wien vom 12. August 2002.
- (6) prEN 12 101-6, „Rauch- und Wärmefreihaltung Teil 6: Differenzdrucksysteme Bausätze“, Entwurf.
- (7) TRVB S 112 „Druckbelüftungsanlagen (DBA)“, Technische Richtlinie Vorbeugender Brandschutz des Österreichischen Bundesfeuerwehrverbandes und der Österreichischen Brandverhütungsstellen, Entwurf Mai 2003. ▶