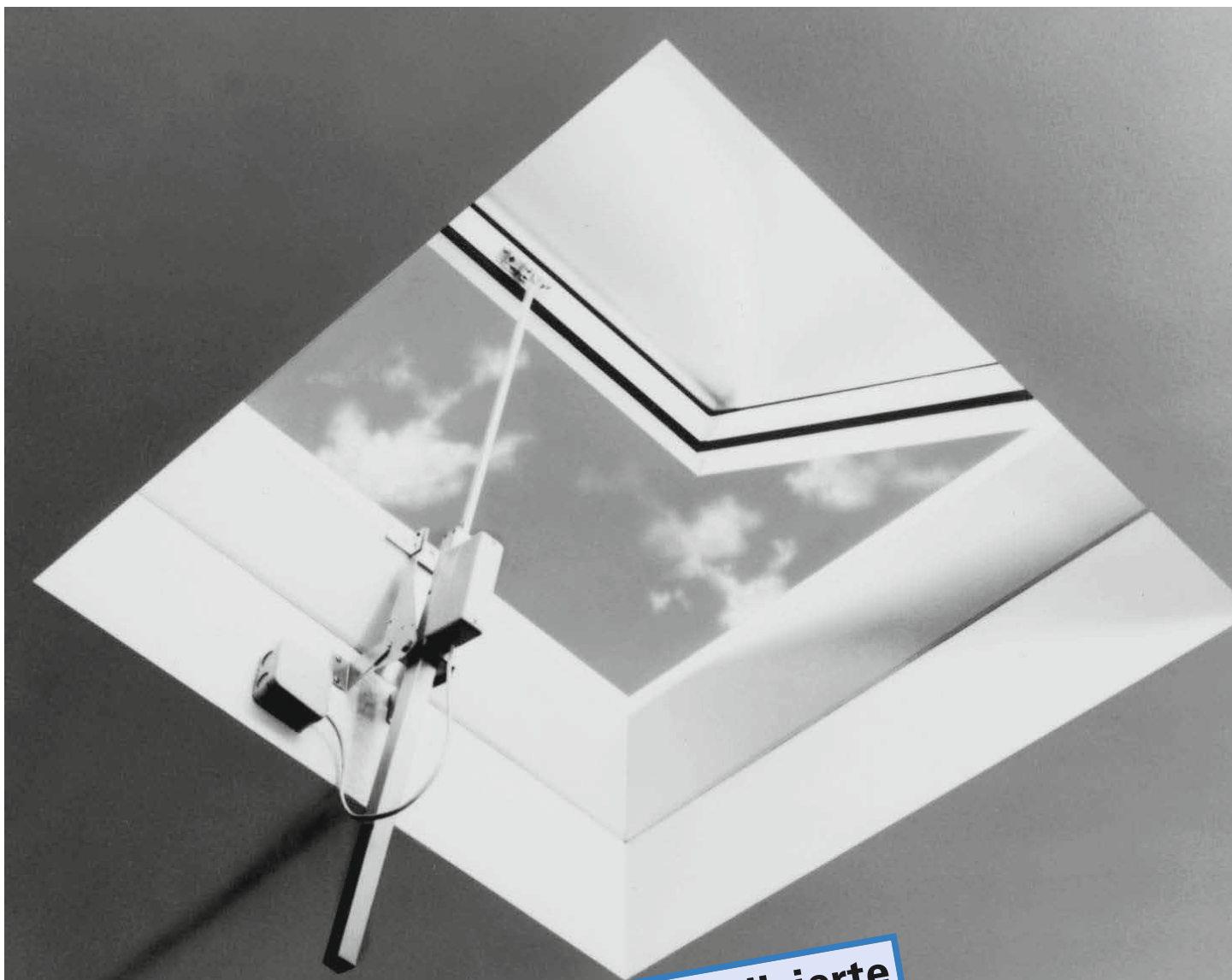


Lichtkuppeln und Lichtbänder



**Zusatznutzen: Raumlüftung
Grundlagen – Dimensionierung –
Berechnungsformeln**

**Aktualisierte
Neuaufgabe**

Inhalt

Vorwort

Gesetzliche Grundlagen

Produktivität und Betriebsklima

Natürliche Be- und Entlüftung

Dimensionierung einer
freien Lüftung

Berechnungsformeln

Auswahl der Geräte

Eckdaten zur Berechnung
– Checkliste

Weitere FVLR-Schriften

Zusammenfassung

FVLR

Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V.

Vorwort

Rauch- und



Klaus Meisen,
öffentlich bestellter
und vereidigter Sach-
verständiger für
Rauch- und Wärme-
abzugsanlagen

Wärmeabzugsanlagen
sind unverzichtbarer
Bestandteil wirksamer

Brandschutzkonzepte. Sie werden als Haubenlüfter, Jalousien oder Lichtkuppeln, teilweise in Lichtbändern integriert, eingebaut. Ihr Arbeitsprinzip ist einfach: Die heißen Brandgase steigen infolge des thermischen Auftriebs nach oben und werden über die Dachöffnungen nach außen abgeführt. Von unten kann kalte Luft nachströmen. Dadurch bleiben Flucht- und Rettungswege rauchfrei.

Dasselbe physikalische Naturgesetz kann auch zur täglichen Raumlüftung herangezogen werden. Wärme und verbrauchte Raumluft steigen nach oben und entweichen durch Öffnungen im Dach. Durch entsprechende Zuluftöffnungen wird von unten Frischluft zugeführt. Diese so genannte freie natürliche Lüftung kommt ohne Fremdenergie und aufwendige Anlagentechnik aus.

Für ihren rationellen Einsatz geben die in dieser Broschüre zusammengestellten Lüftungstechnischen Grundlagen Architekten, Planern und Bauherren wichtige Hinweise.

Gesetzliche Grundlagen

Einen großen Teil des Tages verbringt der Mensch am Arbeitsplatz. Menschengerechte Arbeitsbedingungen sind die Voraussetzung für die Erhaltung der Gesundheit und eine gute Leistungsfähigkeit. Die natürliche Be- und Entlüftung durch Lichtkuppeln und Lichtbänder verbessert auf wirtschaftliche Weise die Luftverhältnisse am Arbeitsplatz.

Ein bedeutender Schritt zur Humanisierung des Arbeitslebens war 1975 die Einführung der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), die im August 2004 den Regelungen der Europäischen Arbeitsstätten-Richtlinie angepasst wurde. Sie enthält die Grundlagen für eine menschengerechte Gestaltung aller Arbeitsplätze. Dabei werden die Grundforderungen des Baurechts hinsichtlich der besonderen Bedürfnisse des Arbeitsschutzes ergänzt.

ArbStättV Anlage 1 Punkt 3.6

Ein wichtiger Grundsatz des betrieblichen Gesundheitsschutzes ist in der Anlage 1 zur ArbStättV in Punkt 3.6 Lüftung (1) festgelegt: „In umschlossenen Arbeitsräumen muss unter Berücksichtigung der Arbeitsverfahren, der körperlichen Beanspruchung und der Anzahl der Beschäftigten sowie der sonstigen anwesenden Personen ausrei-

chend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein.“

ArbStättV Anlage 1 Punkt 3.5

Zusätzlich wird im Punkt 3.5 Raumtemperatur (1) der Anlage 1 der ArbStättV gefordert, dass eine gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur bestehen muss sowie unter (2), dass Oberlichter eine Abschirmung gegen übermäßige Sonneneinstrahlung ermöglichen müssen.

ASR 5

Die gegenwärtig gültige Arbeitsstätten-Richtlinie 5 definiert Lüftung als „Erneuerung der Raumluft durch direkte oder indirekte Zuluft durch Außenluft.“ Sie kann erfolgen durch freie Lüftung oder Lüftungstechnische Anlagen. Unter freier Lüftung ist eine Lüftererneuerung zu verstehen, die durch Ausnutzung der natürlichen Druckunterschiede infolge von Wind und/oder Temperaturunterschieden zwischen innen und außen ohne Verwendung von Ventilatoren hervorgerufen wird.



Natürliche Lüftung verbessert das Raumklima.

Hinsichtlich der Luftqualität legt ASR 5 fest: „Ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft ist in Arbeitsräumen dann vorhanden, wenn die Luftqualität im Wesentlichen der Außenluftqualität entspricht, es sei denn, dass außergewöhnliche Umstände die Außenluftqualität beeinträchtigen.“ Außergewöhnliche Umstände sind z. B.: enge, sehr verkehrsreiche Straßen in Tallage ohne ausreichend regelmäßige Windbewegungen; unmittelbare Nähe von Produktionsanlagen mit starker Geruchsbelastigung.

Anforderungen an die freie Lüftung

Hinsichtlich der baulichen Lösungsmöglichkeiten werden vier Systeme unterschieden (s. Abb. 1). Die freie Lüftung unter Einsatz von Lichtkuppeln und Lichtbändern ist den Systemen II und IV zuzuordnen. Je nach Arbeitsverfahren und körperlicher Beanspruchung des Arbeitnehmers wird bei der Bemessung der Lüftungsöffnungen zusätzlich nach Raumgruppen gemäß Abb. 2 unterschieden. In Abhängigkeit von den Raumgruppen ergeben sich dann gemäß Abb. 3 die erforderlichen Lüftungsquerschnitte bezogen auf einen Quadratmeter Bodenfläche.

Die Be- und Entlüftungsöffnungen sind so anzuordnen, dass eine ausreichend gleichmäßige Durchlüftung der Arbeitsräume gewährleistet ist. Durch Verstellbarkeit muss eine Verringerung der Lüftungsquerschnitte möglich sein. Bei natürlicher Lüftung müssen mindestens Lüftungsquerschnitte nach Abb. 3 vorhanden sein.

Abb. 1: Tabelle der Systeme der freien Lüftung nach ASR 5

System I	einseitige Lüftung mit Öffnungen in einer Außenwand (Zu- und Abluftöffnungen). Gemeinsame Öffnungen sind zulässig; Zu- und Abluftquerschnitte sind zu addieren. Angenommene Luftgeschwindigkeit im Querschnitt 0,08 m/s.
System II	Querlüftung mit Öffnungen in gegenüberliegenden Außenwänden oder in einer Außenwand und der Dachfläche. Angenommene Luftgeschwindigkeit im Querschnitt 0,14 m/s.
System III	Querlüftung mit Öffnungen in einer Außenwand und bei gegenüberliegendem Schacht (Schachtlüftung). Die angegebenen Querschnitte beziehen sich auf einen Schacht von 80 cm ² freien Querschnitt und 4 m Höhe. Von der Höhe sind 3 m gegen Auskühlung geschützt. Angenommene Luftgeschwindigkeit im Querschnitt 0,21 m/s.
System IV	Querlüftung mit Dachaufsätzen (Dachaufsatzlüftung), wie z. B. Kuppel, Laterne, Deflektor und Öffnungen in einer Außenwand oder gegenüberliegenden Außenwänden. Angenommene Luftgeschwindigkeit im Querschnitt 0,21 m/s.

Abb. 2: Tabelle der Raumgruppen nach ASR 5

Raumgruppe A	Arbeitsräume mit Arbeitsplätzen für überwiegend sitzende Tätigkeit
Raumgruppe B	Arbeitsräume mit Arbeitsplätzen für überwiegend nicht-sitzende Tätigkeit, Verkaufsräume, Friseurräume und vergleichbare Räume
Raumgruppe C	Arbeitsräume mit Arbeitsplätzen für <ul style="list-style-type: none"> überwiegend sitzende und nicht-sitzende Tätigkeit, wobei im Raum betriebsbedingt mit starker Geruchsbelastigung, z. B. durch geruchsintensive Ware, Arbeitsstoffe und dgl. zu rechnen ist. schwere körperliche Arbeit

Abb. 3: Tabelle der Lüftungsquerschnitte für freie Lüftung nach ASR 5

System	Lichte Raumhöhe (H)	Max. zul. Raumtiefe in Abhängigkeit der lichten Raumhöhe (H) in m *	Zuluft- und gleichgroßer Abluftquerschnitt pro m ² Bodenfläche in cm ²		
			Raumgruppe A	Raumgruppe B	Raumgruppe C
I	bis 4 m	2,5 x H	200	200	500
II	bis 4 m	5,0 x H	120	200	300
III	bis 4 m	5,0 x H	80	140	200
IV	über 4 m	5,0 x H	80	140	200

* Diese Spalte gibt an, bis zu welcher Raumtiefe die verschiedenen Systeme der freien Lüftung in Abhängigkeit von der Raumhöhe noch anwendbar sind.

Luftdurchsatz

Als Orientierungswert für die vereinfachte Dimensionierung einer natürlichen Lüftung kann eine Zuluftfläche und eine gleich große Abluftfläche von jeweils 0,02 m² je m² Hallengrundfläche (2%) angenommen werden. Unter Berücksichtigung einer nach ASR 5 (System IV, Raumgruppe C) angenommenen Luftgeschwindigkeit von 0,21 m/s in der Zu- und Abluftöffnung ergibt sich damit ein erforderlicher Luftdurchsatz von ca. 15 m³/h je m² Hallengrundfläche. Bei einer Hallenhöhe von 7,5 m wird somit mindestens ein zweifacher Luftwechsel gefordert (vgl. Abb. 10 auf Seite 6).

Raumluftgeschwindigkeit

Jede Lüftung ist so auszulegen, dass an den Arbeitsplätzen keine Zugluft auftritt. Ob Zugluft als störend empfunden wird, hängt vorwiegend von Lufttemperatur und -geschwindigkeit ab. Üblicherweise treten bei einer Lufttemperatur von 20°C und bei einer Luftgeschwindigkeit unter 0,2 m/s keine Zuglufterscheinungen auf. Dieser Wert ist jedoch stark abhängig von der Empfindlichkeit der Beschäftigten, der Kleidung, dem Grad der körperlichen Anstrengung und der Temperatur. Bei der Bemessung von Abluftflächen besteht in der Regel keine Gefahr von Zuglufterscheinungen.

Produktivität und Betriebsklima

Das richtige Raumklima ist nicht nur ein wesentlicher Bestandteil eines humanen Arbeitsumfeldes, sondern zugleich ein wichtiger Produktivitätsfaktor. Kein Mensch kann optimale Arbeitsergebnisse erzielen, wenn das Klima an seinem Arbeitsplatz nicht stimmt.

Jeder Mensch braucht ausreichend Sauerstoff und Frischluft, um arbeiten zu können. Dämpfe und Stäube,

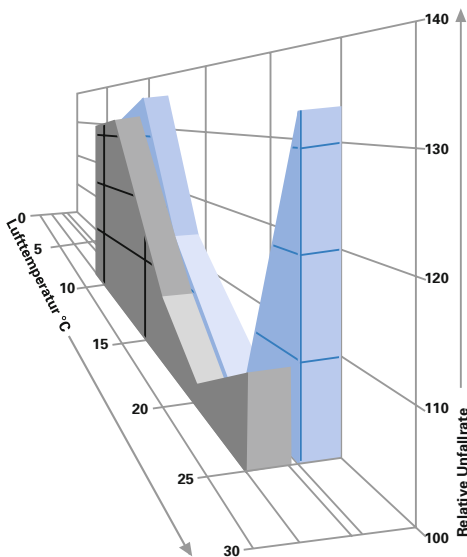


Abb 4: Diagramm zur Unfallrate in Abhängigkeit von Umgebungstemperaturen

Hitze, schädliche Gase und Sauerstoffmangel beeinträchtigen die menschliche Gesundheit und damit auch die Leistungsfähigkeit. Schlechte Lüftungs- und Temperaturverhältnisse bewirken eine Minderung des Wohlbefindens und der Reaktionsfähigkeit. Die Folgen sind die Zunahme von Arbeitsunfällen und Fehlern sowie die Abnahme der Leistungsfähigkeit.

20 °C ↓ bei 50 % rel. Feuchtigkeit ↓ 35-40 °C	1. Behaglichkeitstemperatur	voll leistungsfähig
	2. Unbehaglichkeit Reizbarkeit Konzentrationsmangel Leistungsabfall bei geistiger Arbeit	psychische Störungen
	3. Zunahme von Arbeitsfehlern Leistungsabfall bei Arbeiten, die Geschicklichkeit erfordern Zunahme von Unfällen	psycho-physiologische Störungen
	4. Leistungsabfall bei Schwerarbeit Störung des Wasser- und Salzhaushaltes Starke Belastung von Herz und Kreislauf Starke Ermüdung und drohende Erschöpfung	physiologische Störungen
	5. Höchsterträgliche Temperaturgrenze	arbeitsunfähig

Abb. 5: Tabelle zum Zusammenhang zwischen Leistungsfähigkeit und Raumtemperatur

Optimale Lüftung erhöht die Produktivität

Klimatische Störfaktoren wie zu hohe Umgebungstemperaturen und schlechte Luft wirken sich negativ auf die Effizienz und die Sicherheit der Beschäftigten aus. Untersuchungen von Arbeitspsychologen und Werksärzten haben ergeben: Mit jedem Grad Temperatursteigerung über 20 °C sinkt die Produktivität.

Bereits ab einer Raumtemperatur von 24 °C setzt eine deutliche Leistungsminderung ein. Sind die klimatischen Umgebungsbedingungen, d.h. Lufttemperatur, Luftbewegung, Luftfeuchtigkeit und Sauerstoffgehalt der Luft, jedoch ausgeglichen, bleibt die Leistung relativ stabil.

Leistung in Prozent

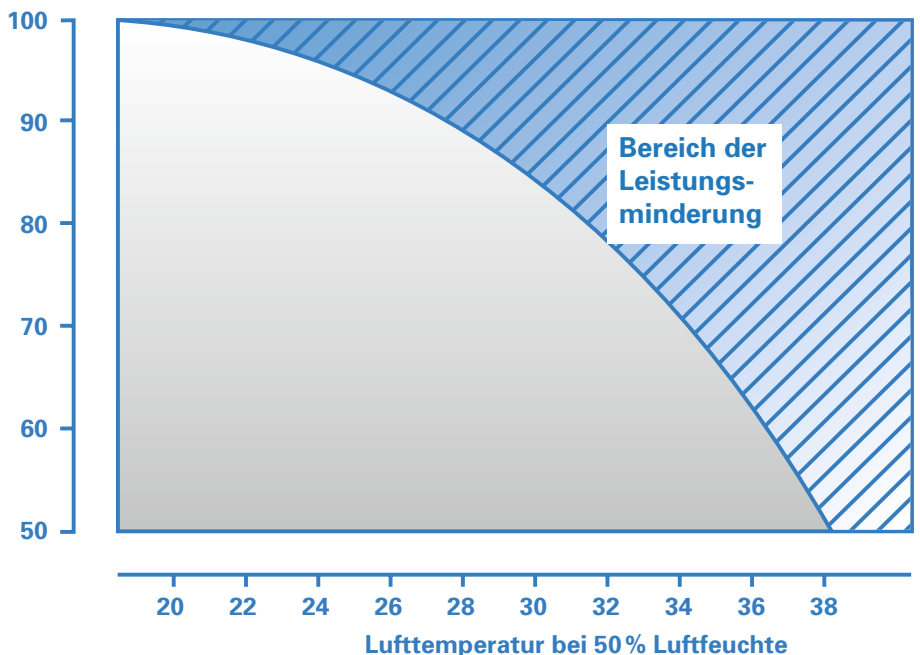


Abb 6: Diagramm zum Leistungsabfall in Abhängigkeit von der Raumtemperatur

Natürliche Be- und Entlüftung

Ausgeglichene Raumlufthverhältnisse sind durch öffnere Lichtkuppeln und Lichtbänder ohne großen anlagentechnischen Aufwand realisierbar.

Wird die warme Luft durch Dachöffnungen abgeleitet und kann von unten frische Außenluft nachfließen, kommt es auf natürliche Weise zu einer kontinuierlichen Lüfterneuerung. Ein Anstieg der Raumtemperatur erhöht den thermischen Auftrieb der Warmluft. Das Prinzip ist einfach. Dennoch sind die exakte Berechnung und Messung des freien Luftwechsels nur schwer durchführbar.

Das Behaglichkeitsempfinden ist bei allen Menschen unterschiedlich und von einer Vielzahl von Einflussgrößen abhängig. Die wichtigsten Daten zur Definition eines bestimmten Luftzustandes sind die Effektivtemperatur sowie Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur.

Effektivtemperatur

Die Effektivtemperatur ist ein Behaglichkeitsmaßstab, der das subjektive Temperaturempfinden des menschlichen Körpers bei unterschiedlicher Luftgeschwindigkeit, Luft- und Feuchttemperatur sowie Bekleidung beschreibt.

Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur

Soll der Mensch sich wohlfühlen, ist die Luftfeuchte – bei einer Normaltemperatur von 20 bis 22 °C – zwischen 35 bis 65 % zu halten. Bei höheren Raumtemperaturen bis zu 26 °C sollte sie nicht über 55 % liegen.

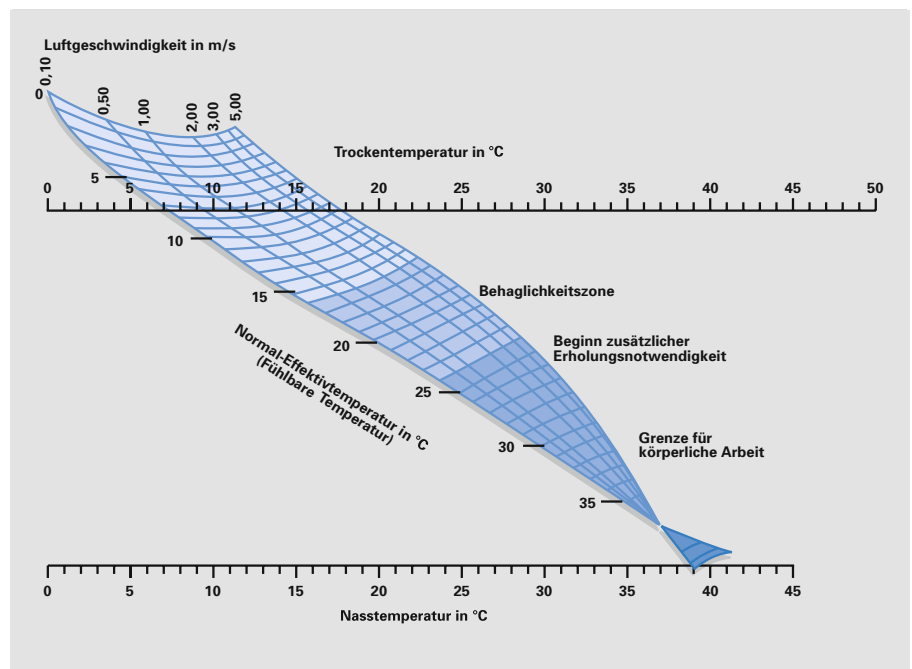


Abb. 7: Diagramm zum subjektiven Temperaturempfinden

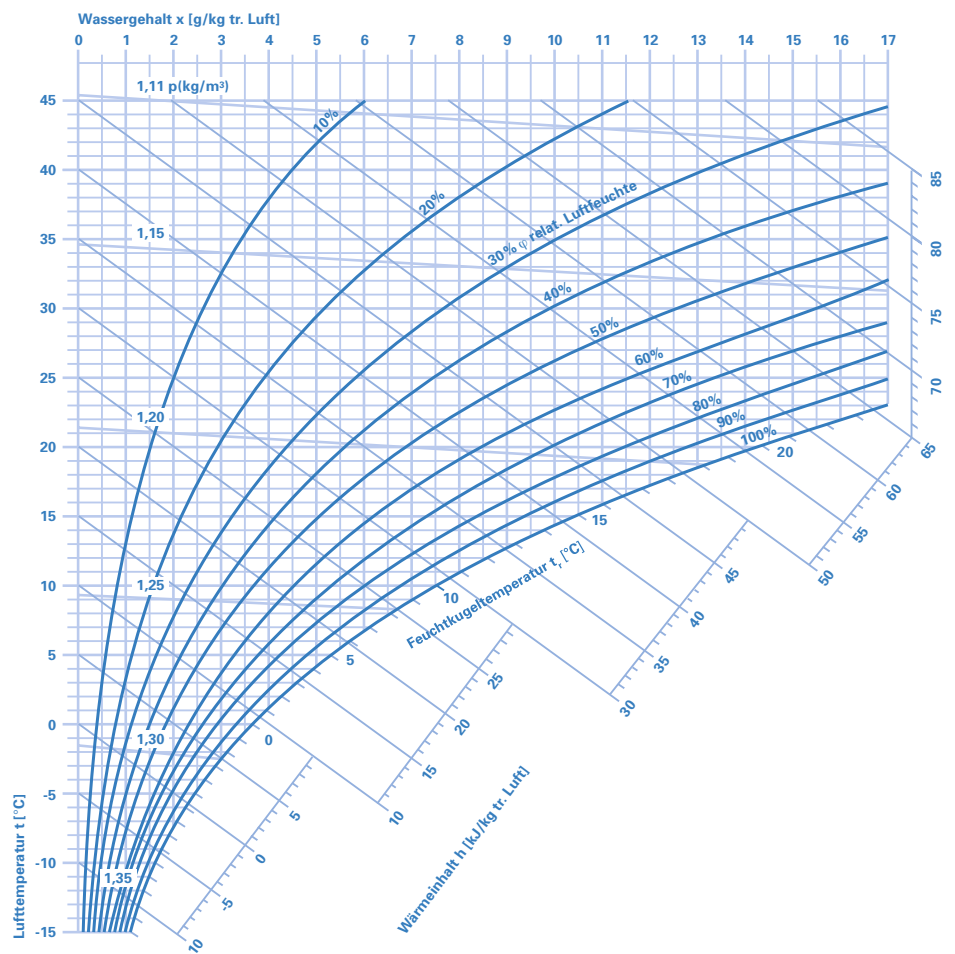


Abb. 8: Das Mollier-Diagramm (hx-Diagramm) verdeutlicht die komplexen Zusammenhänge zwischen der Lufttemperatur und dem relativen bzw. absoluten Feuchtegehalt der Luft.

Dimensionierung einer freien Lüftung

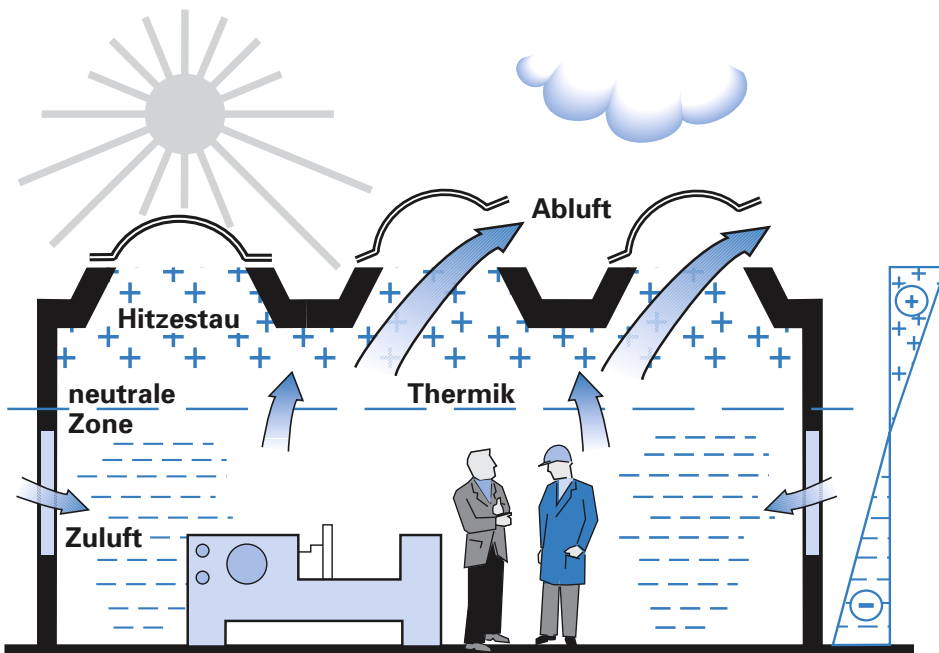


Abb. 9: Funktionsprinzip einer natürlichen Lüftung

Das Prinzip der natürlichen Lüftung durch öffnbare Lichtkuppeln und Lichtbänder ist in nahezu allen Betrieben anwendbar. Einmal installiert, verursacht das Lüftungssystem keine Kosten mehr, denn es arbeitet weitgehend energie- und wartungsfrei. Es muss jedoch – wie jedes Lüftungssystem – professionell konzipiert werden, um einen spürbaren Nutzeffekt gewährleisten zu können.

Grundlage jeder Lüftungstechnischen Berechnung ist die Bestimmung des zu erwartenden Wärmeaufkommens. Die Intensität des Abluftvolumens richtet sich nach dem Dichteunterschied bzw. der Temperaturdifferenz zwischen der

Innen- und Außenluft sowie der Gebäudehöhe.

Wärmeaufkommen

Die körperliche Aktivität eines Menschen beeinflusst seine Wärmeabgabe. Bei sitzender Tätigkeit erzeugt ein Mensch rund 100 W; bei schwerer körperlicher Tätigkeit können es mehr als 200 W sein. Maschinen und Beleuchtung tragen in modernen Arbeitsstätten den überwiegenden Teil zum Wärmeaufkommen bei (s. Abb. 11). Als Richtwert kann gelten, daß 30 bis 40 % der installierten Leistung in Form von Wärme an die Raumluft abgegeben werden.

Neben dem inneren, produktionsbedingten Wärmeaufkommen ist im Sommer auch die äußere Wärme-

last zu berücksichtigen, die durch Sonneneinstrahlung auf das Gebäude einwirkt.

Abb. 12: Richtwerte r für den Temperaturanstieg

Kaltbetriebe	0,6–1,0 K/m
Mittelbetriebe	1,0–1,3 K/m
Warmbetriebe	1,3–1,6 K/m

Temperaturanstieg

Infolge des thermischen Auftriebs steigt die warme Luft nach oben. Sie bewirkt einen kontinuierlichen Anstieg der Raumtemperatur in Abhängigkeit von der Raumhöhe. Zur Bemessung der täglichen Lüftung gelten für das Maß dieses Temperaturanstiegs je nach Betriebsart die Richtwerte entsprechend Abb. 12.

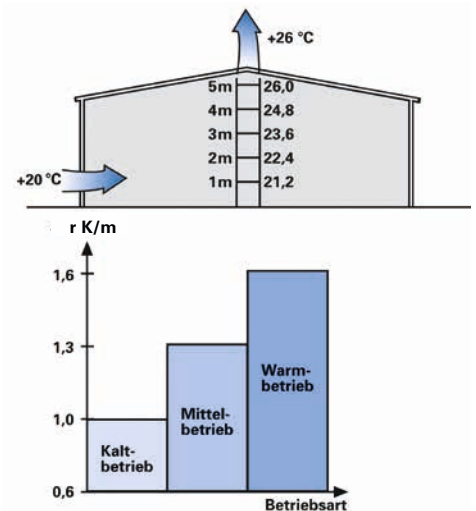


Abb. 13: Darstellung des Temperaturanstiegs

In einem Warmbetrieb steigt die Temperatur also pro Meter Hallenhöhe um 1,2 K. Bei einer Hallenhöhe von 5 m und einer angenommenen Außentemperatur von +20 °C wird sich die Luft infolge des Wärmeaufkommens im Gebäude an der höchsten Stelle der Halle bis auf +26 °C erwärmen.

Abb. 10: Empfehlungen für die Luftwechselrate

Werkstätten allgemein	2–5
Schweißereien	5–8
Lackierereien	10–30
Lagerhalle Maschinenbau	1–2
Lagerhalle Lebensmittel	4–10
Papier- und Druckindustrie	6–15

Abb. 11: Anhaltswerte für das Wärmeaufkommen

Maschinenbaubetrieb	120 W/m ²
Glüherei	110 W/m ²
Schmiedehalle	400 W/m ²
Kunststoffspritzerei	350 W/m ²

Berechnungsformeln

Zur Berechnung der Lüftungsquerschnitte für eine freie Lüftung durch öffnbare Lichtkuppeln und Lichtbänder sind neben der Wärmelast auch der erforderliche Luftdurchsatz und der thermische Auftrieb von Bedeutung.

Wärmelast

Die Wärmelast kann entweder durch messtechnische Analyse in einem vergleichbar genutzten Gebäude oder durch Berechnung über die installierten Maschinen- und sonstigen Energieanschlussleistungen ermittelt werden. Die Gesamtwärmelast (Q_{ges}) aus innerer Wärmelast (Q_i) und äußerer Wärmelast (Q_a) ist über die natürliche Lüftung abzuführen.

Luftdurchsatz (erforderlicher Volumenstrom)

Mit der ermittelten Wärmemenge und dem festgelegten Temperaturanstieg kann die erforderliche Luftmenge zur Abführung der Wärmelast bestimmt werden.

Thermischer Auftrieb

Der thermische Auftrieb ist sozusagen der „Motor“ der freien Lüftung. In Abhängigkeit von der Gebäudehöhe und dem Temperaturanstieg ist er das Maß für die Geschwindigkeit, mit der die warme Luft nach oben steigt und durch die Dachöffnungen abströmt.

Wirksame Abluftfläche

Mit dem ermittelten Luftdurchsatz und der berechneten Luftgeschwindigkeit kann über eine Formel die Größe der erforderlichen Entlüftungsfläche bestimmt werden. ■

Formel Gesamtwärmelast in kW:

$$Q_{ges} = Q_i + Q_a$$

Formel erforderlicher Volumenstrom in m^3/s :

$$V_{erf} = Q_{ges} / \rho_L \times c_{pL} \times \Delta T$$

Formel thermische Auftriebsgeschwindigkeit in m/s :

$$w_{th} = \sqrt{0,5 \times g \times h \times \Delta T / T_a}$$

Formel wirksame Abluftfläche in m^2 :

$$A_{wirk} = V_{erf} / w_{th}$$



Abb. 14/15:
Weniger
witterungs-
abhängige
Lüftung

Auswahl der Geräte

Die für die natürliche Lüftung notwendigen Durchdringungen sind in vielen Gebäuden ohnehin vorhanden, wenn großflächige bzw. innenliegende Räume mit Tageslicht zu versorgen sind. Insbesondere im Industriebau haben sich Lichtkuppeln und Lichtbänder als funktionale und wirtschaftliche Bauteile durchgesetzt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei entsprechender Ausrüstung gleich dreifacher Nutzen aus den Dachlichtelementen gezogen werden kann.

Lichtkuppeln und Lichtbänder werden in vielen Formen, Materialien und Konstruktionen angeboten. Sie bestehen aus lichtdurchlässigen Kunststoffen, die sich über Jahrzehnte bewährt haben und heute als zuverlässig und langzeithaltbar angesehen werden. Neben starren Lichtkuppeln und Lichtbändern, die ausschließlich der natürlichen Beleuchtung mit Tageslicht dienen, stehen auch Dachlichtelemente mit Öffnungsmechanismus zur Verfügung. Sie erbringen den kostenlosen Zusatznutzen der natürlichen Entlüftung. Darüber hinaus erfüllen sie mit entsprechender Zusatzausstattung auch noch als Rauch- und Wärmeabzüge die Anforderungen des vorbeugenden Brandschutzes.

Tägliche Lüftung und Rauchabzug im Brandfall

Bei der Auswahl der Dachlichtelemente stehen zweckmäßigerweise zunächst die tageslichttechnischen Anforderungen im Vordergrund. Danach ist die Öffnungsfläche für die tägliche Lüftung und ggf. – je nach maßgebendem Regelwerk – die aerodynamisch wirksame oder die geometrische Brandlüftungs-

fläche für die Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA) zu bestimmen (siehe Heft 2 der Broschürenreihe des FVLR: Rauch- und Wärmeabzugsanlagen). Aus sicherheitstechnischen Gründen ist die Bemessung der RWA bei der Anlagendimensionierung vorrangig.

Wird zur täglichen Lüftung der gleiche Öffner genutzt wie im Brandfall, kann für Lüftung und Rauchabzug die gleiche Öffnungsfläche angesetzt werden. In diesem Fall müssen jedoch die Lichtkuppeln bzw. Lichtbänder für die tägliche Lüftung vollständig geöffnet werden, was eine witterungsunabhängige Lüftung ausschließt. Man spricht hier auch von einer Schönwetterlüftung.

Es ist daher zu empfehlen, für die Dachlichtelemente, die für die tägliche Lüftung genutzt werden, nur eine reduzierte Öffnungsfläche anzusetzen. Dadurch wird auch bei geringem Öffnungswinkel eine funktionsfähige und weniger regenabhängige Dauerlüftung ermöglicht.

Eine Haftung oder Gewährleistung aus dieser Veröffentlichung wird ausdrücklich ausgeschlossen.

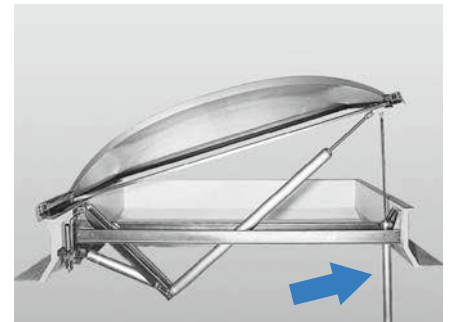


Abb. 16: Pneumatiktrieb

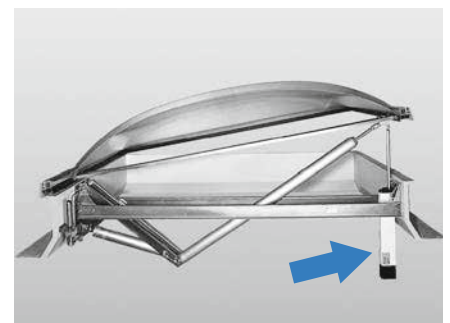


Abb. 17: Elektroantrieb

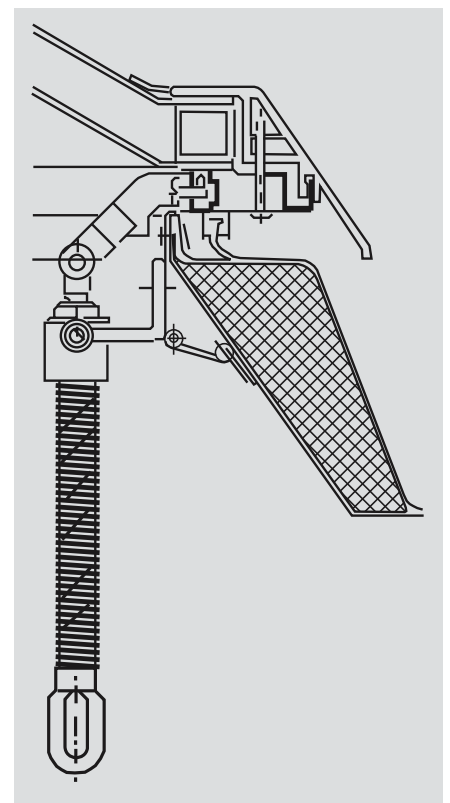


Abb. 18: Spindeltrieb

Zuluftöffnungen

Wie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen können auch Dachlichtelemente zur täglichen Lüftung die Abluft nur dann wirksam nach außen leiten, wenn im unteren Bereich des Gebäudes ausreichend Frischluft nachströmen kann. Zur Vermeidung von Zuglufterscheinungen sollten die Zuluftöffnungen sorgfältig dimensioniert werden. Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass die Zuluftfläche für die Rauch- und Wärmeabzugsanlage auch für die tägliche Lüftung ausreicht. Die Zuluftgeschwindigkeit sollte in der Regel unter 0,5 bis 1,0 m/s liegen. Insbesondere wenn sich Arbeitsplätze in unmittelbarer Nähe von Zuluftöffnungen befinden, sind

unter Umständen geringere Zuluftgeschwindigkeiten erforderlich.

Antrieb und Steuerung

Die zur täglichen Lüftung dienenden Dachlichtelemente können mit verschiedenen Öffnungsaggregaten ausgestattet werden. Für kleine Einzelgeräte ist in der Regel ein manueller Huböffner ausreichend. Bei größeren Formaten empfiehlt sich der Einsatz eines Spindelöffners. Dieser Öffner ermöglicht eine stufenlose Verstellmöglichkeit über eine Handkurbel. Für hohe Hallen und/oder eine größere Anzahl von Geräten sind elektromotorische Antriebe (230 V/24 V) vorzuziehen. In Industriebetrieben, in denen Druckluft vorhanden ist, bieten sich Pneu-

matikzylinder an, die üblicherweise nur eine AUF/ZU-Stellung erlauben.

Die Lüftungsfunktion wird über einen eigenen Schaltkasten mit separaten Lüftungstastern betrieben. In Verbindung mit einer Wind- und Regenautomatik können die Lüftungsgeräte bei Regen bzw. unzulässig hohen Windgeschwindigkeiten automatisch geschlossen werden. Grundsätzlich ist in jedem Fall sichergestellt, dass die RWA-Auslösung im Brandfall immer Vorrang vor der Steuerung der täglichen Lüftung und der Wind- und Regenautomatik hat.

Eckdaten für die Berechnung – Checkliste

Die Berechnung einer natürlichen Lüftung mit Lichtkuppeln und Lichtbändern ist komplex und umfangreich. Die Fachberater der Mitgliedsfirmen des FVLR stehen Planern und Architekten dabei gerne unterstützend zur Seite. Um eine funktionsgerechte Bemessung durchführen zu können, sollten die nachfolgenden Eckdaten bzw. Berechnungsgrößen zur Verfügung stehen.

Erläuterungen/Berechnungen

Gebäudedaten

Gebäudegrundfläche A_H (m²)

Mittlere Gebäudehöhe H_m (m)

Oberlichtfläche A_{DL} (m²)

Restdachfläche A_{FD} (m²)

$$A_{FD} = A_H - A_{DL}$$

Daten zum Wärmeeufkommen

Nutzungsbedingte Wärmelast q_i (W/m²)

Anhaltswerte s. Abb. 11 (S. 6)

innere Wärmelast Q_i (kW)

$$Q_i = A_H \times q_i \times 10^3$$

Sonnenintensität I (kW/m²)

geographisch bedingt

Energiedurchlassgrad der Oberlichter g_e

geräte- und materialabhängig

Versprossungsfaktor der Oberlichter k_1

geräteabhängig

Verschmutzungsfaktor der Oberlichter k_2

standortbedingt

Wärmelast der Oberlichter Q_{DL}

$$Q_{DL} = A_{DL} \times I \times g_e \times k_1 \times k_2$$

Strahlungsfaktor y

U-Wert-abhängig

Absorptionsfaktor der Dachfläche α

materialabhängig

Wärmelast der Restdachfläche Q_{FD} (kW)

$$Q_{FD} = A_{FD} \times I \times y \times \alpha$$

äußere Wärmelast Q_a (kW)

$$Q_a = Q_{DL} + Q_{FD}$$

Gesamtwärmelast Q_{ges} (kW)

$$Q_{ges} = Q_i + Q_a$$

$$V_{\text{erf}} = 80.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

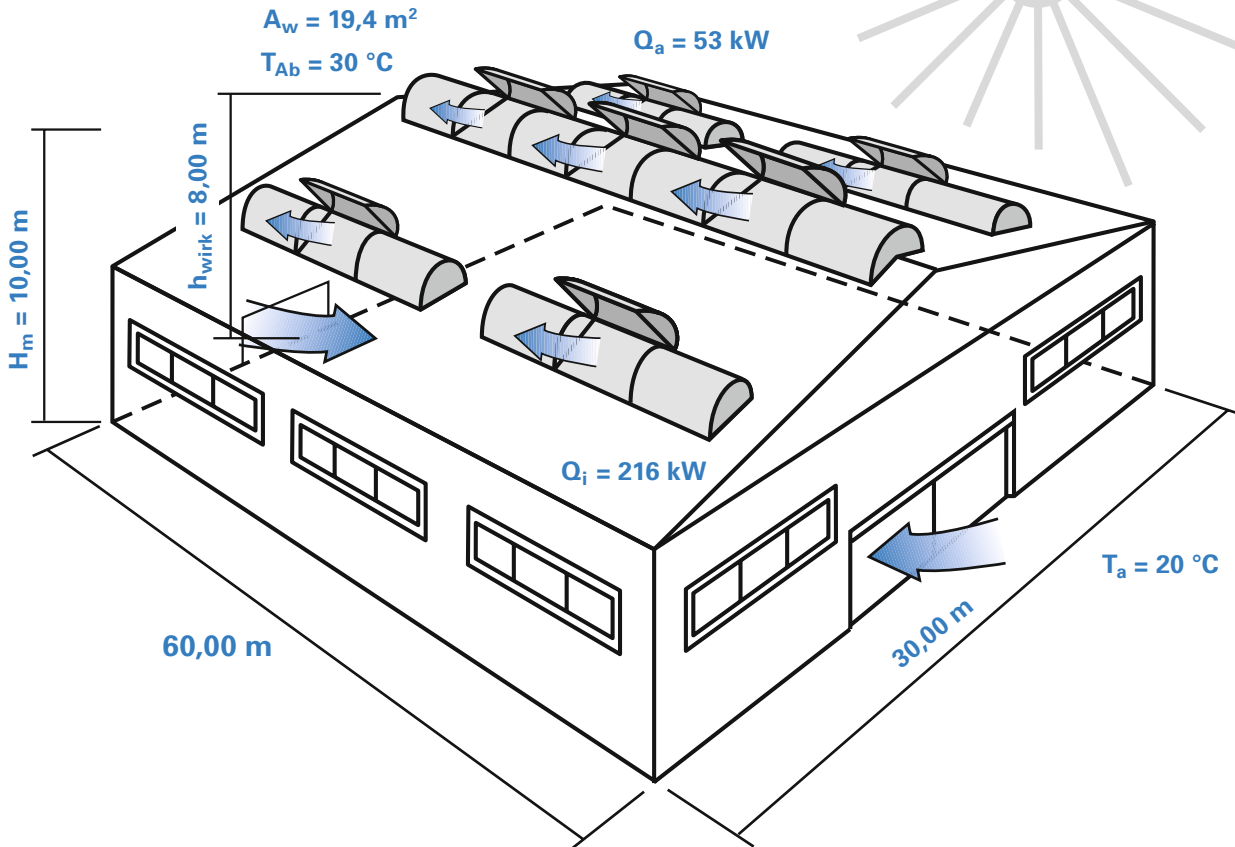


Abb. 19: Beispiel einer Produktionshalle

Temperaturanstieg

Richtwert Temperaturanstieg r (K/m)	Richtwert s. Abb. 12 (S. 6)
wirksame Hallenhöhe h_{wirk} (m)	von Mitte-Zuluftöffnung bis Mitte-Abluftöffnung
Temperaturanstieg ΔT (K)	$\Delta T = h_{\text{wirk}} \times r$

Erforderlicher Volumenstrom

spezifische Wärme der Luft c_{pL} (kJ/(kg K))	konstant: 1,004
Dichte der Luft ρ_{L} (kg/m ³)	konstant: 1,2 (bei 20 °C)
erforderlicher Volumenstrom V_{erf}	$V_{\text{erf}} = Q_{\text{ges}} / \rho_{\text{L}} \times c_{\text{pL}} \times \Delta T$

Thermische Auftriebsgeschwindigkeit

Erdbeschleunigung g (m/s ²)	konstant: 9,81
Außentemperatur T_{a} (K)	z.B. bei 20 °C: 293 K
thermische Auftriebsgeschwindigkeit	$w_{\text{th}} = \sqrt{0,5 \times g \times h_{\text{wirk}} \times \Delta T / T_{\text{a}}}$

Abluftfläche A_{wirk}

$$A_{\text{wirk}} = V_{\text{erf}} / w_{\text{th}}$$

Zusammenfassung

Lichtkuppeln und Lichtbänder sind Bauteile mit hoher Wirtschaftlichkeit, insbesondere wenn ihre Multifunktionalität voll ausgenutzt wird. Sie versorgen großflächige bzw. innenliegende Räume nicht nur mit kostenlosem Tageslicht, sondern können gleichzeitig zur täglichen Entlüftung sowie als Rauch- und Wärmeabzüge im Brandfall herangezogen werden. Der bei RWA-Geräten für die Lüftungsfunktion erforderliche Zusatzaufwand ist gering.

Eine natürliche Lüftung mit Lichtkuppeln und Lichtbändern stellt eine energie- und kostensparende Lösung zur Schaffung guter Luftkonditionen dar. Die natürliche Lüftung kommt ohne komplizierte Anlagentechnik aus. Die zur Lüftung eingesetzten RWA-Geräte weisen aufgrund der besonderen Prüfung nach DIN 18232 Teil 3 eine hohe Dauerzuverlässigkeit auf.

Um ihre Wirksamkeit sicherzustellen, muss eine Lüftung fachgerecht ausgelegt und dimensioniert werden. Fachleute der FVLR-Mitgliedsfirmen haben die entsprechende Kompetenz, die erforderlichen Berechnungen durchzuführen und Planer und Architekten bei der Auslegung und Geräteauswahl zu beraten und zu unterstützen.

Weitere FVLR-Schriften

FVLR-Publikationen zum Thema vorbeugender Brandschutz können als Einzel-exemplare kostenlos angefordert werden unter www.fvlr.de/publikationen.htm.

Heft 2: Praxis der Projektierung von RWA mit der Neufassung der DIN 18 232-2 als der allgemein anerkannten Regel der Technik zur Rauch- und Wärmefreihaltung.



Heft 4: Verbesserte Brandschutzkonstruktionen für Lichtkuppeln, Lichtbänder und RWG nach DIN 18 234. Wichtige Detailinformationen für Planer und Bauleiter.



Heft 5: Tipps und Hinweise für die Planung und Ausführung von Lichtkuppeln und Lichtbändern. Eine detaillierte Übersicht über Dachanschlüsse für alle am Dach Beteiligten.



Heft 7: Wartung und Instandhaltung von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. Ein Ratgeber zur Sicherstellung der Funktion von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen.



Heft 12: Rauchabzug im modernen Brandschutz. Experten berichten aus Wissenschaft und Praxis und stellen integrierte Brandschutzkonzepte vor.



Heft 16: Ergebnis eines Forschungsprojektes zur Entrauchung von Räumen über Rauchabzüge in Wänden.



Der FVLR stellt sich vor

■ Der FVLR Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V. wurde 1982 gegründet. Er repräsentiert die deutschen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA). Langjähriges Know-how und technisch qualifizierte Mitarbeiter bilden die Grundlage für umfassende und aktive Beratung von Architekten, Planern und Anwendern bei der Projektierung, Ausführung und Wartung von Dachoberlichtern und RWA. Lichtkuppeln und Lichtbänder erfüllen vielfältige Aufgaben in der Architektur. RWA sind unverzichtbare Bestandteile des vorbeugenden baulichen Brandschutzes. Der FVLR leistet europaweit produktneutrale und fundierte Forschungs- und Informationsarbeit. Er ist aktives Mitglied in Eurolux, der Vereinigung der europäischen Hersteller von Lichtkuppeln, Lichtbändern und RWA, und wirkt seit vielen Jahren an der internationalen und europäischen Normungsarbeit mit.

Eine Liste aller Verbandsmitglieder finden Sie im Internet unter www.fvlr.de.

Bildnachweis: Aus dem Archiv des FVLR und seiner Mitgliedsunternehmen

Eine Haftung oder Gewährleistung aus dieser und anderen Veröffentlichungen wird ausdrücklich ausgeschlossen.

Mit freundlicher Empfehlung

The logo for FVLR (Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V.) consists of the letters 'FVLR' in a bold, white, sans-serif font with a blue outline, set against a dark grey background.

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

info@fvlr.de
