

* Ulrich Brunner

Aktuelle Bauformen erfordern eine maschinelle Entrauchung von Atrien

RAUCHFREIE ATRIEN



Atrien haben in den letzten Jahrzehnten die Architektur geprägt. In den Anfängen durch das Überdachen von Ladenstrassen wie zum Beispiel die Galleria Vittorio Emanuele in Mailand entstanden, prägen heute repräsentative Atrien unzählige Bauten. Sie erfüllen die unterschiedlichsten Funktionen. Immer häufiger gelangen dabei maschinelle Rauchabzugssysteme zum Einsatz. Die durchgeführte Studie liefert ein einfaches Hilfsmittel für die Dimensionierung der zum Einsatz gelangenden Rauchgasventilatoren.

* Ulrich Brunner
Abteilungsleiter Brandschutz beim Aargauischen
Versicherungsamt unter Mitarbeit von
Fritz Lörtscher

Atrien sind geschossverbindende Räume

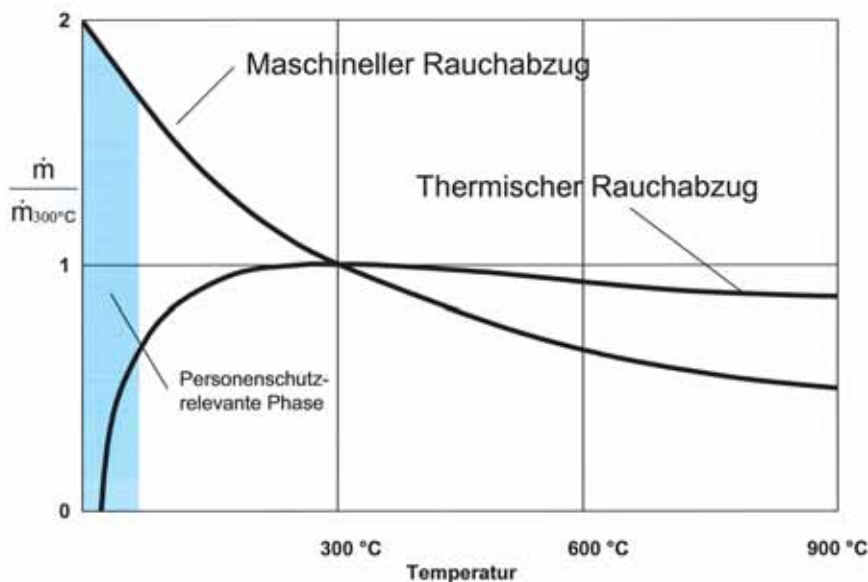
Was ist denn eigentlich das Besondere an Atrien, dass die Rauchfreihaltung zu einem so wichtigen Thema wird? Atrien durchdringen als vertikaler Raum mehrere Geschosse, wodurch der Grundgedanke des vorbeugenden Brandschutzes bezüglich geschossweiser Abschnittsbildung verletzt wird. Im Brandfall werden über das Atrium heisse Brandgase und Rauch in mehrere Geschosse verteilt.

Atrien sind häufig repräsentative Räume, die beim Betreten des Gebäudes eine angenehme, lichtdurchflutete Atmosphäre bilden. Gäste, aber auch Mitarbeitende spüren bereits dort die «Seele» der Firma. Während einzelne Atrien aufgrund ihres Ausbaus zu ehrfürchtigem Schweigen veranlassen, springt in anderen Atrien Freundschaftlichkeit und Kollegialität über. All diesen überhohen Innenräumen gemeinsam ist ihre Funktion als Erschliessungszone.

Im Laufe der Zeit ist die Nutzung dieser Atrien intensiver geworden. Empfangsbereiche und Cafeterias, aber auch Warteräume und Kundensalons sind vermehrt anzutreffen. Da auf den oberen Geschossen vielfach auch laubengangar-

tige Umgänge vorhanden sind, über welche die horizontalen Fluchtwege in die Treppenhäuser führen, kommt der Rauchfreihaltung oder besser gesagt, der Raucharmhaltung dieser Atrien grosse Bedeutung zu.

Während vielen Jahren begnügte man sich mit in der Dachfläche angeordneten Klappen, über welche heisse Rauchgase abgeführt werden können. Damit diese Art der Entrauchung auch wirkungsvoll funktioniert, muss eine erhebliche Thermik vorhanden sein. Das bedeutet jedoch auch gleichzeitig, dass bereits ein grösseres Feuer vorhanden ist. Im Fall eines stark qualmenden Brandes ohne grosse Energiefreisetzung fehlt diese Thermik jedoch völlig. Will man wirkungsvollen Personenschutz betreiben, so sind Rauchabzugssysteme zu bevorzugen, die in der Brandentstehungsphase und nicht erst in der Phase des vollentwickelten Brandes ihre Leistung erbringen. Es ist deshalb naheliegend, dass man zur effizienten Entrauchung von solchen Räumen maschinelle Rauchabzüge einsetzt. Diese fördern nach einer kurzen Verzögerung während dem Anlaufen innerhalb der personenschutzrelevanten Phase, das heisst vor Erreichen von Temperaturen über etwa 50°C, eine beinahe konstante, kalkulierbare Menge Rauchgase ins Freie. Die Leistung



nimmt bei höheren Temperaturen kontinuierlich ab und sinkt dann unter die Förderleistung von thermischen Rauchabzugsanlagen, deren Qualitäten tendenziell eher im Konstruktionsschutz liegen.

Studie mittels Brandsimulation

Die vorliegende Studie untersuchte Atrien mit Grundflächen zwischen 100 m² und 1000 m² sowie mit Raumhöhen zwischen 6 m und 18 m. Bei den Flächen wurden Teilschritte von 100 m², bei den Raumhöhen solche von 2 m angenommen. In Bezug auf das Seitenverhältnis des Atriums wurden quadratische Atrien mit solchen mit einem Seitenverhältnis von 1:2 mittels Parameterstudien verglichen. Die Auswertung der Berechnungen erlaubt die Aussage, dass abgesehen von durch Thermik und Störströmungen ausgelösten Wellenbewegungen der Rauchsicht sich diese auf vergleichbaren Höhen bewegt. Die vollständigen Berechnungen wurden deshalb mit quadratischen Räumen durchgeführt.

An sich sind in Atrien mehrheitlich geringe Brandlasten anzutreffen, welche kaum zu schnell anlaufenden Bränden führen. In vielen Fällen wird deshalb mit dem Brandszenario mit der kleinsten Energiefreisetzung (0,75 MW) gerechnet werden können. In Anlehnung an die DIN 18 232 wurden jedoch auch die Berechnungsmodelle für die Bemessungsgruppen (BG) 1 bis 3 zugrunde gelegt. Damit werden Brände mit einer Energiefreisetzung bis 6 MW (BG 3) abgedeckt. Aufgrund der relativ geringen Abmessungen und der dadurch recht homogenen Temperaturverteilung kann darauf verzichtet werden, für die einzelnen Brandszenarien auch noch die Brandorte an verschiedenen Orten der Grundfläche zu variieren. Bei den Berechnungen wurden die Brandherde jeweils raummittig disponiert.

Da auch Atrien zu beurteilen sind, wo auf den einzelnen Geschossen Fluchtwege offen an das Atrium angrenzen, wurde bei der Festlegung der Höhe der raucharmen Schicht als Vorgabe ein maximal 3 Meter dickes Rauchpolster unter der Decke gewählt. Bei denjenigen Atrien, bei welchen nur im Erdgeschoss Verkehrswege durchs Atrium führen, genügt eine 3 Meter hohe raucharme Schicht gemessen ab Fußbodenhöhe. Diese 3 Meter raucharme Schicht berücksichtigt, dass die darüberliegende Rauchsicht wellenförmig in Bewegung ist und durch die Einmischung in die raucharme Schicht in der Praxis keine scharfe Schichtgrenze gezogen werden kann. Es sei der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, dass nach DIN 18 232 wohl eine raucharme Schicht von 2,5 Meter ausreicht, dass

aber in vielen Veröffentlichungen ebenfalls ein Sicherheitszuschlag von einem halben Meter empfohlen wird.

Berechnungs-Grundlagen

Die Öffnungen für die Nachströmung der Frischluft wurden so dimensioniert, dass Strömungsgeschwindigkeiten von maximal 3 m/s nicht überschritten werden. Vorausgesetzt, die Nachströmöffnungen werden in Bodennähe eingeplant, kann damit verlässlich verhindert werden, dass die einströmende Frischluft zu einer Verwirbelung der Rauchschiicht mit der darunter liegenden raucharmen Schicht führt.

Die Rechenläufe wurden mit dem Mehrraum-Mehrzonenmodell MRFC (www.vib-mrfc.de) durchgeführt. Die unterschiedlichen Geometriebedingungen wurden sowohl mit den verschiedenen Brandszenarien als auch mit den unterschiedlichen Anforderungen an die Höhe der Rauchschiichtgrenze kombiniert. Zusammen mit dem Variieren der Leistung von Rauchgasventilatoren ergaben sich schliesslich mehrere hundert Rechenläufe.

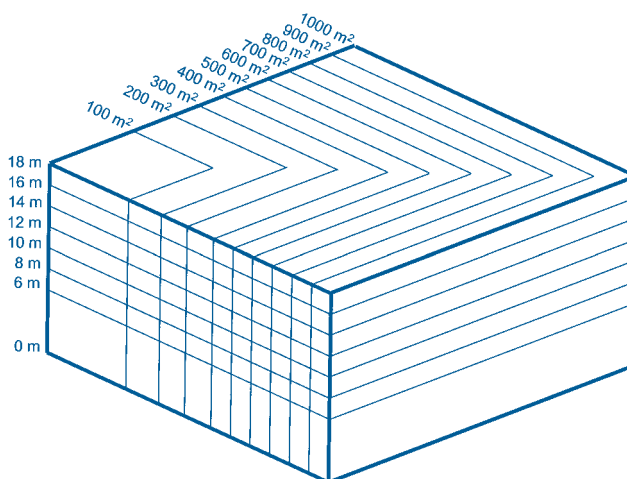
Den Berechnungen zugrunde gelegt wurde die Annahme, dass die vorgegebenen Höhen der Rauchschiichtgrenze während mindestens 10 Minuten eingehalten werden. Dies mag im ersten Moment recht kurz erscheinen, allerdings darf bei den möglichen Nutzungen davon ausgegangen werden, dass die anwesenden Personen innert dieser Zeit ab Brandentdeckung das Gebäude verlassen oder sich jedenfalls in nicht gefährdete Bereiche in Sicherheit bringen können. Für Beherbergungsbetriebe und Bauten, wo die Fluchtwege von schlafenden oder auf Hilfe angewiesenen Personen durch das Atrium tangiert werden, sind die notwendigen Massnahmen im Einzelfall festzulegen.

Ziel der Studie war, in Abhängigkeit der Eingabeparameter aussagekräftige Angaben über die erforderlichen Luftwechselraten zu erhalten, damit nicht für jede einfache Atriumgeometrie bereits in der Projektierungsphase aufwendige Berechnungen durchgeführt werden müssen. Die Lage der errechneten Werte erlaubte, durch die Punkteschar jeweils eine Kurve zu legen, so dass die Luftwechselrate einfach aus dem gewählten Diagramm abgelesen werden kann.

Die nachfolgenden Diagramme – die ersten vier für eine Rauchschiichtgrenze bei 3 Meter über dem Erdgeschossboden, die zweiten vier für eine Rauchschiichtgrenze 3 Meter unter der Atriumdecke – erlauben eine einfache Grobdimensionierung für maschinelle Rauchzugsanlagen von Atrien.

Tabelle 1: Zusammenstellung der gerechneten Brandszenarien

Szenario	0,75 MW	1,5 MW (BG 1)	3 MW (BG 2)	6 MW (BG 3)
Spezifische Brandlast:	300 kW/m ²	300 kW/m ²	300 kW/m ²	300 kW/m ²
Max. Brandausbreitungsfläche:	2,5 m ²	5 m ²	10 m ²	20 m ²
Brandausbreitungsgeschwindigkeit:	0,15 m/min	0,15 m/min	0,25 m/min	0,25 m/min
Unterer Heizwert:	16,0 MJ/m ²	16,0 MJ/m ²	16,0 MJ/m ²	16,0 MJ/m ²
Spezifische Abbrandrate:	67,5 kg/m ² h	67,5 kg/m ² h	67,5 kg/m ² h	67,5 kg/m ² h

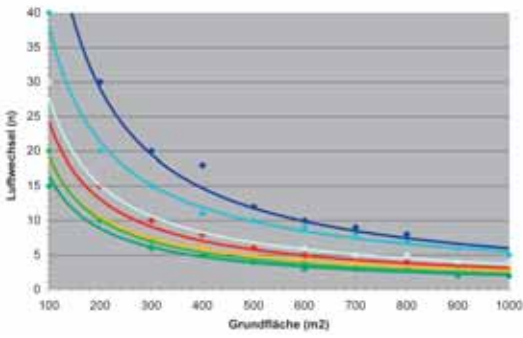


5

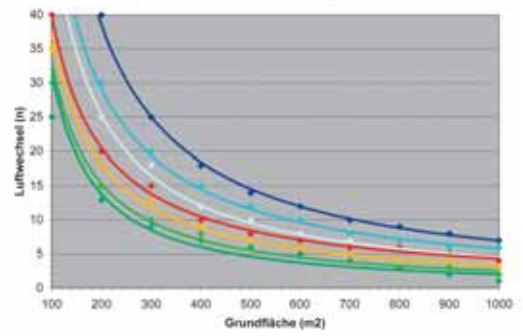


6

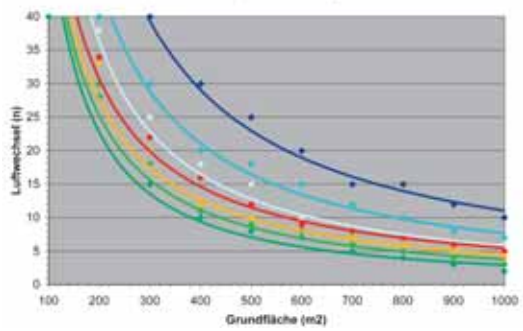
Szenario 0,75 MW, Rauchschichtgrenze 3,00 m über Boden EG



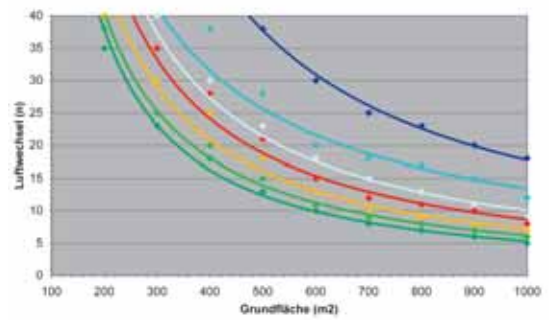
Szenario 1,5 MW (BG1 DIN 18232), Rauchschichtgrenze 3,00 m über Boden EG



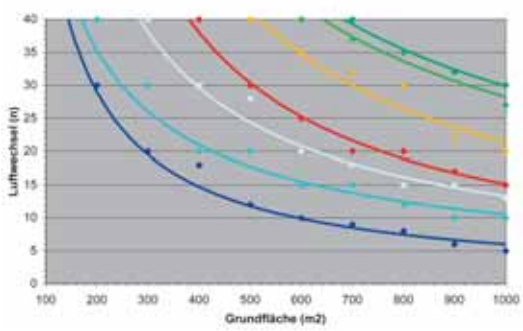
Szenario 3 MW (BG2 DIN 18232), Rauchschichtgrenze 3,00 m über Boden EG



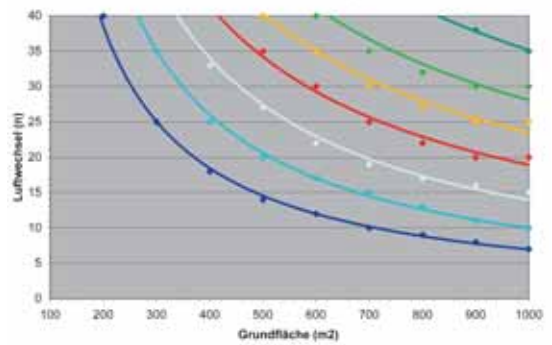
Szenario 6 MW (BG3 DIN 18232), Rauchschichtgrenze 3,00 m über Boden EG



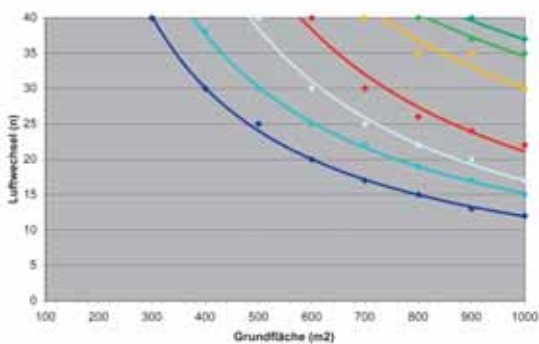
Szenario 0,75 MW, Rauchschichtgrenze 3,00 m unter der Decke



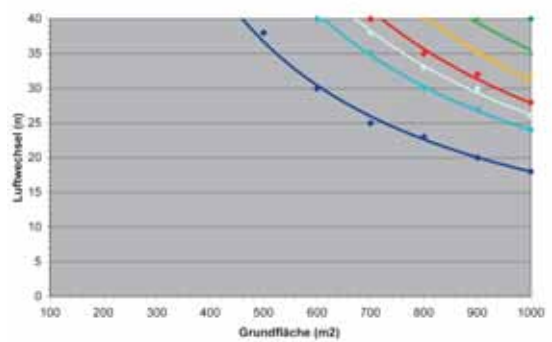
Szenario 1,5 MW (BG1 DIN 18232), Rauchschichtgrenze 3,00 m unter der Decke



Szenario 3 MW (BG2 DIN 18232), Rauchschichtgrenze 3,00 m unter der Decke



Szenario 6 MW (BG3 DIN 18232), Rauchschichtgrenze 3,00 m unter der Decke



◆ Höhe 6.0 m
◆ Höhe 12.0 m
◆ Höhe 18.0 m

◆ Höhe 8.0 m
◆ Höhe 14.0 m

◆ Höhe 10.0 m
◆ Höhe 16.0 m

Erkenntnisse

Es erstaunt nicht, dass grossflächige und hohe Atrien mit relativ geringen Luftwechselraten während der definierten Beobachtungszeit die gewollten 3 Meter raucharme Schicht über dem Boden erreichen, vorausgesetzt, die Energiefreisetzung wird nicht allzu gross gewählt. Demgegenüber erstaunt ebenso wenig, dass nur mit grosser Ventilatorenleistung gearbeitet werden kann, wenn es darum geht, zu verhindern, dass speziell in hohen Atrien das Rauchpolster an der Decke nicht dicker als 3 Meter wird.

Entscheidend ist, dass sich alle involvierten Stellen im Voraus darüber klar sind, welche Ziele mit der maschinellen Rauchabzugsanlage erreicht werden sollen. Insbesondere muss klar sein, bis auf welches Niveau Fluchtwege durch das Atrium führen, damit die Höhe der Schichtgrenze zwischen der raucharmen Schicht und der Rauchsicht festgelegt werden kann. Nur so kann auch schon während der Planung Einfluss genommen werden darauf, ob beispielsweise im Deckenbereich des Atriums eine Überhöhung im Sinne eines negativen Pumpensumpfes notwendig ist, um auf dem obersten, das Atrium umgebenden Geschoss während den geforderten zehn Minuten eine raucharme Schicht zu gewährleisten.

Eine wesentliche Erkenntnis ist auch, dass als Grundlage für die Dimensionierung einer maschinellen Rauchabzugsanlage nicht einfach die Abzugsleistung von thermischen Rauchabzugsklappen herangezogen werden kann, da diese ausgerechnet während der personenschutzrelevanten ersten zehn Minuten, wo nur eine geringe Thermik entsteht, über eine unzureichende Abzugsleistung verfügen. Man wird sich in Zukunft Gedanken darüber machen müssen, inwieweit die spezifisch geeignetere Rauchabzugsanlage auch vorschriftsseitig definiert werden soll.



1 Atrium der EMPA/ EAWAG in Dübendorf (Quelle: Mebatech AG, Baden)

2 Atrium TRIANGLE, Köln (Quelle: GATERMANN+SCHOSSIG, Köln)

3 Deckenausschnitt aus der Galleria Vittorio Emanuele in Mailand. (Quelle: Brunner)

4 Qualitativer, temperaturabhängiger Vergleich von Rauchabzugssystemen.

5 Isometrische Darstellung der gerechneten Raumgeometrie.

6 Atrium im Neubau der Bundesdruckerei Berlin. (Quelle: Bundesdruckerei GmbH)

7 Diagramme für eine einfache Grobdimensionierung für maschinelle Rauchabzugsanlagen von Atrien.

8 ThyssenKrupp Architektenwettbewerb 2006, Siegerentwurf chaix&morel et associés, Paris/JSWD Architekten und Planer, Köln, Atrium Headquarter (Quelle: ThyssenKrupp)

9 Messe München International, M,O,C, Foyer (Quelle: M,O,C./MMG)