

## SICHERHEIT UND WIRTSCHAFTLICHKEIT IM EINKLANG



Brände sind nie auszuschließen. Deshalb ist es unstrittig, dass in allen Gebäuden, in denen Menschen leben, arbeiten, einkaufen oder zu anderen Zwecken zusammenkommen, vorbeugender Brandschutz unabdingbar ist. Darunter fallen alle Maßnahmen, die der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorbeugen und bei einem Brand die Rettung von

Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten ermöglichen. Hiermit können gleichermaßen öffentlich-rechtliche wie private Schutzinteressen abgedeckt werden. Entscheidungen über den als erforderlich angesehenen Umfang der Brandschutzmaßnahmen im jeweiligen Objekt fallen oft im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit und Sicherheit. Hierbei besteht die Gefahr, dass interessierte Kreise mehr Gewicht auf Kosten statt auf sicherheitsrelevante Faktoren legen. Wenn in diesem Bemühen versucht wird, die Qualität raucharmer Schichten scheinbar genauer vorherzusagen und damit differenzierter mit dem Ziel der Abminderung bewährter Auslegungsgrößen zu bewerten, um beispielsweise in Gebäuden mit scheinbar geringerem Gefahrenpotenzial auch die Anforderungen an die Entrauchung herabsetzen zu können, ist dies ein meines Erachtens gefährlicher Weg.

Dabei ist Wirtschaftlichkeit durchaus vereinbar mit einem hohen Maß an Sicherheit. So ist im Brandfall die Rauchabführung eine der effizientesten Methoden, um die Selbst- und Fremdreterung von Personen und den gezielten Löscheinsatz der Feuerwehr zu unterstützen; und besonders vorteilhaft für Gebäudebetreiber, auch in wirtschaftlicher Hinsicht, ist die Entrauchung über natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte (NRWG), die in Lichtkuppeln oder Lichtbänder integriert sind. Denn die Zusatzkosten für die NRWG-Funktion sind verhältnismäßig gering, außerdem können NRWG zur Lüftung eingesetzt werden. Voraussetzung für die wirksame Rauchabführung im Brandfall gemäß den aktuellen Bemessungsregeln ist allerdings, dass NRWG frühzeitig im Brandgeschehen aktiviert werden, dass die Nachströmung der Zuluft gesichert ist, und dass eine ausreichende Anzahl von NRWG im jeweiligen Rauchabschnitt vorhanden ist. Als praxisbewährter Richtwert gilt ein NRWG pro 200 m<sup>2</sup> Grundfläche. In Anbetracht der Vorteile von NRWG sollte dieser Wert nicht überschritten werden.

Dipl.-Ing. (TH) Dieter Brein,  
Leiter der Forschungsstelle für Brandschutztechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

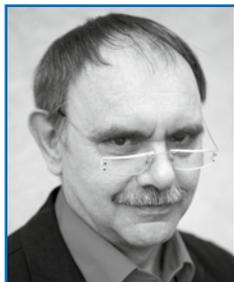
- INHALT
- Sicherheit und Wirtschaftlichkeit im Einklang
- Projektierung von Dachoberlichtern
- Einfluss von Rauch- und Wärmeabzügen auf die Brandabschnittsgröße

# BRAND AKTUELL



**FVLR**  
Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V.

# PROJEKTIERUNG VON DACHOBERLICHTERN UND IHRE BEDEUTUNG FÜR SICHERHEIT UND GESUNDHEIT AM ARBEITSPLATZ



Dipl.-Ing. Wolfgang Cornelius VDI, Obmann DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“

## Welche Vorteile bietet die Beleuchtung von Arbeitsplätzen durch Dachoberlichter?

Dachoberlichter in Form von Lichtkuppeln oder Lichtbändern sind besonders gut geeignet, um Innenräume, die direkt unter einem Flachdach liegen, mit Tageslicht zu versorgen. Denn das Auge ist, wie wir wissen, grundsätzlich für von oben – also vom Firmament – einfallendes Licht empfindlicher, als für von unten einfallendes. Die Beleuchtung mit natürlichem Licht ist besonders für Arbeitsplätze wichtig. Denn während die Beleuchtungsstärke im Freien an einem wolkenlosen Sommertag rund 100.000 Lux und an trübigen Wintertagen immerhin noch rund 3.000 Lux beträgt, liegt sie in künstlich beleuchteter Umgebung in der Regel nur zwischen 100 und 1.000 Lux. Aber damit das Licht überhaupt eine biologische Wirkung im menschlichen Körper erzielen kann, muss ein gewisser Schwellenwert überschritten werden. Andernfalls herrscht biologisch gesehen Nacht: Die Menschen werden geistig und körperlich müde, die Leistungskurve sinkt, die Aufmerksamkeit lässt nach, die Unfallgefahr steigt.

## Welche Rolle spielt Tageslicht für die Gesundheit der Mitarbeiter?

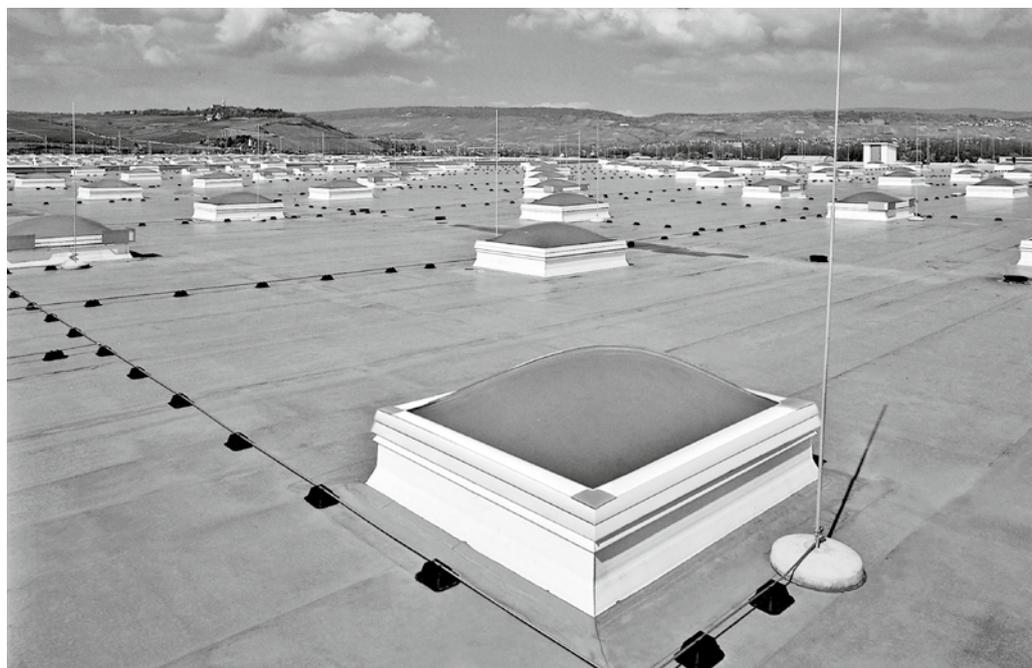
Die Empfindlichkeit des menschlichen Auges und der Haut ist genau auf das kontinuierliche Spektrum des Sonnenlichts angepasst. Jeder Frequenzanteil der Sonnenstrahlung, ob im sichtbaren, ultravioletten oder infraroten Bereich, übt eine

ganz bestimmte physiologische Wirkung aus. Das Spektrum der zur Arbeitsplatzbeleuchtung eingesetzten Leuchtstofflampen (Dreibandenlampen) ist dagegen diskontinuierlich und besitzt andere Intensitätsmaxima. Es verfälscht die Farbwiedergabe von Objekten und kann zu einer starken Stressbelastung führen. Tageslichtmangel infolge einer Berufsausübung in Räumen mit überwiegender Kunstlichtbeleuchtung verursacht zudem Störungen des Stoffwechsels, der Hormonregulation und verschiedener vegetativer Vorgänge. So ist schätzungsweise ein Viertel der Bevölkerung Mittel- und Nordeuropas von der infolge von Lichtmangel entstehenden Winterdepression, auch „Seasonal Affective Disorder“ (SAD) genannt, betroffen. Die SAD kann sehr erfolgreich und dabei einfach mit natürlichem Licht therapiert werden. Künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten ist auch eine der wichtigsten Ursachen des so genannten „Sick Building Syndroms“ (SBS): Menschen, die unter ungünstigen Lichtverhältnissen arbeiten, fühlen sich schneller ermüdet, haben mehr Kopfschmerzen oder leiden häufiger unter Konzentrationsschwäche. Je weiter der Arbeitsplatz im Rauminnern und damit von Fenstern entfernt liegt, desto stärker fallen diese Beschwerden aus.

Es kommt deshalb für den Architekten und Planer darauf an, Beleuchtungsverhältnisse zu schaffen, die eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht gewährleisten. Dazu sind Dachoberlichter mit opalen Verglasungen hervorragend geeignet.

## Gibt es Untersuchungen darüber, wie sich die Beleuchtung mit Tageslicht auf die Sicherheit am Arbeitsplatz auswirkt?

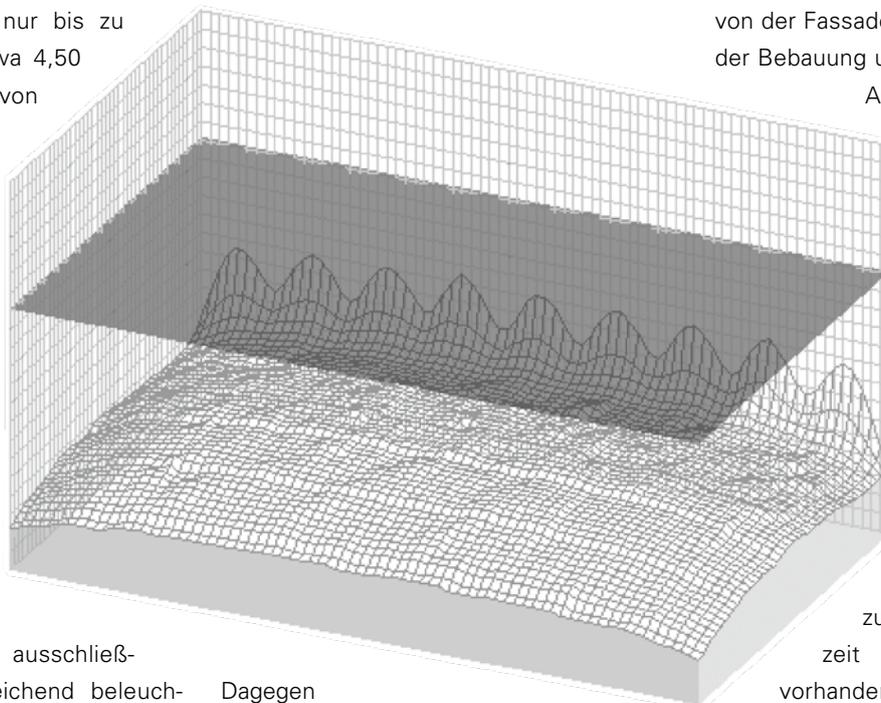
Die TU Ilmenau untersuchte in Zusammenarbeit mit der zuständigen Branchenberufsgenossenschaft den Zusammenhang zwischen Unfallhäufigkeit und Beleuchtungsniveau an 350 Arbeitsplätzen. Die Ergebnisse belegen, dass die Beleuchtungsstärke von zentraler Bedeutung für die Beleuchtungsqualität und damit für die Sicherheit am Arbeitsplatz ist: Zwei Drittel aller gemeldeten Unfälle ereignen sich an Arbeitsplätzen mit einer Beleuchtungsstärke unter 500 Lux. Dagegen reduzieren höhere Beleuchtungsstärken zum Beispiel in der industriellen Fertigung nicht nur die Zahl der Arbeitsunfälle, sie führen auch zu besserer Leistung, weniger Ausschuss und geringerer Ermüdung. Höhere Beleuchtungsstärken lassen sich wirtschaftlich aber nur mit Tageslicht erreichen. Daher machen sich Investitionen in Dachoberlichter auch in der Unfallstatistik bemerkbar.



### Reichen Fenster zur Tageslichtversorgung nicht aus?

Mit Fenstern in der Wand bei normaler Breite und Höhe ist eine ausreichende Arbeitsplatzbeleuchtung nur bis zu einer Raumtiefe von etwa 4,50 m erreichbar, wenn von normal geschnittenen Räumen mit üblichen Höhen ausgegangen wird. Arbeitsplätze, die weiter vom Fenster entfernt sind, können zumeist allein über die Wandöffnungen nicht mehr ausreichend mit Tageslicht beleuchtet werden, weil der Abfall der Beleuchtungsstärke in die Tiefe zu groß wird. Wollte man auch diese Arbeitsplätze ausschließlich über Fenster ausreichend beleuchten, müssten die nutzbaren Fensterhöhen – und damit auch die Raumhöhen – erheblich vergrößert werden. Dies führt zu einem größeren zu beheizenden Raumvolumen, was sich schlecht auf die Energiebilanz des Gebäudes auswirkt. Dann wären aber auch gleichzeitig die Arbeitsplätze in Fensternähe durch zu große Blendung und Erwärmung nur eingeschränkt nutz-

bar. Arbeitsplätze mit größerem Abstand zur Wandöffnung müssen deshalb auch tagsüber zusätzlich mit Kunstlicht beleuchtet werden.



Dagegen leuchten dachinstallierte und gleichmäßig verteilte Dachoberlichter auch Räume mit großer Grundfläche und Raumtiefe gleichmäßig aus. Sie verursachen weniger Blendung und werden durch die Verbauung umliegender Gebäude weniger in ihrer Wirkung beeinträchtigt. Zudem ist der Lichteinfall über Oberlichter in der Regel um ein Fünffaches höher als über gleich

große seitliche Fensterflächen, da sie das Zenitlicht nutzen, das dreimal so hell ist wie das Seitenlicht. Durch Dachoberlichter kann das Tageslicht zudem unabhängig von der Fassaden- oder Wandausrichtung, der Bebauung und Bepflanzung sowie der

Ausrichtung des Gebäudes

einfallen. Das natürliche Licht von oben ist deshalb selbst an bedeckten Tagen morgens früher und abends länger nutzbar als das Licht durch Fenster. Geht man in mitteleuropäischen Breiten von Arbeitszeiten zwischen 7 Uhr und 18 Uhr aus, dann

ist mit Dachoberlichtern zu 93 Prozent der Arbeitszeit ausreichendes Tageslicht vorhanden. Wird dieses Tageslicht

genutzt, lassen sich auch die Energiekosten für die künstliche Beleuchtung entsprechend reduzieren.

### Lohnt es sich, Dachoberlichter mit Rauchabzugsvorrichtungen auszustatten?

Dachoberlichter, die mit natürlich wirkenden Rauch- und Wärmeabzugsgeräten

#### Tageslichtplanung

Die Planungssoftware LightWorks macht es möglich, bereits in einer frühen Entwurfsphase eines Gebäudes eine abgestimmte Gesamtlösung aus Beleuchtung und Architektur zu erzielen. Eine gut geplante Tageslichtbeleuchtung ist sowohl die Voraussetzung für attraktiv gestaltete Innenräume als auch für nutzergerechte Sehbedingungen. Die Mitgliedsunternehmen des FVLR unterstützen Fachplaner mit der Planungssoftware LightWorks bei der Projektierung von Dachoberlichtern zur Tageslichtversorgung. Die oben abgebildete 3-D-Grafik stellt ein Berechnungsbeispiel für die Beleuchtungssituation in einem acht Meter hohen und 1000 m<sup>2</sup> großen Raum dar. In einer Wand sind mehrere Seitenfenster geplant; im Dach sind in der Lichtwirkung darauf abgestimmte 35 Lichtkuppeln vorgesehen.

#### Entrauchungsplanung

Mit der Planungssoftware SmokeWorks können Planer schnell und komfortabel Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) nach DIN 18232-2 projektieren. Ein weiteres Angebot ist die Software Rauchsimulation. Mit ihr lassen sich Verrauchungsszenarien erstellen, die die Gebäudeart, -höhe und -nutzung sowie die vorhandene Rauchschutztechnik einbeziehen. Vielfältige und nutzerorientierte Verrauchungsszenarien können vorgenommen und simultan verschiedene Varianten hinsichtlich ihrer Wirkung miteinander verglichen werden.

(NRWG) ausgestattet sind, tragen darüber hinaus zum Brandschutz bei. Sie werden bei beginnender Rauch- oder Wärmeentwicklung durch einen Mechanismus geöffnet. In Kombination mit ausreichend dimensionierten Zuluftöffnungen führt dann allein der thermische Auftrieb die Rauch- und Brandgase aus dem Gebäude ab. Dadurch entsteht eine raucharme Schicht. Diese Schicht ermöglicht die Flucht aus dem Gebäude und den gezielten Löschangriff der Feuerwehr.

Dachoberlichter, die mit Öffnungsmechanismen zum Rauchabzug ausgestattet sind, können gleichzeitig ohne Mehrkosten auch noch zur natürlichen Lüftung eingesetzt werden. Sie leiten infolge ihrer hohen Einbaulage im Dachbereich durch das gleiche physikalische Prinzip, nämlich den thermischen Auftrieb, verbrauchte Luft ins Freie und sorgen so für angenehme Frischluft. Einmal installiert, verursacht diese so genannte freie Lüftung nahezu keine Kosten mehr, weil sie weitgehend energie- und wartungsfrei arbeitet.

Übrigens ist die Ausstattung von Lichtkuppeln und Lichtbändern mit einer ausreichenden Anzahl von NRWG relativ kostengünstig. In der Regel fallen für die Zusatzfunktion Rauchabzug nur Investitionskosten in Höhe von 2,50 Euro pro m<sup>2</sup> Raumgrundfläche an.

### **Was sollten Planer bei der Projektierung beachten, damit Dachoberlichter ihren Zweck optimal erfüllen?**

Die wichtigsten Planungsregeln zur Beleuchtung mit Tageslicht sind in der DIN-Normreihe 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ sowie in der DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen“ vorgegeben. Mit der Projektierungsregel aus Teil 6 der DIN 5034

lässt sich die Dimensionierung der Öffnungsgrößen von Dachoberlichtern leicht berechnen.

Außerdem sollte der Planer einige Praxisregeln beachten. So ist es wichtig, dass die Dachoberlichter gleichmäßig verteilt sind, um eine gleichmäßige Beleuchtung des Raums mit Tageslicht ohne große hell-/dunkel-Unterschiede zu erreichen. Mehrere kleinere Dachoberlichter bewirken eine bessere Lichtverteilung als Lösungen mit wenigen großen. Pro 100 m<sup>2</sup> Grundfläche sollte mindestens ein Dachoberlicht angeordnet sein. Der Mittenabstand der Oberlichter untereinander sollte höchstens so groß wie die Raumhöhe sein.

Damit eine zu große Wärmeeinstrahlung im Sommer verhindert wird, sollte die lichte Breite von Dachlichtbändern immer kleiner als die halbe Raumhöhe sein. Zudem ist für die Abstände der Lichtbänder untereinander mindestens die doppelte Lichtbandbreite vorzusehen. Ein Mindestabstand von einem Meter zwischen den einzelnen Dachoberlichtern ist erforderlich, damit der Dachdecker ausreichend Platz zwischen den Bauteilen hat, um diese fachgerecht eindichten zu können. Weiterhin sind Dachoberlichter so anzuordnen, dass im Brandfall ein Feuer nicht auf andere Gebäudeteile oder Nachbargebäude übergreifen kann. In diesem Zusammenhang sind die einschlägigen Vorschriften der jeweiligen Landesbauordnungen (LBO) zu beachten.

Am einfachsten und sichersten ist es für Planer und Architekten, wenn sie sich an die Mitgliedsunternehmen des FVLR wenden. Diese bieten ihnen bei der Projektierung von Lichtkuppeln und Dachlichtbändern eine kompetente Unterstützung an. Die Liste der Mitglieder ist unter [www.fvlr.de](http://www.fvlr.de) abrufbar. ■



# EINFLUSS VON RAUCH- UND WÄRMEABZÜGEN AUF DIE BRANDABSCHNITTSGRÖSSE



Dr. Marita Kersken-Bradley, selbständige beratende Ingenieurin und Gutachterin mit Schwerpunkt Brandschutz bei der Kersken + Kirchner GmbH

**Frau Dr. Kersken-Bradley, Sie haben neben dem kürzlich verstorbenen Prof. Dr. Ulrich Schneider mit anderen Kollegen wesentlich zur Entwicklung der äquivalenten Branddauer beigetragen. Können Sie unseren Lesern eine kurze Beschreibung zu  $t_a$  geben?**

$t_a$  nennt man die Zeit, zu der in einem Referenzbauteil bei einem natürlichen Schadenfeuer näherungsweise dieselbe Brandwirkung (z. B. Temperatur) erreicht wird wie im Normbrand (Einheitstemperaturzeitkurve). Mit dieser Verbindung zum Normbrand können Berechnungsverfahren für die Bauteilbemessung für Normbrandbedingungen angewendet werden, insbesondere ist aber der Bezug auf klassifizierte Bauteile möglich. In der Industriebaurichtlinie ist  $t_a$  Eingangsgröße zur Bestimmung zulässiger Flächen von Brandbekämpfungsabschnitten.

**Die Standsicherheit eines brennenden Gebäudes verlängert sich durch eine gezielte Brandbekämpfung, aber auch durch Wärmeabführung – beispielsweise durch abschmelzbare Flächen im Dach. Wie ist hier Ihre Erfahrung?**

Ungeachtet dessen, dass ich nicht bei der Feuerwehr bin: Die Temperaturen im Brandraum und damit auch die thermische Beanspruchung von Bauteilen nehmen in Abhängigkeit des verfügbaren Wärmeabzugs ab. Das wird auch im  $t_a$ -Verfahren durch Ansatz des sogenannten w-Faktors gewürdigt. Der Faktor wurde anhand von Wärmebilanzrechnungen ermittelt und kann Werte zwischen 2,5 und 0,5 (Abschneidegrenze) annehmen. Dabei dürfen

Wärmeabzugsflächen im Dach aus thermoplastischen Kunststoffen mit Schmelzpunkt  $\leq 300^\circ\text{C}$  voll angerechnet werden. So ist es vielfach möglich, aufgrund eines ausreichenden Wärmeabzugs Gebäude als ungeschützte Stahlkonstruktionen zu errichten, für die sonst eine F30 Bekleidung oder Beschichtung erforderlich wäre.

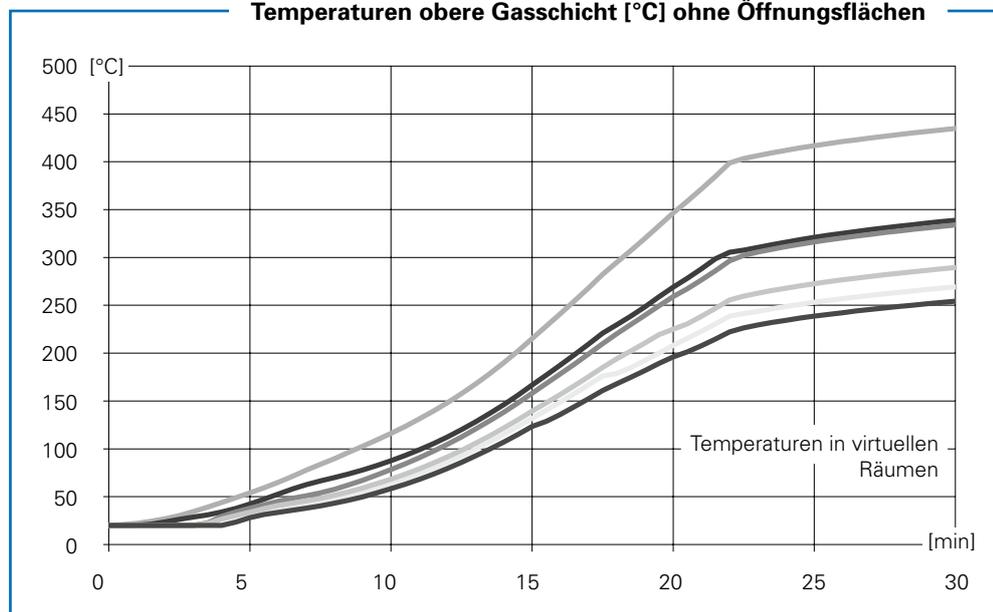
**Wärmeabzugsflächen aus thermoplastischen Kunststoffen „öffnen“ bei definierten Temperaturen. Wie wichtig ist dies für den Brandverlauf und die Standsicherheit?**

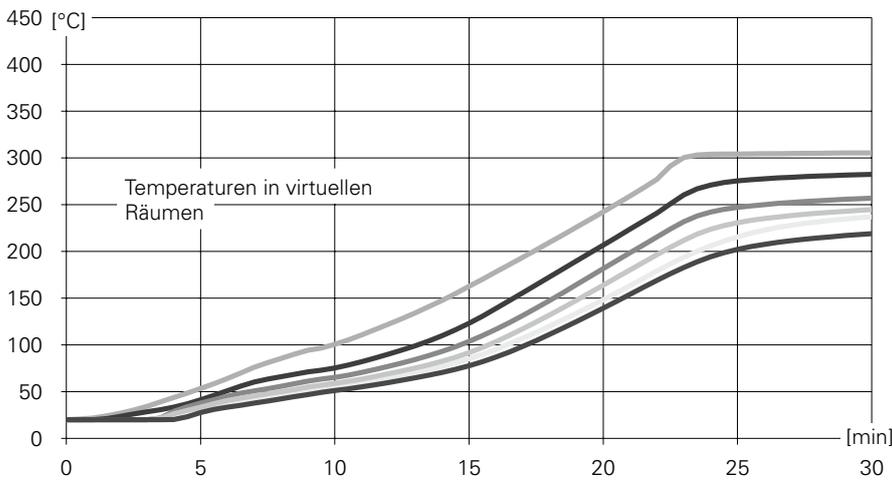
Bei Türen und Toren, die als Wärmeabzugsflächen angerechnet werden dürfen, ist die Wirksamkeit naturgemäß davon abhängig, dass die Feuerwehr rechtzeitig eintrifft und die Flächen im rechnerisch vorgesehenen Umfang öffnet. Für Verglasungen als Wärmeabzugsflächen gibt es keine systematischen Untersuchungen zum Öffnungsverhalten. Die Festlegungen in DIN 18230 sind eher normativ vereinbart. Wärmeabzugsflächen aus Materialien mit definierten Öffnungstemperaturen, so aus thermoplastischen Kunststoffen, sind insbesondere dann wichtig, wenn der Nachweis der Standsicherheit empfindlich ist gegenüber Annahmen bei den Öffnungsflächen.

**Für die gerade in Überarbeitung befindliche Muster-Industriebau-Richtlinie haben Sie ein Projekt beigesteuert, wonach mit einem – gegenüber den Mindestanforderungen der Richtlinie – verbesserten Rauchabzug die zulässige Größe des Brandabschnitts vergrößert werden darf. Können Sie dies kurz erläutern?**

Nun, bisher berücksichtigt die Richtlinie verschiedene Einflussgrößen, die den Erfolg der manuellen Brandbekämpfung und somit die Ausbreitungswahrscheinlichkeit von Bränden bestimmen. Der Rauchabzug war bislang nicht als Einflussgröße ausgewiesen, da dieser nachzuweisen war. Künftig wird es Mindestanforderungen geben, ohne geforderte Nachweisführung. Unstrittig ist, dass ein verbesserter Rauchabzug die Sicherheit dafür erhöht, dass ausreichende Sichtverhältnisse für die Brandbekämpfung bestehen. Anhand von Zuverlässigkeitsuntersuchungen konnte festgestellt werden, dass eine Verdoppelung der Rauchabzugsfläche bei gleichmäßiger Verteilung der NRWG die erwartete Brandfläche auf etwa 90 Prozent verringert. Damit kann die sonst zulässige Brandabschnittfläche um mindestens zehn Prozent vergrößert werden.

Temperaturen obere Gasschicht [°C] ohne Öffnungsflächen



**Temperaturen obere Gasschicht [°C] mit Öffnungsflächen  $A_h = 1,5\%$** 

**Damit die Wärmeabführung schnell und effektiv wirkt, wird eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Wärmeabzugsflächen gefordert. Bei den zur Raumbelichtung eingesetzten Lichtkuppeln oder Lichtbändern wird in der Regel eine Aufteilung von etwa 80 m<sup>2</sup> Grundfläche pro Oberlicht und bei Rauchabzügen von 200 m<sup>2</sup>/NRWG erreicht. Sind diese Flächen und diese Aufteilung für den Wärmeabzug mit nutzbar und ausreichend?**

Bei vornehmlich punktuell angeordneter Brandlast sollte auch der Wärmeabzug dort konzentriert sein. In allen anderen Fällen ist eine gleichmäßige Aufteilung sinnvoll. NRWG können ohnehin als Wärmeabzüge angerechnet werden; das gilt auch für thermoplastische Dachoberlichter mit vorgenannter Schmelztemperatur. Bei 1,5 m<sup>2</sup> je Öffnung resultieren ihre Angaben in eine horizontale Abzugsfläche von 2,6 Prozent. Gegenüber den Mindestanforderungen erhält man eine Abminderung von  $t_a$  auf 76 Prozent und Vergrößerung zulässiger Flächen um den Faktor 1,45. Ob das ausreichend ist, hängt davon ab, wie und was man bauen möchte. ■

### Wartung schafft Sicherheit

Damit Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) dauerhaft funktionstüchtig sind und eine lange Lebensdauer haben, müssen sie nicht nur fachgerecht installiert, sondern auch regelmäßig und sachkundig gewartet werden. Bauherren und Betreiber von Gebäuden sind gesetzlich dazu verpflichtet, für die Instandhaltung, Wartung und eventuelle Reparatur von RWA zu sorgen. Der FVLR empfiehlt, die RWA im Rahmen eines Wartungsvertrags durch eine anerkannte Fachfirma warten und gegebenenfalls instand setzen zu lassen. Damit ist gewährleistet, dass die Wartungsarbeiten regelmäßig und fachgerecht durchgeführt werden. Wie wichtig die Wartung für die Sicherheit im Brandfall ist, zeigt eine statistische Langzeiterhebung des FVLR bei dafür zertifizierten Wartungsunternehmen: Demnach sind fast 100 Prozent aller fachgerecht installierten und kontinuierlich von zertifiziertem Fachpersonal gewarteten RWA dauerhaft funktionstüchtig. Die ständig aktualisierte Statistik ist unter [www.fvlr.de/rwa\\_stat\\_funktionssicherheit.htm](http://www.fvlr.de/rwa_stat_funktionssicherheit.htm) abrufbar.

**FVLR**

Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V.

Ernst-Hilker-Straße 2  
32758 Detmold  
Telefon 0 52 31/3 09 59-0  
Telefax 0 52 31/3 09 59-29  
[www.fvlr.de](http://www.fvlr.de)  
[info@fvlr.de](mailto:info@fvlr.de)

REDAKTION UND GESTALTUNG:  
KOOB Agentur für Public Relations  
Solinger Straße 13  
45481 Mülheim an der Ruhr  
Telefon 02 08/46 96-0  
Telefax 02 08/46 96-300  
[www.koob-pr.com](http://www.koob-pr.com)  
[FVLR@koob-pr.com](mailto:FVLR@koob-pr.com)