Quelle: https://www.arbeitssicherheit.de//document/d46c0efb-3311-36fa-a4e8-a75ee2339b5d

Bibliografie

Titel	Praxishandbuch Brandschutz
Herausgeber	Scheuermann
Auflage	2016
Abschnitt	4 Baulicher Brandschutz im Industriebau
Autor	Scheuermann
Verlag	Carl Heymanns Verlag

4.3 Zusammenspiel von Industriebaurichtlinie und Norm DIN 18230-1[1]

Inhaltsübersicht

4.3.1.1 Heizwerte verschiedener brennbarer Stoffe

4.3.1.2 Sicherheitstechnische Kennwerte brennbarer Stoffe zur Ermittlung des Brandpotenzials

4.3.1.3 Literaturhinweise

Einführung

Gebäude mit gewerblich-industrieller Nutzung sind entsprechend der Musterbauordnung (MBO) /1/ und seit 1997 nach allen Landesbauordnungen bauordnungsrechtlich »bauliche Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung«. An derartige bauliche Anlagen können zur Verwirklichung der Grundanforderung, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden, besondere Anforderungen gestellt oder Erleichterungen von den materiellen Vorschriften der Landesbauordnungen gestattet werden (vgl. § 51 MBO).

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 »Wohnen und vergleichbare Nutzungen« beziehen. Für gewerblich-industrielle Nutzungen ist es in vielen Fällen weder notwendig noch sinnvoll, die Anforderungen der Landesbauordnungen schematisch zu übertragen. Es gilt vielmehr, zur Wahrung allgemeiner Schutzziele nach § 17 Abs. 1 MBO den spezifischen Belangen einer industriellen Nutzung in jedem Einzelfall angemessen Rechnung zu tragen. Hier greifen die Bestimmungen der Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau /2/.

Die Abbildung 1 gibt einen Überblick zur Gesamtheit der bauordnungsrechtlichen Regelungen zum baulichen Brandschutz; sie zeigt auch die Einordnung der Industriebaurichtlinie (IndBauRL) in das System der bauaufsichtlichen Richtlinien und Verordnungen der Länder zu Gebäuden und Räumen besonderer Art oder Nutzung und die Verbindung zu den Regelungsinhalten der DIN 18230-1: »Baulicher Brandschutz im Industriebau, Teil 1« (DIN 18230-1: 2010, s. Kap. 9) /3/.

Die Industriebaurichtlinie ist bauaufsichtlich eingeführt und beispielsweise als Anhang zur Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Bauordnungsrechts /4/ in Bezug genommen. Die Gesamtheit der bauordnungsrechtlichen Vorschriften im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen zum baulichen Brandschutz:

a) Erfüllung der materiellen Vorschriften z.B. der Sächsischen Bauordnung (SächsBo) an die Bauteile nach §§ 25 bis 30

b) »Vereinfachte Nachweisführung« nach Ziffer 1.2 und 5 bis 9 IndBauRL

c) »Vollinhaltliche Nachweisführung« nach IndBauRL in Verbindung mit DIN 18230-1 und DIN 18233-2

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

d) Nachweisführung entsprechend dem »Stand von Wissenschaft und Technik« bzw. der Nutzung von »Ingenieurmethoden auf dem Gebiet der Brandsicherheit« im Sinne von Ziffer 2.3 des Grundlagendokumentes Nr. 2 »Brandschutz« der Europäischen Gemeinschaft /5/.

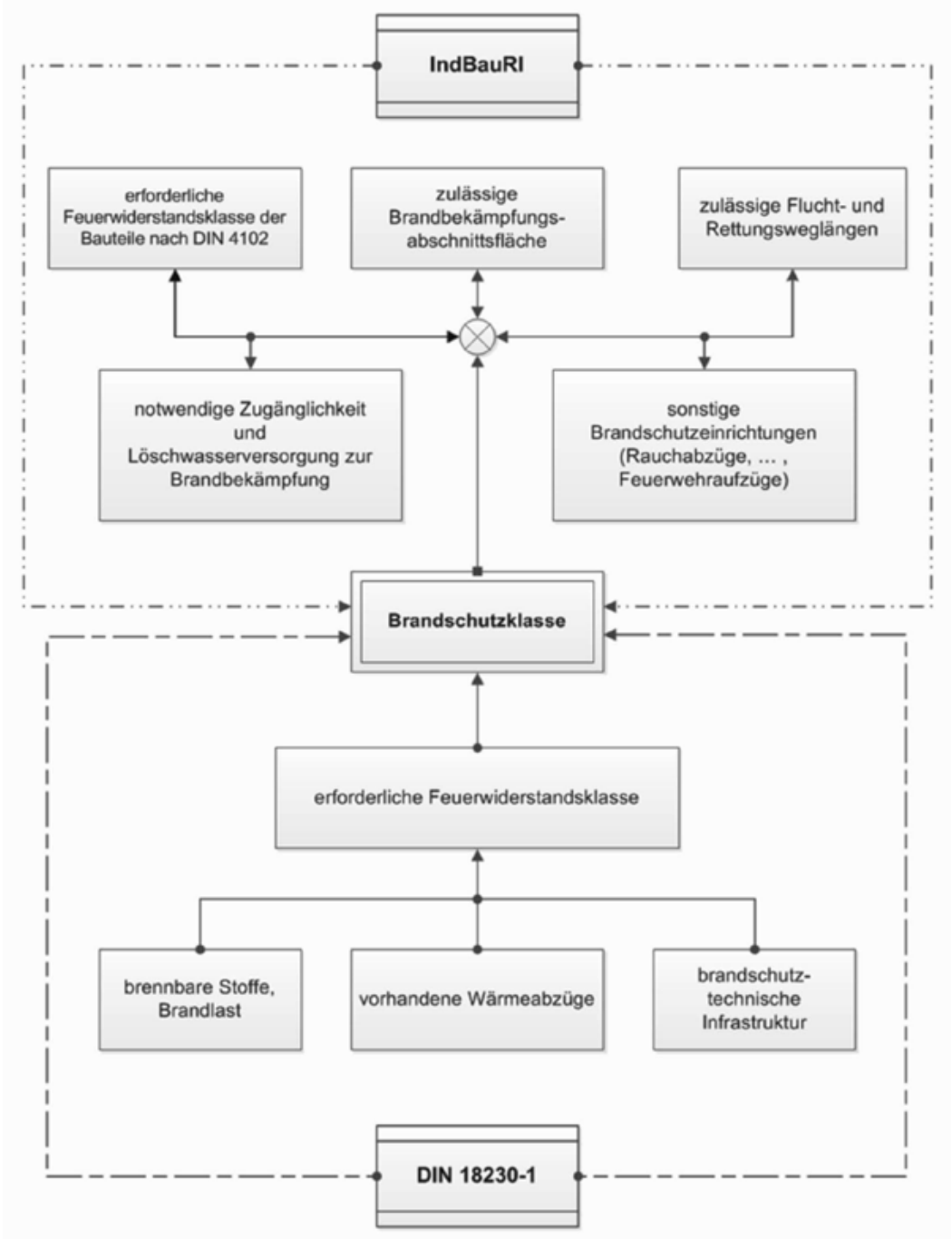

Abb. 1: Überblick der bauordnungsrechtlichen Regelungen zum baulichen Brandschutz

Die Methoden nach a) und b) sind in aller Regel einfach praktisch handhabbar, sie führen zu ähnlichen Ergebnissen; sie stoßen jedoch auf enge Grenzen.

Die Methoden führen bei richtiger Anwendung zu einem ganzheitlichen Brandschutzkonzept, spezifisch zugeschnitten auf die Nutzung, Kubatur, Bauart des Vorhabens und unter Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen brandschutztechnischen

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Infrastruktur.

Grundkonzept

Zur Veranschaulichung sei zunächst vereinfachend folgende Grundthese getroffen:

Ein Gebäude mit n = 4 Geschossen wird nach den Anforderungen zum baulichen Brandschutz gem. § 17 Abs. 4, §§ 31, 32 und 33 MBO und zur Gewährleistung der Brandbekämpfung gem. §§ 4, 5 und 39 Abs. 1 MBO projektiert. Werden gleichzeitig die tragenden Bauteile dieses Gebäudes in der Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102 errichtet und wird eine Brandabschnittsfläche von 1.600 m^2 eingehalten, so gibt es bauordnungsrechtlich für diesen Brandabschnitt (Gebäude) keine Begrenzung für die Brandbelastung q_R als Kenngröße für die bewertete theoretisch bei einer Verbrennung pro m^2 Brandabschnitt frei werdende Wärmemenge (entsprechend den brennbaren Einrichtungen, Betriebs- und Lagerstoffen sowie allen brennbaren Baustoffen der Bauteile). Hieraus ergibt sich bei Ansatz einer endlich großen repräsentativen Brandbelastung ein bestimmtes und in aller Regel tolerierbares Risiko, das als »Restrisiko mit einer bestimmten Versagenswahrscheinlichkeit des Systems« bezeichnet werden kann. Lässt sich dieses Risiko mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung oder zumindest »ansatzweise semiprobabilistisch« quantifizieren, so kann unter Zugrundlegung dieser Größe für Brandabschnittsgrößen von mehr als 1.600 m^2 die zulässige Brandbelastung oder der erforderliche Feuerwiderstand der tragenden Bauteile bestimmt werden, die zu einem vergleichbaren Risiko führen. Als weitere Variable können in die Berechnung nach DIN 18230-1 die tatsächlich vorhandenen Wärmeabzugsflächen in Verbindung mit den öffenbaren Zuluft-Flächen als Kennwert für die Ventilationsverhältnisse bei einem fortgeschrittenen Brand und die sogenannte brandschutztechnische Infrastruktur ausgedrückt durch einen semiprobabilistisch bestimmten Beiwert a_1 eingeführt werden. Das beschriebene gesellschaftlich allgemein akzeptierte Risiko beträgt im Ansatz in der Regel ca. 10^{-5}, soweit Gesundheit und Leben eines Einzelnen betroffen sind, und ca. 10^{-6}, soweit Gesundheit und Leben einer Vielzahl von Personen betroffen werden. In aller Regel wird bei semiprobabilistischer Betrachtungsweise hilfsweise die dimensionsbehaftete Häufigkeit als Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit und zur Abschätzung des Risikos benutzt (s. Abb. 2). Für Industriebauten liegt diese Häufigkeit zwischen 10^{-7} bis 10^{-5} je m^2 und je Jahr.

Folgt man diesem Ansatz, so liegt das Ergebnis »erwartungsgemäß« und »bestimmungsgemäß« in guter Näherung im Bereich des Ansatzes zum

Nachweis der Standsicherheit einer baulichen Anlage unter Normaltemperatur nach der Zuverlässigkeitstheorie. Auf der Grundlage dieser Vergleichstheorie wird grundsätzlich das Nachweisverfahren durchgeführt. Die rechnerische Simulation und Realbrandversuche im Modellmaßstab sowie im Großmaßstab haben diese Untersuchungen bestätigt und Grundlage für das Nachweisverfahren geschaffen.

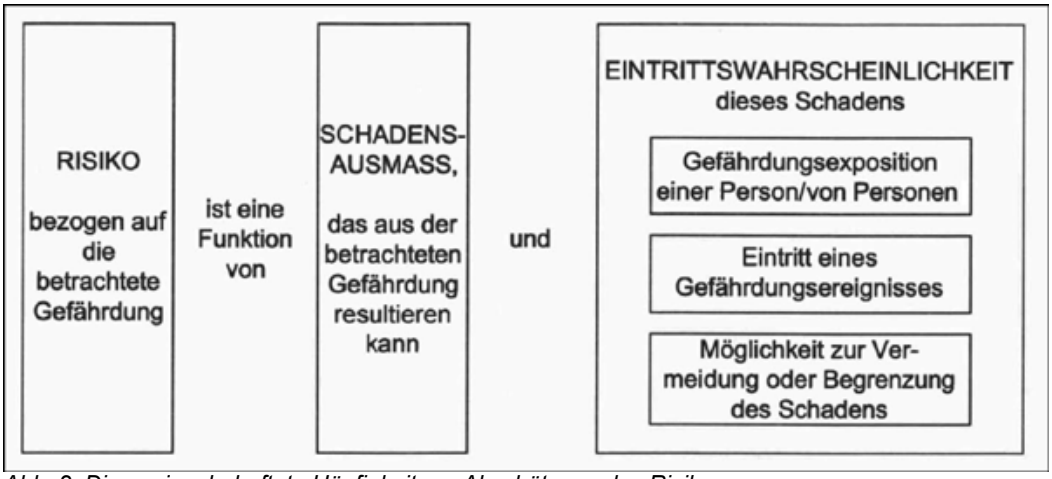

Abb. 2: Dimensionsbehaftete Häufigkeit zur Abschätzung des Risikos

Brandbekämpfungsabschnitt (BBA)

Traditionell wird der Brandbekämpfungsabschnitt »quasi bauordnungsrechtlich« als Unterteilung »übergroßer Brandabschnitte« erklärt. Unter »übergroßen Brandabschnitten« versteht man dabei solche, bei denen die Abstände zwischen den Brandwänden oder zwischen Außenwänden (hier: Außenwände mit Abstandsflächen nach § 6 MBO zur Grundstücksgrenze) weit mehr als 40 m betragen. Es wird im bauordnungsrechtlichen Sinn ein übergroßer Brandabschnitt unter Inanspruchnahme der Erleichterung nach § 28 Abs. 1 Nr. 2, 2. Halbsatz MBO gebildet.

Aus rein technischer Sicht gilt andererseits auch:

Der Brandbekämpfungsabschnitt wird dadurch charakterisiert und definiert, dass ausgehend von

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

- den realen geometrischen Verhältnissen, wie Tiefe des Gebäudes, lichte Raumhöhe, Lage der Öffnungen in Außenwand und/oder Dach, usw.,
- den tatsächlich vorhandenen brennbaren Stoffen und deren Lagerung und Anordnung im Gebäude sowie unter Berücksichtigung
- der vorhandenen »brandschutztechnischen Infrastruktur«, wie Löschwasserversorgung, automatische Löschanlage, anerkannte Werkfeuerwehr,

im Hinblick auf die Baukonstruktion die gleiche Sicherheit für die Brandbekämpfung und den Brandbekämpfungserfolg wie für einen Brandabschnitt unter genormten Brandbedingungen (Normbrand nach DIN 4102) und einer Brandabschnittsfläche von 1.600 m^2 gewährleistet wird.

Mit dieser Definition ist zugleich das Nachweisverfahren in seinen Grundzügen verbal beschrieben.

Es wird aber auch ersichtlich, wird einer der Parameter im Verlaufe der Nutzung geändert, so ist das Brandschutzkonzept durchbrochen. Es kommt bauordnungsrechtlich zu einer Nutzungsänderung, die nach § 61 Abs. 1 MBO einer erneuten Genehmigung durch die Bauaufsichtsbehörde bedarf, soweit höhere Anforderungen als bisher zu erfüllen sind.

Mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte

In der Norm DIN 18230-1 wie auch in der Industriebaurichtlinie wird unterschieden zwischen ein- und mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten. Hierbei ist die bauordnungsrechtliche Anzahl der Vollgeschosse (§ 2 Abs. 4 MBO) nicht vordergründig maßgebend. Die Unterteilung in ein- und mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte ist abhängig vom möglichen Brandszenario, der gegenseitigen Beeinflussung übereinanderliegender Ebenen mit Brandlasten usw. So werden technologisch bedingte Deckenöffnungen bis 2 % Öffnungsfläche bezogen auf die Geschossgrundfläche nicht berücksichtigt; ihr Einfluss bei einem Vollbrand auf das darüberliegende Geschoss wird als unerheblich betrachtet. Es wird lediglich angenommen, dass eine Brandfortleitung in das darüberliegende Geschoss erfolgt. Ein derartig mehrgeschossiges Gebäude bildet auch einen mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt, autark behandelt.

Hieraus folgt auch, dass die Geschosse bauordnungsrechtlich mehrgeschossiger Gebäude, bei denen Geschossdecken keine technologisch notwendigen Öffnungen besitzen, in der Regel eingeschossige Brandbekämpfungsabschnitte darstellen. Ist die Öffnungsfläche größer als 50 %, d.h., die höher gelegenen Ebenen stellen sich als Galerien oder technologische Bühnen dar, so ordnen sich die höher gelegenen Ebenen hinreichend sicher in ein Brandszenario eines eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnittes ein. Die Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes A_B ist in diesem Fall die Summe aus der Geschossgrundfläche A_G und den Flächen aller höher gelegenen Ebenen.

Entsprechend dem erläuterten ingenieurmäßigen Aspekt ist im Einzelnen zu unterscheiden zwischen:

- eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten in eingeschossigen Gebäuden
- eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten in mehrgeschossigen Gebäuden

- mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten in mehrgeschossigen Gebäuden

Brandbekämpfungsteilabschnitte bzw. Teilflächen

Beim Nachweis für Teilabschnitte, bei ungleichmäßig verteilter Brandbelastung und bei Punktbrandlasten wird davon ausgegangen, dass in diesem Fall die auf der zugeordneten Teilfläche vorhandene Brandlast zur Temperaturbelastung der tragenden und aussteifenden Bauteile beiträgt. Dies ist somit mit Ausnahme der in Abschnitt 5.2 in DIN 18230-1 definierten Teilabschnitte nur ein Teilnachweis, bei dem die Brandlast, die nicht auf der betrachteten Teilfläche liegt, nicht berücksichtigt wird. Die Berücksichtigung der gesamten Brandlast erfolgt im globalen Nachweis, bei dem von einer gleichmäßigen Verteilung der gesamten rechnerischen Brandbelastung q_R ausgegangen wird. Für die Teilabschnitte ist der Nachweis für den ungünstigsten Teilabschnitt zu führen. Auf den Nachweis für den gesamten Brandbekämpfungsabschnitt kann in der Regel verzichtet werden, weil die einzelnen Teilabschnitte wirksam voneinander getrennt sind und eine Brandübertragung zwischen den einzelnen Teilabschnitten nicht zu erwarten ist.

Brandbekämpfungsabschnitte mit einer Fläche bis zu 60.000 m^2 (nach MIndBauRL)

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Nach Muster-Industriebau-Richtlinie errechnen sich die zulässigen Flächen je Geschoss in einem ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt aus dem Grundwert für die Fläche von 3.000 m^2 multipliziert mit Faktoren F1 bis F5 entsprechend nachstehender Gleichung 1.

zul. AG,BBA = 3.000 m_2 · F1 · F2 · F3 · F4 · F5 [m_2]	(1)

Das Produkt der so ermittelten Geschossflächen darf nicht mehr als 60.000 m^2 betragen. Die entsprechenden Faktoren sind den Tabellen 1 bis 5 zu entnehmen

Tab. 1: Faktor F1 zur Berücksichtigung der äquivalenten Branddauer aus dem globalen Nachweis nach DIN 18230-1

tä [min]	0	15	30	60	≥ 90
F1	10	5	3	1,5	1,0
Anmerkung: Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.					

Tab. 2: Faktor F2 zur Berücksichtigung der brandschutztechnischen Infrastruktur

Sicherheitskategorie	K 1	K 2	K 3.1	K 3.2	K 3.3	K 3.4	K 4
F2	1,0	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	3,5

Tab. 3: Faktor F3 zur Berücksichtigung der Höhenlage des Fußbodens des untersten Geschosses von oberirdischen Brandbekämpfungsabschnitten im Gebäude bezogen auf die mittlere Höhe der für die Feuerwehr zur Brandbekämpfung anfahrbaren Ebene

Höhenlage des Fußbodens des untersten Geschosses eines Brandbekämpfungsabschnitts	–1 m	0 m	5 m	10 m	15 m	20 m
F3	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Anmerkung: Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.						

Tab. 4: Faktor F4 zur Berücksichtigung der Anzahl der Geschosse des Brandbekämpfungsabschnitts

Zahl der Geschosse des Brandbekämpfungsabschnitts	1	2		4	5	6
F4	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3

Tab. 5: Faktor F5 zur Berücksichtigung der Ausführung von Öffnungen in nach den Brandsicherheitsklassen SKb2 und SKb3 bemessenen Decken zwischen den Geschossen mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte

Zeile	Öffnungen in Decken	Faktor F5
1	mit klassifizierten Abschlüssen bzw. Abschottungen	1,0
2	mit nicht brennbaren Baustoffen dicht geschlossen	0,7
3	gleich groß und übereinanderliegend in allen Decken und im Dach, größer als 10 % der Deckenfläche der Geschosse	0,4

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Zeile	Öffnungen in Decken	Faktor F5
4	zur Durchführung von technischen Einrichtungen, AÖffnung < 30 % Deckenspalte max. 2 % von AÖffnung	0,3
5	die von Zeile 1 bis 4 nicht erfasst sind	0,2

Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer erf t_F

Die Norm DIN 18230-1 dient zunächst der rein rechnerischen Ermittlung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der einzelnen Bauteile, sodass bei einem entsprechend den tatsächlich vorhandenen örtlichen Gegebenheiten voll entwickelten Brand weder ein Versagen einzelner Bauteile noch der Gesamtkonstruktion mit hinreichender Sicherheit angenommen werden muss und ein Löschangriff innerhalb und außerhalb des Gebäudes vorgetragen werden kann.

Mit diesem Ansatz werden zugleich die bauordnungsrechtlichen Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile zur Sicherung der Personenrettung mit abgedeckt. Die rechnerisch erforderliche Feuerwider-

standsdauer erf t_F errechnet sich für den Brandbekämpfungsabschnitt oder -teilabschnitt oder Teilfläche unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Wertigkeit der Bauteile für die Standsicherheit einer baulichen Anlage in ihrer Gesamtheit und der brandschutztechnischen Infrastruktur aus der äquivalenten Branddauer zu:

erf tF = tä · γ · αL	(2-1)

Alle maßgebenden Parameter entsprechend den örtlichen Gegebenheiten, wie Art und Menge der brennbaren Stoffe, Art der Baukonstruktion, vorhandene Wärmeabzugsflächen u.w., werden in dieser Nachweisführung berücksichtigt. Der Nachweis gilt dann als erfüllt, wenn die vorhandene Feuerwiderstandsklasse F nach DIN 4102-2 gleich oder größer ist als die rechnerisch erforderliche Widerstandsdauer erf t_F:

erf tF ≤ F	(2-2)

Tab. 6: Zuordnung der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer zu der Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2

erf tF	Feuerwiderstandsklasse F
0 < erf tF ≤ 15 min	keine Feuerwiderstandsklasse
15 min < erf tF ≤ 30 min	F 30
30 min < erf tF ≤ 60 min	F 60
60 min < erf tF ≤ 90 min	F 90
90 min < erf tF ≤ 120 min	F 120

Der Sicherheitsbeiwert γ berücksichtigt durch seine gleichzeitige Abhängigkeit von der Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes oder Teilabschnittes auch die Zunahme der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Brandes. Der Beiwert α_L beschreibt die semiprobalistische Möglichkeit der Abnahme der Entstehung eines Brandes oder seine Ausbreitungsmöglichkeit durch geeignete brandschutztechnische Maßnahmen, wie Löschanlagen, Brandmeldeanlagen oder das Vorhandensein einer anerkannten Werkfeuerwehr. Der Wert von α_L ist daher stets kleiner 1.

Rechnerische Bestimmung der Brandbelastung q_R

In einem ersten Berechnungsschritt wird zunächst die rechnerische Brandbelastung q_R nach Gleichung 3-1 als Ausdruck für die im Brandfall frei werdende Wärmemenge pro Bezugsfläche ermittelt.

Die rechnerische Brandbelastung q_R wird aus allen im Brandabschnitt vorhandenen Brandlasten ermittelt mit

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

- der Masse m (Gewicht) der brennbaren Stoffe in kg,
- dem Heizwert H_i in kWh/kg,
- dem Abbrandfaktor m‘

bezogen auf die Fläche A des Brandbekämpfungsabschnitts A_{BA} durch folgende Beziehung:

$$q_R = \frac{\sum(m \cdot H_i \cdot m')}{A_{BA}} \quad \left[\frac{kWh}{m^2}\right] \qquad (3\text{-}1)$$

Heizwerte und Abbrandfaktoren sind beispielsweise in Beiblatt 1 zu DIN 18230-1 enthalten. Gegebenenfalls sind diese Daten nach DIN 18230-2 zu ermitteln, sofern keine Daten aus der Literatur hinzugezogen werden können.

In eingeschossigen Hallen können Teilabschnitte gemäß Gleichung 3-2 berücksichtigt werden, wenn eine Brandübertragung zwischen zwei Teilabschnitten nicht zu erwarten ist. Bedingungen dafür sind:

$q_{R,T} < 100$ kWh/m^2

h < 7 m

RWA > 1,0 %

automatische BMA

B < 30 m brandlastfreie Freistreifen

Unter der Voraussetzung geeigneter brandschutztechnischer Maßnahmen genügt es, den Teilflächennachweis für folgende Brandbelastung zu führen:

$$q_{R,T} = \psi_a \cdot \psi_b \cdot q(t) \quad \left[\frac{kWh}{m^2}\right] \qquad (3\text{-}2)$$

ψa: bewertet die Auftrittswahrscheinlichkeit eines Störfalles

ψb: die größere Wahrscheinlichkeit eines Löscherfolges

Äquivalente Branddauer $t_ä$

Aus der rechnerischen Brandbelastung q_R bestimmt sich unter Berücksichtigung vorhandener Wärmeabzugsmöglichkeiten, gegeben durch den Wärmeabzugsfaktor w, und des Wärmeabflusses durch die Umfassungsbauteile, gegeben durch den Umrechnungsfaktor c, in der untersuchten Brandabschnittsfläche die äquivalente Branddauer $t_ä$ nach Gleichung 4:

$$t_ä = q_R \cdot c \cdot w \ [\text{min}] \qquad (4)$$

c Umrechnungsfaktor min · m2/kWh

w Wärmeabzugsfaktor (dimensionslos)

Dabei ist der Umrechnungsfaktor c so ausgerichtet, dass mit $t_ä$ die Branddauer bestimmt wird, die im betrachteten Bauteil im Normbrand nach DIN 4102 näherungsweise dieselbe Brandwirkung ergibt wie ein natürlicher Brand mit der Brandbelastung q_R und den durch den Wärmeabzugsfaktor w ausgedrückten Ventilationsbedingungen.

Mit den beiden Faktoren c und w werden die Einflüsse der tatsächlichen thermodynamischen Gegebenheiten vor Ort auf die im natürlichen Schadensfeuer auftretenden Brandwirkungen erfasst und die Übertragbarkeit auf die Bauteilprüfpraxis hergestellt.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Der Faktor c berücksichtigt das Wärmeeindringverhalten von Bauteilen. Er variiert von 0,15 bis 0,25.

Der Wärmeabzugsfaktor w wird unter Ansatz von bezogenen Öffnungsflächen a_v und a_h bestimmt mit

*a*v =	*A*v		(5-1)

*A*G

mit 0,025 ≤ av = Av/A < 0,25

$$a_h = \frac{A_h}{A_G} \quad (5\text{-}2)$$

Av Fläche der vertikalen und geneigten Öffnungen in den Außenflächen in m2

Ah Fläche der horizontalen und geneigten Öffnungen im Dach bzw. Geschossdecken in m2

$A_{v,ob}$ Fläche der vertikalen Öffnungen in der oberen Hälfte der Außenwände in m2

A Fläche des Bemessungsabschnittes (AB oder AG) in m2

Bei geringen oder fehlenden horizontalen Öffnungsflächen mit $a_h \leq 0{,}005$ darf A_v nur mit $A_v \leq 2\ A_{(v,ob)}$ angesetzt werden.

Der Wärmeabzugsfaktor w wird aus einem Grundwert w_0, bei dem die Größe und Anordnungen der Öffnungen eingehen, und einem Faktor α_w berechnet, bei dem die mittlere Höhe des Brandbekämpfungsabschnittes berücksichtigt wird. Der Faktor w errechnet sich aus und folgt der Bedingung:

w = w0 · αw	(6-1)

mit (6-2)

$$w_0 = \frac{1{,}0 + 145{,}0 \cdot (0{,}4 - a_v)^4}{1{,}6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0{,}5$$

und

$\beta w = 20 \cdot (1 + 10 \cdot av - 64 \cdot a_v^2) \geq 16$ (6-3)

Für den Verhältniswert von ah mit

$$a_h \geq \frac{0{,}4 + 290 \cdot (0{,}4 - a_v)^4}{\beta_w} \quad (6\text{-}4)$$

würden sich in Gl 6-2 Faktoren w0 ergeben, die < 0,5 sind.

Aufgrund der Nebenbedingung werden diese Werte auf $w_0 = 0{,}5$ gesetzt.

Die Berechnung von w_0 nach den Gleichungen in (6) führt zu den Kurvenscharen in Abbildung 3.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

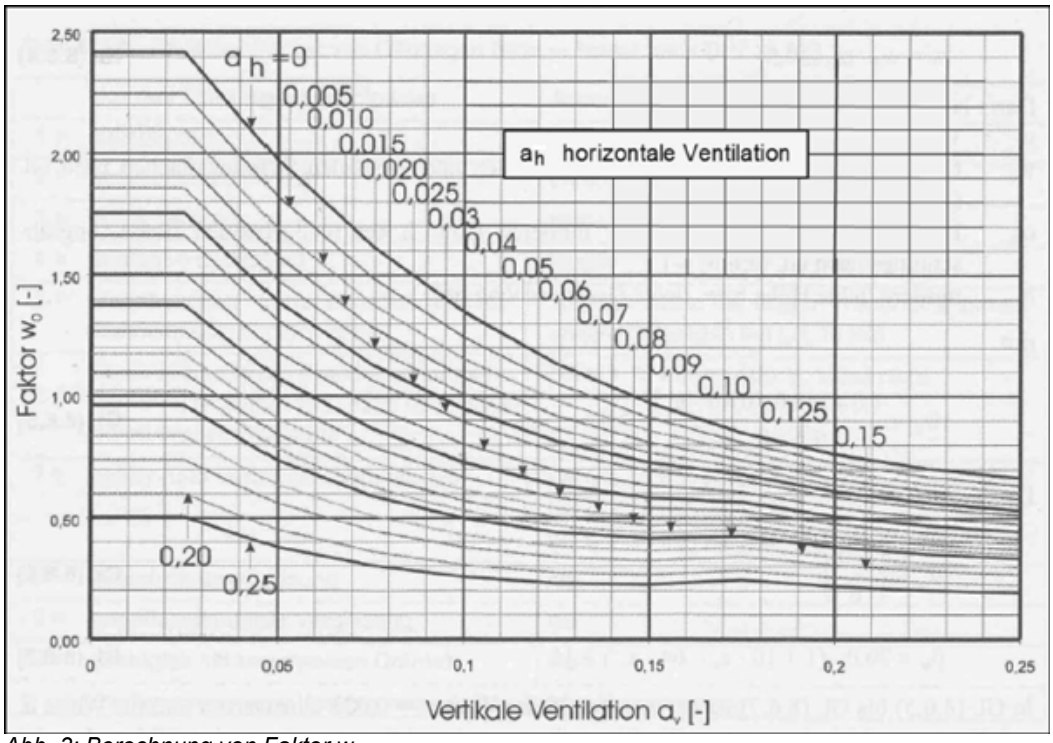

Abb. 3: Berechnung von Faktor w_0

Öffnungen, die ausschließlich in der unteren Hälfte von Wänden angeordnet sind, dürfen bei fehlenden horizontalen Öffnungen (Rauch- und Wärmeabzugsanlagen) nach Gleichung 20 in DIN 18320-1 bzw. nach Gleichung 5-1 bei der Berechnung des Wärmeabzugsfaktors w nicht angerechnet werden. In diesem Fall ist w_0 = 2,4 zu setzen.

Der Einfluss der Höhe h des Bemessungsabschnittes auf den Wärmeabzugsfaktor w nach Gleichung 6-1 wird mit dem Faktor α_w berücksichtigt.

$\alpha_w = \left(\frac{6,0}{h}\right)^{0,3}$	(6-5)

Der hier gefundene Faktor folgt der Gleichung 6-5 und ist in Abbildung 4 dargestellt. Er ergibt sich mit der mittleren Höhe h (m) des Bemessungsabschnitts zu:

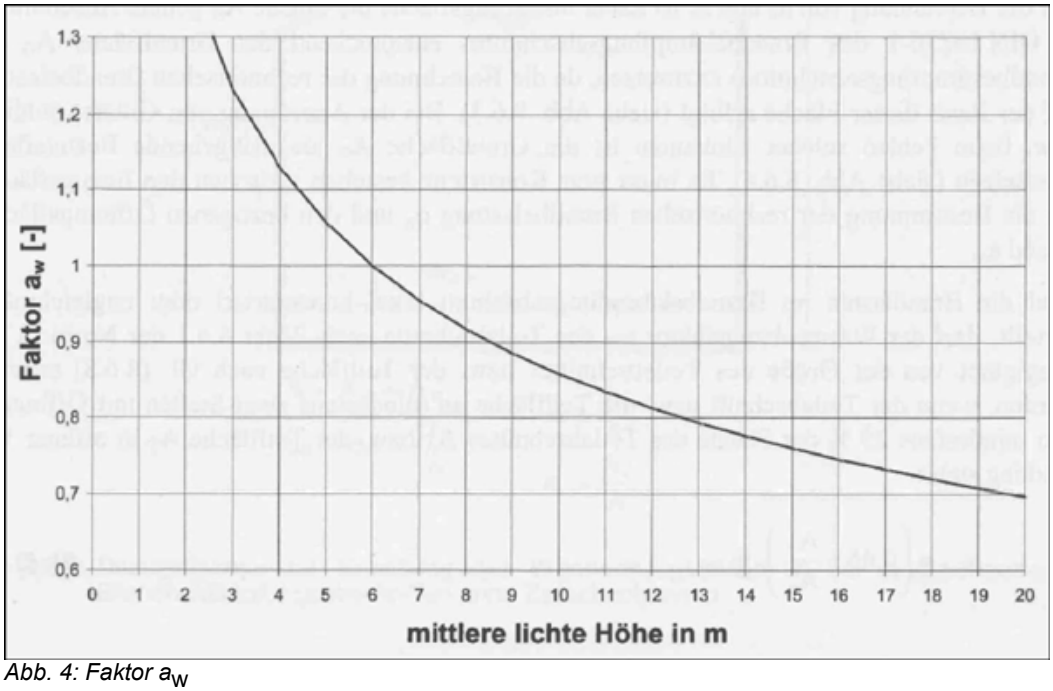

Abb. 4: Faktor a_W

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Brandschutzklassen

Der Nachweis nach DIN 18230-1 schließt mit der Bestimmung der erforderlichen Feuerwiderstandsklasse der Bauteile ab. Zur einheitlichen Klassifizierung der Anforderungen an die Bauteile eines Brandbekämpfungsabschnittes bedient man sich des Begriffes der Brandschutzklasse.

Die Brandschutzklasse ergibt sich nach Industriebaurichtlinie in einfacher tabellarischer Abhängigkeit aus der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer erf t_F für die Bauteile des Brandbekämpfungsabschnittes, die von wesentlicher Bedeutung für die Standsicherheit sind oder der Verhinderung der Übertragung von Feuer und Rauch zwischen benachbarten Brandbekämpfungsabschnitten dienen. Bauteile »mit hohen Anforderungen« entsprechen der Brandsicherheitsklasse SK_b3. Die Einordnung ist ausschließlicher Gegenstand der Industriebaurichtlinie.

Tab. 7: Brandschutzklassen nach MIndBauRL

Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer für die Brandsicherheitsklasse SKb3 in min	Brandschutzklasse BK
≤ 15	I
> 15 bis ≤ 30	II
> 30 bis ≤ 60	III
> 60 bis ≤ 90	IV
> 90	V

4.3 Zusammenspiel von Industriebaurichtlinie und Norm DIN 18230-1 – Seite 13 – 01.05.2012 << >>

Die Brandschutzklasse BK I bis BK V bzw. die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer für Bauteile der Brandsicherheitsklasse SK_b3 nach DIN 18230-1 stellt quasi das Bindeglied zwischen der Norm DIN 18230-1 und der IndBauRL dar. In der IndBauRL selbst werden dann in Abhängigkeit der bestimmten Brandschutzklasse (BK) die bauordnungsrechtlichen Anforderungen an die einzelnen Bauteile festgelegt. Die nachstehende Tabelle 8 gilt für Bauteile mit hohen Anforderungen (Brandsicherheitsklasse SK_b3) nach DIN 18230-1.

Tab. 8: Erforderliche Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen

Brandschutzklasse BK	rechnerische Feuerwiderstandsdauer für Anforderungsgruppe 3 in Minuten	Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102
I	≤ 15	F 30-A*) L 30 K 30 T 30
II	> 15 bis ≤ 30	F 30-A*) L 30 K 30 T 30
III	> 30 bis ≤ 60	F 60-A*) L 60 K 60 T 60

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Brandschutzklasse BK	rechnerische Feuerwiderstandsdauer für Anforderungsgruppe 3 in Minuten	Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102
IV	> 60 bis ≤ 90	F 90-A*) L 90 K 90 T 90
V	> 90	F 120-A*) L 90 K 90 T 90
*) Die Wände sind nach DIN 4102 Teil 3 Abschn. 4.3 zu prüfen. Dabei sind die Bedingungen in den Abschnitten 4.2.1 und 4.2.4 von DIN 4102 Teil 3 einzuhalten.		

Die Abbildung 5 zeigt das Ablaufschema der erforderlichen Widerstandsdauer erf t_F und damit den Zusammenhang zur Brandschutzklasse SK_b3 auf.

Damit ist der Zusammenhang von Industriebaurichtlinie und DIN 18230-1 entsprechend Abbildung 1 hergestellt.

4.3 Zusammenspiel von Industriebaurichtlinie und Norm DIN 18230-1 – Seite 14 – 01.05.2012 << >>

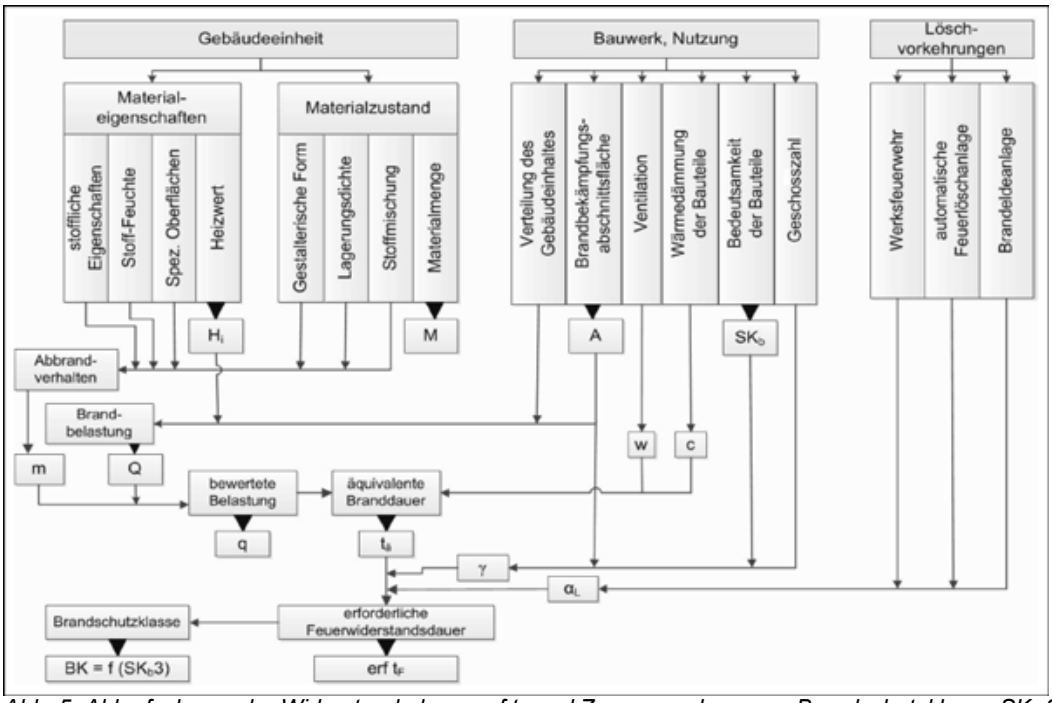

Abb. 5: Ablaufschema der Widerstandsdauer erf t_F und Zusammenhang zur Brandschutzklasse SK_b3

4.3.1.1 Heizwerte verschiedener brennbarer Stoffe

Die Entwicklung eines Schadenfeuers hängt unter anderem von der Art der brennbaren Stoffe, der Zündquelle, der Art und Verteilung der Brandlast, der Ventilation des betroffenen Raumes sowie weiteren Merkmalen des Bauwerks, wie den verwendeten Baustoffe oder den Löscheinrichtungen, ab. Der Ablauf eines Brandes erfolgt hinsichtlich Temperaturhöhe und Zeit im Allgemeinen in mehreren Phasen (s. Abb. 6). Zu unterscheiden sind die Entzündung, das Schwelen, die Brandausbreitung und das Abklingen. Entsprechend dem jeweiligen Schadensfeuer können die drei bis vier Phasen unterschiedlich lang sein bzw. unter Umständen nur sehr kurz auftreten.

Die beiden ersten Abschnitte eines Schadensfeuerverlaufes nach Abbildung 6 sind durch die Entstehung und die langsame Fortentwicklung eines Brandes charakterisiert. Die letzten beiden Abschnitte stellen mit der Erwärmungsphase und der Abkühlphase die Anforderungen an das Bauteile-Verhalten bei einem voll entwickelten Brand dar.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Im ersten Zeitabschnitt eines Brandes, der Zündphase, wird zunächst der Stoff gezündet. Durch die Zündquelle geraten umliegende Stoffe ebenfalls zur Entzündung, was von der Art dieser Stoffe, deren Abmessung, der

Oberflächenbeschaffenheit, der Luftzufuhr und weiteren brandschutztechnischen Voraussetzungen abhängt.

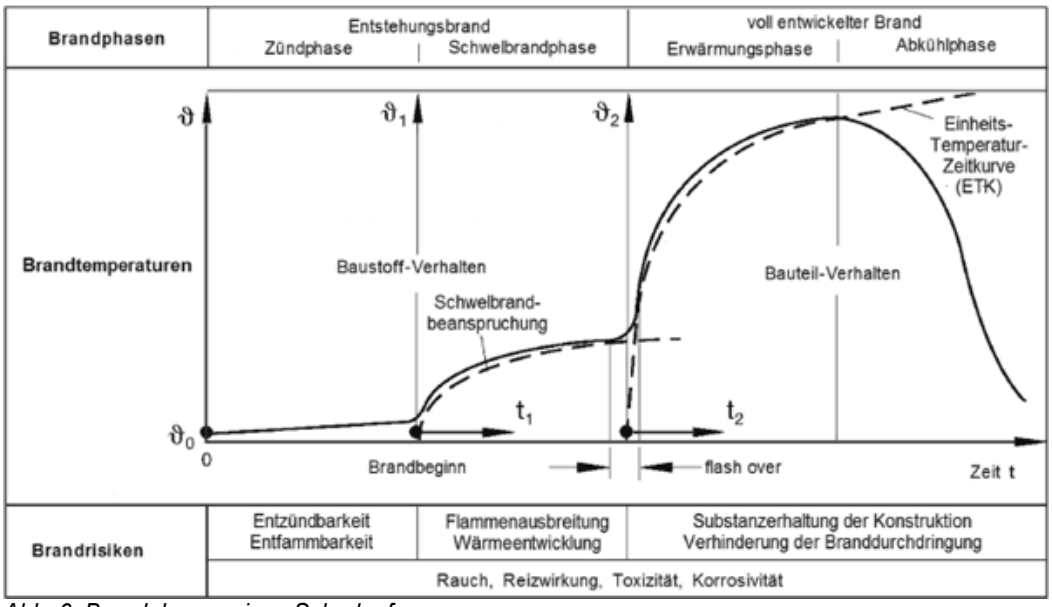

Abb. 6: Brandphasen eines Schadenfeuers

Hieraus kann unter Umständen im zweiten Zeitabschnitt ein Schwelbrand entstehen. Dabei kann sich die Glut oder die Flamme entsprechend den örtlichen Gegebenheiten so ausbreiten, dass sich der betroffene Raum durch die frei werdende Wärmeenergie mehr und mehr aufheizt. Die Schwelbrandphase kann wenige Minuten oder viele Stunden dauern. Danach geht der Schwelbrand in einen voll entwickelten Brand über.

Die schnelle Fortentwicklung des Bandes kann bereits wenige Minuten nach der Entzündung oder erst im späteren Brandstadium erfolgen. Bei Temperaturen von 500 bis 600 ˚C unterhalb der Decke eines vom Brand betroffenen Raumbereiches ist eine schlagartige Brandausbreitung mit ca. 10 m/min (Flashover) zu erwarten. Entsprechend der Materialart der Baustoffe (Baustoff-Klasse, Oberflächenbeschaffenheit, Beschichtung), der thermischen Aufbereitung der Stoffe und den vorherrschenden Temperaturen kommt es dabei zur spontanen Entzündung der brennbaren Stoffe.

Beim Vollbrand steigen die Temperaturen in der ersten Phase, der Flashover-Phase, rasch an und überschreiten ggf. 1.000 ˚C. Nach überschreiten eines Temperaturmaximums wird die letzte Phase, die Abkühlphase, eingeleitet. Typische Werte hinsichtlich der Temperaturen und Brandleistungen im Verlauf von Schadenfeuern sind in der nachstehenden Tabelle 9 angegeben. Nicht bei allen Bränden tritt ein Flashover auf, insbesondere ist dieser dann nicht zu erwarten, wenn die Brandbelastungen klein sind.

Auch bei sehr großen Hallen ist ein Flashover im Allgemeinen nicht zu erwarten.

Tab. 9: Die vier charakteristischen Brandphasen eines vollständigen Schadensfeuers (ohne Löscheinwirkung) entsprechend dem Verlauf in Abbildung 6

Brandphase	Temperaturbereich [˚C]	Brandleistung [kW/m2]
Entzündung	20–50	< 25
Schwelen	50–150	25–50
Ausbreitung	500–1.250	50–1.200
Abklingen	500–20	< 200

Die Dauer des voll entwickelten Brandes richtet sich nach der Menge der brennbaren Stoffe, nach dem Sauerstoffangebot und nach

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

den örtlichen Gegebenheiten. Im Zuge der Entstehung und Fortentwicklung stehen die Brandlast und – bezogen auf das Bauwesen – das Baustoff-Verhalten im Vordergrund. Das Brandverhalten der Baustoffe wird innerhalb der technischen Baubestimmungen hauptsächlich durch die Bestimmungen der DIN 4102 »Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen« geregelt.

Der Temperaturverlauf wird in erster Linie durch die Brandbelastung, die als flächenbezogene Wärmemenge q sämtlicher in einem Brandabschnitt vorhandenen brennbaren Stoffe in kWh/m^2 angegeben wird, und durch die Ventilation, die z.B. durch einen Öffnungsfaktor definiert werden kann, bestimmt.

Sofern es sich um Brandlasten handelt, deren Brandverhalten aus Versuchen oder Ähnlichem bekannt ist, kann der Temperaturverlauf in einem Raum unter Berücksichtigung der vorstehend erläuterten größeren Faktoren auch rechnerisch vorausbestimmt werden (Wärmebilanzrechnung). Dieses geschieht in dem Rechenablauf zur Bestimmung von q_R mit Hilfe der Gleichung nach 3-1. Die nachstehenden Tabellen geben für die benannten Stoffe die zur Berechnung der Wärmebilanz notwendigen Kenngrößen wieder.

Tab. 10: Heizwerte verschiedener Stoffe

Material/Stoff	Brennwert [Hs]		Heizwert [Hi]	
	[oberer Heizwert Ho]		[unterer Heizwert Hu]	
	[kWh/kg]	[(MJ/kg)]	[kWh/kg]	[(MJ/kg)]
Acrylfaser	8.5–8.6	30.6–30.8		
Anthrazitkohle	8.6–9.6	30.9–34.6	8.5–9.5	30.5–34.2
Baumwolle	4.5–5.6	16.5–20.4		
Benzin	13.0	46.8	12.1	43.7
Bitumenkohle	6.9–10.0	24.7–36.3	6.6–9.8	23.6–35.2
Butter	10.6	38.5		
Epoxydharz	10.8–9.3	38.8–33.5	8.6–8.7	31.1–31.4
Flugbenzin (J P5)	12.9	45.9	11.9	43.0
Fluoreldichtung	3.9–4.2	14.0–15.1		

4.3 Zusammenspiel von Industriebaurichtlinie und Norm DIN 18230-1 – Seite 17 – 01.05.2012
<< >>

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Material/Stoff	Brennwert [Hs]		Heizwert [Hi]	
Gummi ▪ Buna-N ▪ Butyl ▪ Isopren C5H8 ▪ Latexschaum ▪ GRS ▪ Autoreifen	9.6–9.9 12.7 12.5 9.4–11.3 12.3 9.1	34.7–35.6 45.8 44.9 33.9–40.6 44.2 32.6	11.8	42.3
Holzkohle	9.4–9.6	33.7–34.7	9.2–9.5	33.2–34.2
Holzmehl	5.5	19.8		
Hölzer ▪ Buche ▪ Birke ▪ Douglasfichte ▪ Ahorn ▪ Eiche ▪ Fichte ▪ Kiefer, weiß ▪ Pressspanplatte	5.6 5.6 5.8 5.3 5.6 6.1 5.3 5.5	20.0 20.0 21.0 19.1 20.2 21.8 19.2 19.9	5.2 5.2 5.4 4.9 5.2 5.7 4.9	18.7 18.7 19.6 17.8 18.7 20.4 17.8
Hypalondichtung	7.9	28.5		
Kerosin	12.9	46.4	12.0	43.3
Koks	7.8–8.6	28.0–31.0	7.7–8.7	28.0–31.6
Kork	7.3	26.1		
Lanolin (Wollfett)	11.3	40.8		
Leder	5.1–5.5	18.2–19.8		
Leinsamenöl	10.8–10.9	39.2–39.4		
Lignin, C2.6H3O	6.9–7.3	24.7–26.4	6.5–7.0	23.4–25.1
Lignit	6.2–9.3	22.4–33.3		
Mineralöl	12.7–12.8	45.8–46.0		

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Material/Stoff	Brennwert [Hs]		Heizwert [Hi]	
Naphta	11.9–13.1	43.0–47.1	11.4–12.2	40.9–43.9
Neoprengummi, C5H5Cl	6.8	24.3		
Neoprenschaum, C5H5Cl	2.7–7.4	9.7–26.8		
Nomexfaser, C14H10O2N2	7.5–8.0	27.0–28.7		
Olivenöl	11.0	39.6		
Packpapier (braun)	5.0–4.9	16.3–17.9	4.2	15.1
Paraffin	12.8	46.2	12.0	43.1
Rayonfaser	3.8–5.4	13.6–19.5		4.3 Zusammenspiel von Industriebaurichtlinie und Norm DIN 18230-1 – Seite 18 – 01.05.2012 << >>
Rizinusöl	10.3	37.1		
Silikon, SiC2H6O	4.3–4.7	15.5–16.8		
Silikonschaum	3.9–5.4	4.0–19.5		
Stärke	4.9	17.6	4.5	16.2
Stroh	4.3	15.6		
Schwefel	2.5	9.3		
Sonnenöl	11.6	41.8		
Schweineschmalz	11.1	40.1		
Tabak	4.4	15.8		
Tierfett	11.1	39.8		
Torf	4.6–6.0	16.7–21.6		
Vaseline, C7.118H12.957O0.091	12.8	45.9		
Wachspapier	6.0	21.5		
Weizen	4.2	15.0		
Wolle	5.8–7.4	20.7–26.6		

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Material/Stoff	Brennwert [Hs]		Heizwert [Hi]	
Zelluloid	4.9–5.7	17.5–20.6	4.6–5.3	16.4–19.2
Zelluloseazetatfaser, C8H12O6	4.9–5.1	17.8–18.4	4.6–4.9	16.4–17.6
Zellulosenitrat	2.5–3.8	9.1–13.5		
Zeitschriftenpapier	3.5	12.7		
Zeitungspapier	5.5	19.7		

4.3.1.2 Sicherheitstechnische Kennwerte brennbarer Stoffe zur Ermittlung des Brandpotenzials

Tab. 11: Heizwerte, m-Faktoren und spezifische Abbrandgeschwindigkeiten für brennbare Stoffe

brennbarer Stoff	H, [kWh/kg]	spezifische Abbrandgeschwindigkeiten [kW/m2]			m'-Faktor*)
	nach [1]	nach [2]	nach [3]		
Brennbare Flüssigkeit					
Azeton	8,0	1.200	1.262		
Ethylalkohol	7,5	405	419		
Methylalkohol	5,4	324	308	907–1.231	1.0
Benzin	11,9	2.356	2.106	714–1.499	0,7
Reinigungsbenzin	11,9	2.071		307–785	0,7
Benzol	11,1	3.397			
Cyclohexan	12,1	3.274		379–1.042	0,6
Dieselöl	11,7	1.474	772		0,7
Erdöl	11,6	905	835		
Heizöl	11,7		646	302–1.193	0,7

4.3 Zusammenspiel von Industriebaurichtlinie und Norm DIN 18230-1 – Seite 19 – 01.05.2012
<< >>

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

brennbarer Stoff	H, [kWh/kg]	spezifische Abbrandgeschwindigkeiten [kW/m2]			m'-Faktor*)
Isopropanol				144–495	1,1
Kerosin	12,0	1.656			
Maschinenöl	9,8	1.823			0,6
Motorenöl	9,8	1.882			0,6
Petroleum	12,1		2.105		
Terpentinöl	11,5		1.415		0,6
Toluol	11,3		1.566		
Xylol	11,1		1.152		
feste Stoffe (ohne Kunststoff)					
Autoreifen	12,2		388	630–732	0,4
Baumwolleballen	4,3		62		0,2
Baumwollgewebe	4,3		268		0,4
Bücher (Regal)	4,2		83		0,2
Dachbahn	8,0			624–864	0,5
Gummiformteile, gesch.	12,2		388–588	512–630	0,2
Holz	4,8		193–288		1,0
Holzmöbel	4,8		259	268–346	1,0
Kautschuk	12,2		388–588		0,4–0,6
Karton	4,2			328–378	0,2–2,0
Korbwaren	4,8			374–634	1,5
Margarine auf Paletten	8,2			205–270	0,2–2,0
Papier dicht gelagert				274–365	0,2
Putzlappen (ölig)	8,8			370–454	0,7
Roggenmehl	4,6			149–166	1,0
Sanitärkrepp	3,7			118–144	1,9
Schuhkarton	4,2			328–428	1,8

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

brennbarer Stoff	H, [kWh/kg]	spezifische Abbrandgeschwindigkeiten [kW/m2]			m'-Faktor*)
Sperrholz	4,8			144–170	0,8
Teppichfilz	6,0			126–432	1,5
Tonkassetten	6,0			104–205	1,6
Textilabfall mit Kunststoff	8,2		123–512		0,8
Kunststoff					
Acrylnitril	8,9				
Cellulose	4,9				
Melanin	5,4				
Nylon 6.6	8,2				
PMMA	6,9	248–580			
Polyamid	8,1			190	1,4
Polycarbonat (Schaum)	8,6	774		246–292	
Epoxydharz	9,1				1,1
Polyesterharz (CFK)	5,3	172–318			
Polyethylen	12,2	615		299–382	1,1
Polyethylen-Formteile	12,2	615		303–474	0,8
Polypropylen	12,2	369–615		127–338	0,8
Polyoxymethylen	4,3	99–248			0,8
Polystyrol	11,0	563–1.399		231–272	2,1
Polyvenylchlorid, weich	5,0			173–268	0,7
PU-hart B1	6,7	643–1.085		222–289	0,2
PU-weich B3	6,4	189–730		461–576	1,2

4.3 Zusammenspiel von Industriebaurichtlinie und Norm DIN 18230-1 – Seite 20 – 01.05.2012
<< >>

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

brennbarer Stoff	H, [kWh/kg]	spezifische Abbrandgeschwindigkeiten [kW/m2]			m'-Faktor*)
PVC-Kabel		300–390		173–205	0,5

*) Abbrandfaktor m' nach DIN 18 230-3, Ausgabe 03/2002
[1] Lee, B. T., Heat Release Rate Characteristics of some Combustible Fuel Sources in Nuclear Power Plants, Gaithersburg 1985
[2] Brandschutz, Formeln und Tabellen, VEB Staatsverlag Berlin 1979
[3] Dobbernack, R.: Auswertung zur spez. Abbrandrate von m-Faktor Versuchen, TU Braunschweig 1995

Soweit in der Tabelle für einen Stoff jeweils ein Wertebereich für m'-Faktoren angegeben ist, beziehen sich die Angaben auf unterschiedliche Formen und Lagerungsdichten der geprüften Stoffe.

Das flächenbezogene Brandpotenzial q_R (Brandlast) errechnet sich aus der Masse m der brennbaren Stoffe, dem Heizwert H_i und dem Abbrandfaktor m entsprechen der nachstehenden Gleichung 7-1 bezogen auf die beurteilte Fläche des Brandabschnitts A_{BA}.

$$q_R = \frac{\sum(m \times H_i \times m')}{A_{BA}} \quad \left[\frac{kWh}{m^2}\right] \qquad [7\text{-}1]$$

Aus der Tabelle geht hervor, dass die spezifischen Abbrandraten fester Stoffe in weiten Grenzen variieren, wobei offenbar die verwendeten Messmethoden, die Form der Proben und die Luftzufuhr von großem Einfluss sind. In der Praxis lassen sich die tatsächlichen Verhältnisse nicht genau vorhersagen, sodass bei Wärmebilanzrechnungen tendenzmäßig die oberen Werte der Tabellen zu verwenden sind, wenn genauere Angaben nicht vorliegen. Die Abbrandraten sind üblicherweise auf die Lagergrundfläche zu beziehen. Bei Regallagerung ist bei einer Brandausbreitung über eine Regalebene hinaus die betroffene Regaloberfläche als Bezugsgröße zu wählen.

4.3.1.3 Literaturhinweise

/1/ Musterbauordnung der Bundesrepublik Deutschland (MBO): in der Fassung von 2002, geändert Oktober 2008

/2/ Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebaurichtlinie – MIndBauRL), Fassung März 2000 (DIBt)

/3/ DIN 18230-1:2010-09 »Baulicher Brandschutz im Industriebau –Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer«

/4/ Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Sächsischen Bauordnung (SächsBO): VsVSächsBO vom 8. September 1992; Bauaufsichtliche Behandlung von Industriebauten mit Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau – Industriebaurichtlinie (MIndBauRL) – Anlage 5.8 zu Nr. 52.11 der VwV-SächBO i.d.F. vom 08.09.1992, SachsABl. SD Nr. 8 vom 28.10.1992

/5/ Europäische Gemeinschaft: Grundlagendokument, Wesentliche Anforderung Nr. 2 »Brandschutz«, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. C 62/23 vom 28.02.1994

Weitere Literaturangaben zum brandschutztechnischen Nachweis:

Blume, G.; Hosser, D.: Bewertung des Abbrandverhaltens von Brandlasten bei Raumbränden. Untersuchung zur Regelfähigkeit von brandschutztechnischen Nachweisen im Rahmen von KTA 2101.2.BMU 1996-221, ISSN 0724-3316

Hosser, D.: Rechnerische Nachweise für Brandschutzmaßnahmen. Bericht im Unterauftrag der GRS zur Erarbeitung von Regelvorschlägen der KTA 2101, Braunschweig 1987

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Hosser, D.; Dobbernak, R.; Heis, T.: Nachweisverfahren eines vereinfachten Nachweisverfahrens für die Bauteilauslegung im Rahmen der Erarbeitung der Regeln von KTA 2102, Braunschweig 1990

Hosser, D.; Siegfried, W.: Vergleich von Simulationsmodellen für brandschutztechnische Fragestellungen; veröffentlichtes Kurzreferat anlässlich Braunschweiger Brandschutz-Tage 1993, Hrsg.: Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig, Heft 103/1993

Max, U.; Schneider, U.; Kersken-Bradley, M.: Einsatzmöglichkeiten von Wärmebilanzrechnungen unter Berücksichtigung des Abbrandverhaltens verschiedener Lagerstoffe; VDI-Berichte 983, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1992

Mehl, F.: Ingenieurmäßige Brandsicherheitsnachweise und deren Behandlung aus bauordnungsrechtlicher Sicht; veröffentlicht in VdS-Monographie 2658, veröffentlichtes Referat anlässlich VdS-Fachtagung, Ingenieurmäßige Verfahren im Brandschutz (5), Köln, April 1998

Richter, E.; Hosser, D.: Brandschutztechnische Nachweise nach den Eurocodes – Sicherheitsvergleiche und nationale Anwendung; veröffentlichtes Kurzreferat anlässlich Braunschweiger Brandschutz-Tage 1995, Hrsg.: Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig, Heft 115/1995

Schneider, U.: Grundlagen zur Festlegung von Brandszenarien für den Brandschutzentwurf; VfdB-Zeitschrift, Forschung und Technik im Brandschutz, 44 (1995) 3, S. 92–100

Bearbeitungsdatum: Dezember 2016

Fußnoten

[1] Norm DIN 18230-1, s. Kap. 9.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH