

Brandschutz im Industrie- und Gewerbebau

1. Allgemein

Gebäude mit gewerblich-industrieller Nutzung sind entsprechend der Musterbauordnung (MBO) und nach allen Landesbauordnungen bauordnungsrechtlich „Bauliche Anlagen und Räume besonderer Art und Nutzung“. An derartige Anlagen können zur Verwirklichung der Grundanforderung, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden, besondere Anforderungen gestellt oder Erleichterungen von den materiellen Vorschriften der Landesbauordnungen gestattet werden.

Diese allgemeine Aussage muss vor dem Hintergrund der Tatsache gesehen werden, dass die materiellen brandschutztechnischen Anforderungen an ein Gebäude nach den Landesbauordnungen sich im engeren Sinn auf die Nutzungsarten „Wohngebäude und vergleichbare Nutzungen“ beziehen. Für gewerblich-industrielle Nutzungen ist es weder notwendig noch sinnvoll, die Anforderungen der Landesbauordnungen zu anzuwenden. Es gilt vielmehr, zur Wahrung der allgemeinen Schutzziele zum baulichen Brandschutz den spezifischen Belangen einer industriellen Nutzung in jedem Einzelfall Rechnung zu tragen.

Um bei der Gestattung von Erleichterungen oder der Erhebung höherer Anforderungen zu einer Gleichbehandlung zu kommen, entwickelten sich Bestrebungen zu einer einheitlichen Verfahrensweise. Im Hinblick auf eine allgemeine Akzeptanz als allgemein anerkannte Regel der Technik musste dabei der Weg von den Vorschriften der Landesbauordnungen zu wissenschaftlich begründeten Verfahren beschritten werden.

Da Industriebauten als Sonderbauten im Sinne des §51 Abs. 1 MBO in aller Regel nicht ohne Erleichterungen von den sonst geltenden Vorschriften errichtet werden können, ist es das Ziel der MIndBauRI, als technische Baubestimmung die Mindestanforderungen an den baulichen und abwehrenden Brandschutz zu regeln. Dabei bedient sich die MIndBauRI auch des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1 -Brandschutz im Industriebau-; rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer.

Da auf Grundlage des § 3 Abs. 3 Satz 3 MBO von technischen Baubestimmungen abgewichen werden kann, schränkt die Richtlinie dies auf anerkannte Methoden des Brandschutzingenieurwesens ein und verlangt, dass diese nach dem normativen Anhang 1 zur Richtlinie aufzustellen sind.

Ziel der Richtlinie ist, die Mindestanforderungen an den Brandschutz von Industriebauten zu regeln, insbesondere an

die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile und die Brennbarkeit der Baustoffe, die Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte, und die Anordnung, Lage und Länge der Rettungswege.

Die Richtlinie erleichtert Bauherren, Entwurfsverfassern und Fachplanern die Planung und Behörden Nachweise für Erleichterungen oder Abweichungen von den sonst geltenden Vorschriften der MBO. Sie ermöglicht den prüfenden und genehmigenden Behörden eine gleiche Beurteilung gleich gelagerter Risiken. Insbesondere wurde ein Nachweisverfahren festgelegt, das ohne ingenieurmäßige Detailuntersuchungen und Berechnungen auskommt. Es unterstützt eine rechtssichere Planung und eine einfache Genehmigungspraxis.

Die MIndBauRI gilt für alle Industriebauten unabhängig von ihrer Größe. Sie gilt nicht für: *Industriebauten, die lediglich der Aufstellung technischer Anlagen dienen und von Personen nur vorübergehend zu Wartungs- und Kontrollzwecken begangen werden, und sie gilt nicht für Industriebauten, die überwiegend offen sind, wie überdachte Freianlagen oder Freilager, oder die aufgrund ihres Verhaltens im Brandfall diesen gleichgestellt werden können. Darüberhinaus gilt die Richtlinie nicht für Regallager mit Lagerguthöhen von mehr als 9,0 m (Oberkante Lagergut).*

Diese Richtlinie kann auch zur Begründung von Erleichterungen nach § 51 MBO für Gebäude und bauliche Anlagen verwendet werden, die nicht unmittelbar vom Geltungsbereich der MIndBauRI erfasst werden, jedoch hinsichtlich ihres Brandrisikos mit Industriebauten vergleichbar sind.

Der Nachweis, dass die Voraussetzungen für Erleichterungen nach § 51 Abs. 1 MBO vorliegen, kann durch eines der nachfolgenden Verfahren geführt werden.

1. Vereinfachtes Nachweisverfahren

Im Verfahren nach Abschnitt 6 wird in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile sowie nach der brandschutztechnischen Infrastruktur der baulichen Anlage die zulässige Brandabschnittsfläche für einen Brandabschnitt ermittelt.

2. Vollinhaltliches Nachweisverfahren

Im Verfahren nach Abschnitt 7 werden auf der Grundlage des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1 die zulässige Fläche und die Anforderungen an die Bauteile nach den Brandsicherheitsklassen für einen Brandbekämpfungsabschnitt bestimmt.

3. Ingenieurmethoden

Anstelle der Verfahren nach den Abschnitten 6 und 7 können auch Methoden des Brandschutzingenieurwesens eingesetzt werden.

Der Aufsteller des Brandschutzkonzeptes hat bei der Anwendung der MIndBauRI als technische Baubestimmung die Wahl, welches Verfahren (Abschnitt 6 oder 7) er anwendet. Er darf die Verfahren jedoch nicht miteinander vermischen.

Für Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens benennt die MIndBauRI die Grundsätze und Voraussetzungen für die Aufstellung solcher Nachweise. Sie regelt die Nachweisführung und Prüfung sowie deren Dokumentation.

Mittlerweile ist die MIndBauRI in allen Bundesländern Bauaufsichtlich eingeführt und muß beachtet werden. Im Rahmen der Anwendung der IndBauRI gibt es mehrere Nachweisverfahren. In allen Nachweisverfahren gibt es die gleichen allgemeinen Anforderungen, die für alle Verfahren gleich sind und entsprechend beachtet werden müssen. Dazu gehört der Löschwasserbedarf, der Rauchabzug, die Lage und Zugänglichkeit, die Rettungswege und die Brandausbreitung.

Der Löschwasserbedarf ist mit der für den Brandschutz zuständigen Dienststelle unter Berücksichtigung der Flächen und der Brandlasten festzulegen. Hierbei ist auszugehen von einem Löschwasserbedarf über einen Zeitraum von zwei Stunden

- von mindestens 96 m³/h bei Abschnittsflächen bis zu 2.500 m² und
- von mindestens 192 m³/h bei Abschnittsflächen von mehr als 4.000 m².

Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Bei Industriebauten mit selbsttätiger Feuerlöschanlage genügt eine Löschwassermenge für Löscharbeiten der Feuerwehr von mindestens 96 m³/h über einen Zeitraum von einer Stunde.

Jeder Produktions- oder Lagerraum mit einer Fläche von mehr als 200m² muss Wand/oder Deckenöffnungen erhalten, die eine Rauchableitung ins Freie ermöglichen.

Räume, die einzeln größer als 1600m² sind, müssen eine Rauchableitung haben, damit eine Brandbekämpfung möglich ist. Dies ist dann gewährleistet, wenn zur Brandbekämpfung eine raucharme Schicht von 2,5m Höhe rechnerisch nachgewiesen wird.

Zur Lage und Zugänglichkeit gehört, dass jeder Brandabschnitt mit mindestens einer Seite an einer Außenwand liegen muss und von dort für die Feuerwehr zugänglich ist. Dies gilt nicht für Brandabschnitte, die eine selbsttätige Feuerlöschanlage haben.

Freistehende sowie aneinandergebaute Industriebauten mit einer Grundfläche von insgesamt mehr als 5.000 m² müssen von allen Seiten mit Feuerwehrfahrzeugen anfahrbar sein. Diese Umfahrten müssen die Anforderungen an Flächen für die Feuerwehr erfüllen.

Die für die Feuerwehr erforderlichen Zufahrten, Aufstell- und Bewegungsflächen sowie die Umfahrten sind ständig freizuhalten. Darauf ist dauerhaft und leicht erkennbar hinzuweisen.

Zu den Rettungswegen in Industriebauten gehören die Hauptgänge in den Produktions- und Lagerräumen, die Ausgänge aus diesen Räumen, die notwendigen Flure, die notwendigen Treppen und die Ausgänge ins Freie. Jeder Raum mit einer Fläche von mehr als 200 m² muss mindestens zwei Ausgänge haben.

Anhand der maximal zulässigen Rettungsweglängen wird ersichtlich, wie sich der anlagentechnische und der bauliche Brandschutz gegenseitig beeinflussen können.

Im Regelfall ist die maximal zulässige Rettungsweglänge – bei einer lichten Höhe bis zu 5 m – auf 35 m beschränkt. Ist jedoch eine Brandmeldeanlage installiert, dann beträgt die maximale Rettungsweglänge 50 m. Die zulässigen Längen erhöhen sich in Abhängigkeit der lichten Raumhöhe auf 50 bzw. 70 m. Die Entfernungen werden in der Luftlinie, jedoch nicht durch Bauteile gemessen. Die tatsächliche Lauflänge darf jedoch nicht mehr als das 1,5-fache der Entfernung, die in der Luftlinie gemessen wurde, betragen. Zu beachten ist, dass von jeder Stelle eines Raumes nach max. 15 m ein Hauptgang erreichbar ist.

Oft tragen Dächer bei Bränden zu einer erheblichen Brandausbreitung bei. Tritt der Lastfall Brand ein, so hängt der weitere Schadenverlauf davon ab, welche Maßnahmen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes für das Dach getroffen wurden.

Hinsichtlich der Brandweiterleitung bei einer Brandbeanspruchung von unten sind folgende Versagensmechanismen typisch:

1. der „Durchbrand“. Gegebenenfalls mit Brandausbreitung auf der Dachoberseite. Anschließend mit einer Brandübertragung nach unten in andere Abschnitte über vorhandene Dachöffnungen,
2. das Versagen der tragenden Dachschale durch Abrutschen vom Auflager, z.B. bei großen Stützweiten,
3. Brandweiterleitung unterhalb des Daches und
4. die Brandweiterleitung innerhalb der Dachschale.

2. Vereinfachtes Nachweisverfahren

| Sicherheitskategorie | Maximale Brandabschnittsfläche [m ²] | |
|-----------------------------------|--|--|
| | ohne Anforderungen an den Feuerwiderstand "F0" | mit Anforderungen an den Feuerwiderstand F30 |
| K1 ohne Anforderung | 1800* | 3000 |
| K2 mit Brandmeldeanlage | 2700* | 4500 |
| K3 mit Werkfeuerwehr | 3200 - 4500* | 5400 - 7500 |
| K4 mit Sprinklerung | 10000 | 10000 |

* Wärmeabzugsfläche $\geq 5\%$ und Breite des Gebäudes $\leq 40\text{m}$

Tabelle 1

Das Vereinfachte Nachweisverfahren basiert auf die Einhaltung zulässiger Größen der Brandabschnittsflächen in Abhängigkeit von der Sicherheitskategorie, der Anzahl der Geschosse und der Feuerwiderstandsklasse der Bauteile.

Die Brandabschnittsfläche lässt sich in Tabelle 1 ablesen und liegt weit auf der sicheren Seite, weil es sich um ein konservatives Verfahren handelt.

Für Industriebauten mit einer vorhandenen Sprinkleranlage – Sicherheitskategorie K4 – kann eine maximale Brandabschnittsfläche von 10.000 m² ohne Anforderung an den Feuerwiderstand der Bauteile realisiert werden.

Ohne brandschutztechnische Maßnahmen dürfen maximal 1.800 m² ungeschützt verwirklicht werden.

3. Vollinhaltliches Verfahren

Für Industriebauten, die nicht nach dem vereinfachten Verfahren beurteilt werden können, wird das Vollinhaltliche Nachweisverfahren auf der Grundlage des Rechenverfahrens nach der DIN 18230-1 angewendet.

Bei diesem Verfahren wird zuerst die äquivalente Branddauer ermittelt. Mit der äquivalenten Branddauer wird ein Zusammenhang zwischen der Brandwirkung eines Naturbrandes und der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) hergestellt. Die Äquivalenz bezieht sich auf die maximale Bauteiltemperatur unter einem Naturbrand.

Die erforderliche Feuerwiderstandsdauer läßt sich anschließend aus den Faktoren der äquivalenten Branddauer und dem Wärmeabzug bestimmen.

Erstens die Bestimmung der maximalen Geschossflächen mittels Tabelle 2. Wenn nach dieser Tabelle gearbeitet wird, brauchen keine Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile berücksichtigt werden.

Die zweite Möglichkeit ist schon etwas aufwendiger. Hierbei wird zuerst die maximale Geschossfläche anhand einer Formel berechnet. Bei diesem Verfahren muß jedoch die Feuerwiderstandsklasse der Bauteile nachgewiesen werden. Dies geschieht über die erforderliche Feuerwiderstandsdauer.

| Sicherheitskategorie | Äquivalente Branddauer t_g | | | |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| | 15 | 30 | 60 | 90 |
| K1, ohne Anforderung | 9000* | 5500* | 2700* | 1800* |
| K2, mit Brandmeldeanlage | 13500* | 8000* | 4000* | 2700* |
| K3, mit Werkfeuerwehr | 16000- 22500* | 10000- 13500* | 5000- 6800* | 3200- 4500* |
| K4, mit Sprinklerung | 30000 | 20000 | 10000 | 10000 |
| *Wärmeabzugsflächen [%] | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 3 | ≥ 4 |
| *Breite des Gebäudes [m] | ≤ 80 | ≤ 60 | ≤ 50 | ≤ 40 |

Tabelle 2

Anhand der Tabelle 2 lässt sich die maximal zulässige Geschossfläche mit Hilfe der Sicherheitskategorie und der äquivalenten Branddauer ablesen. Ebenfalls ablesen lässt sich die dazugehörige Wärmeabzugsfläche, angegeben in % der Geschossfläche und die dazugehörige maximale Breite des Gebäudes.

Bei der zweiten Möglichkeit beim Vollinhaltlichen Nachweisverfahren errechnet sich die maximale Geschossfläche aus dem Grundwert für die Fläche von 3000m² mit den Faktoren F1 bis F5.

$$A = 3000 \text{ m}^2 \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \cdot F5$$

Die Faktoren F1 bis F5 berücksichtigen:

F1: die äquivalente Branddauer

F2: die Sicherheitskategorie

F3: die Höhenlage des untersten Geschosse

F4: die Anzahl der Geschosse

F5: die Art der Deckendurchbrüche

Die Summe der so ermittelten Fläche darf 60.000m² nicht überschreiten.

Ein Flächenvergleich der verschiedenen Verfahren für Bauteile ohne Anforderung ergibt beim Vereinfachten Verfahren nach Tabelle eine maximal mögliche Fläche von 10.000 m².

Beim Vollinhaltlichen Verfahren nach Tabelle ist eine maximale Fläche von 30.000 m² möglich, und beim Vollinhaltlichen Verfahren mit Berechnung von der Feuerwiderstandsdauer sind 60.000 m² möglich.

Und unter ganz speziellen Randbedingungen können sogar bis zu 120.000 m² realisiert werden.

Praktisches Beispiel für das Projekt 1

Die Abmessungen der eingeschossigen Industriehalle betragen:

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Länge : | 82 m |
| 2. Breite : | 36 m |
| 3. mittlere Höhe: | 7,8 m |
| 4. Grundfläche: | 2.916 m ² |
| 5. Anzahl der Geschosse: | 1 |
| 6. Öffnungen im Dach: | 30 m ² |
| 7. Tore, Türen, Fenster: | 145 m ² |
| 8. Brandlast: | $q_R = 119 \text{ kWh/m}^2$ |

Die Brandlast von 119 kWh/m² ist ein 90% Fraktilwert für Brandlasten mit verschiedenen Nutzungen aus: „Baulicher Brandschutz im Industriebau“ – Kommentar zu DIN 18230, 2. Erweiterte Auflage 1999 für eine Elektrowerkstatt.

9. Sicherheitskategorie K1 Brandabschnitte ohne besondere Maßnahmen für Brandmeldung und Brandbekämpfung

Bei dieser Größe der Halle muß das Vollinhaltliche Verfahren angewendet werden. Bei diesem Verfahren wird zuerst die äquivalente Branddauer ermittelt. Dazu wird der Wärmeabzugsfaktor w benötigt. Der Wärmeabzugsfaktor berücksichtigt wieviel Wärme durch die Umfassungsbauteile und die Öffnungsflächen ins Freie gelangt. Um ihn zu ermitteln werden zwei Hilfswerte, die bezogenen Öffnungsflächen, benötigt. Die bezogenen Öffnungsflächen sind nichts anderes als das Verhältnis der Öffnungen im Dach zur Grundfläche und zum zweiten das Verhältnis der Wandöffnungen zur Grundfläche.

- *Bestimmung der bezogenen horizontalen Öffnungsfläche a_h :*
 $a_h = A_h / A = 30 \text{ m}^2 / 2.916 \text{ m}^2 = \underline{0,01}$
- *Bestimmung der bezogenen vertikalen Öffnungsfläche a_v :*
 $a_v = A_v / A = 145 \text{ m}^2 / 5000 \text{ m}^2 = \underline{0,05}$

Die Werte der bezogenen Öffnungsflächen werden in das Diagramm 1 eingetragen und der Wert w_0 kann abgelesen werden. Im Diagramm 2 wird die Hallenhöhe berücksichtigt.

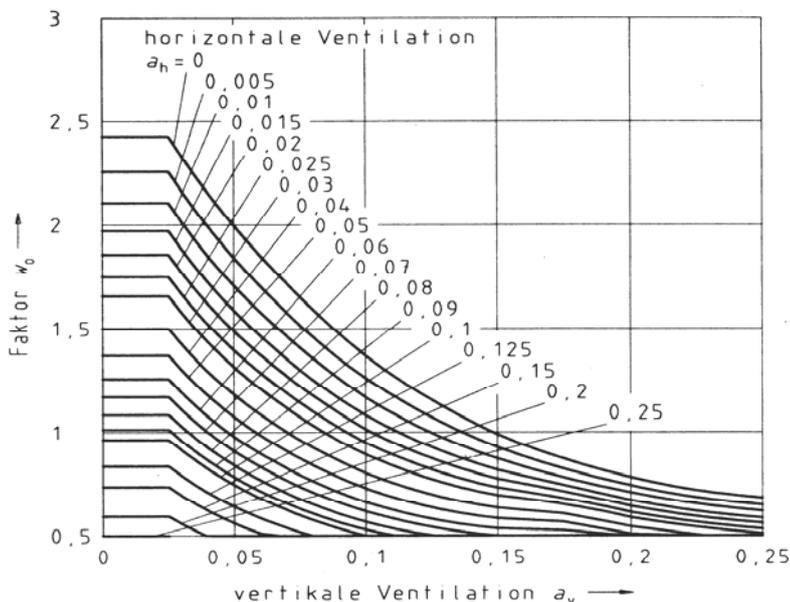


Diagramm 1

Werden die Werte der bezogenen Öffnungsflächen in das Diagramm eingetragen läßt sich der Wert w_0 mit 1,7 ablesen.

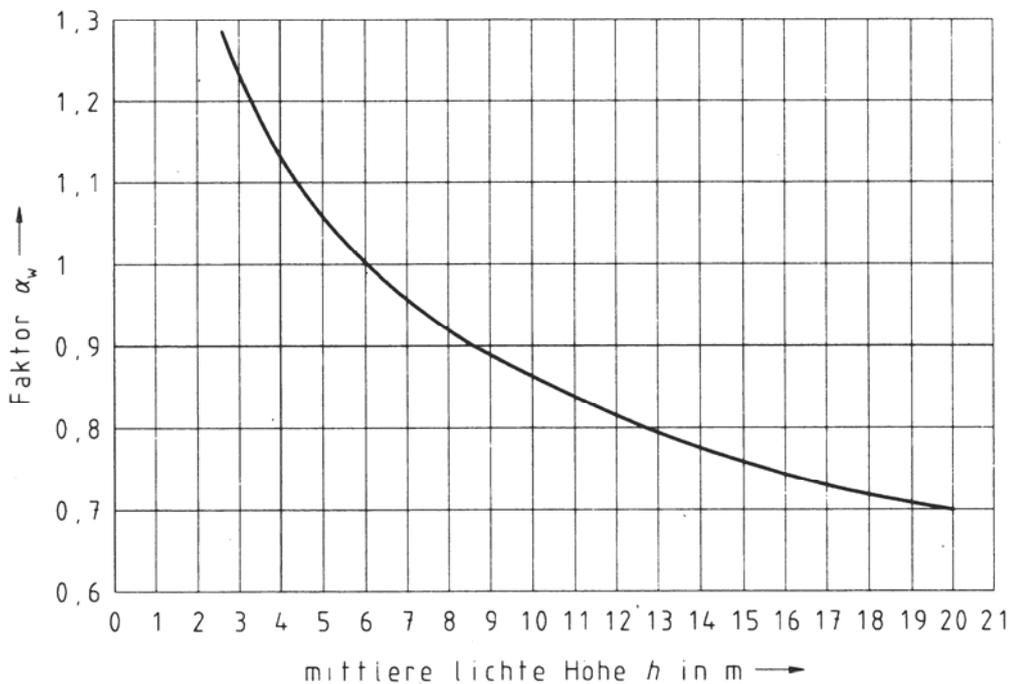


Diagramm 2

Für eine Halle mit einer mittleren Höhe von 7,8 m beträgt der Wert für $\alpha_w = 0,92$.

Der Wärmeabzugsfaktor für das angenommene Gebäude beträgt demnach:

$$\text{Wärmeabzugsfaktor } w = w_0 \cdot \alpha_w = 1,70 \cdot 0,92 = \underline{1,56}$$

Die äquivalente Branddauer ($t_{\text{ä}}$) errechnet sich aus den Faktoren: Brandlastdichte, dem Wärmeabzugsfaktor und einem Faktor c zur Berücksichtigung der Wärmeabzugsflächen der Umfassungsbauteile. In diesem Beispiel ist c vereinfachend mit dem ungünstigsten Wert angenommen.

$$t_{\text{ä}} = q_R \cdot c \cdot w = 119 \cdot 0,25 \cdot 1,56 = 46,4 \text{ Min.}$$

Durch Interpolation ergibt sich nach Tabelle 2 in der Sicherheitskategorie K1 für eine äquivalente Branddauer von 46,4 Minuten eine max. Fläche von 3.969m². Somit darf die tragende und aussteifende Konstruktion der Industriehalle ohne Anforderung an den Feuerwiderstand errichtet werden.

Praktisches Beispiel für das Projekt 2

Die Abmessungen der eingeschossigen Industriehalle betragen:

| | |
|----------------------------|--|
| 1. Länge : | 54 m |
| 2. Breite : | 20,16 m |
| 3. mittlere Höhe: | 6,19 m |
| 4. Grundfläche: | 1.089 m ² |
| 5. Anzahl der Geschosse: | 1 |
| 6. Öffnungen im Dach: | 22 m ² |
| 7. Tore, Türen, Fenster: | 35 m ² |
| 8. Sicherheitskategorie K1 | Brandabschnitte ohne besondere Maßnahmen für Brandmeldung und Brandbekämpfung |

Bei der Größe der Halle kann das Vereinfachte Nachweisverfahren nach Abschnitt 6 angewendet werden.

Nach Tabelle 1 darf ein Industriebau mit einer Fläche von bis zu 1.800m² in der Sicherheitskategorie K1 ohne Anforderung an den Feuerwiderstand der tragenden und aussteifenden Konstruktion errichtet werden. Jedoch darf die Breite des Industriegebäudes 40m nicht überschreiten und die Wärmeabzugsfläche muß mindestens 5% der Hallenfläche betragen.

Da die Halle des Projektes 2 mit 1.089m² kleiner als 1.800m², die Breite mit 20,16m kleiner als 40m ist und die Öffnungsflächen mit 5,2% größer als 5% sind, kann die Halle ohne Anforderung an den Feuerwiderstand der Konstruktion errichtet werden.