

Arbeitsgemeinschaft Brandsicherheit AGB
Prof. DDr. U. Schneider / Dr. U. Max

D - 76646 Bruchsal 5
Au in den Buchen 90
Tel. 07257 / 902201
Fax 07257 / 902202
Email: umax.agb@t-online.de

WESENTLICHE INHALTE DER DIN 18230-1 UND DER MINDBAURL

Ulrich Max

Inhaltsverzeichnis

Abschnitt	Seite
1 Einleitung.....	3
2 Anwendungsbereich.....	6
3 Grundlagen des Verfahrens	7
3.1 Eingeschossige Industriebauten	7
3.2 Teilabschnitte nach Ziffer 5.2 und Anhang A der DIN 18230	10
4 Ermittlung der rechnerischen Brandbelastung.....	10
4.1 Brandlasten	10
4.2 Brandbelastung q	11
4.3 Rechnerische Brandbelastung q_R und Abbrandfaktor m	11
4.4 Brandlasten, die unberücksichtigt bleiben	12
4.5 Brandlasten, die berücksichtigt werden müssen	13
4.6 Geschützte Brandlasten.....	14
4.7 Ungeschützte Brandlasten.....	14
4.8 Berücksichtigung der Lagerguthöhen beim Abbrandfaktor m	14
4.9 Offene Fragen bei der Ermittlung des Abbrandfaktors m	16
5 Wärmebilanzrechnungen für die Bestimmung von Brandwirkungen.....	17
5.1 Ermittlung der Wärmeabzugsfaktoren w nach DIN 18230-1, Ausgabe Mai 1998.....	17
5.2 Wärmebilanzrechnungen als Ersatz für das Näherungsverfahren	18
6 Näherungsverfahren für die Ermittlung des Wärmeabzugsfaktors w	20
6.1 Ermittlung nach DIN.....	20
6.2 Näherungsverfahren für Teilflächen und Teilabschnitte	26
6.3 Näherungsverfahren für mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte.....	27
6.3.1 Mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte bei Geschoßflächen mit horizontalen Öffnungen von $\leq 2\%$	29
6.3.2 Mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte bei Geschoßflächen mit horizontalen Öffnungen von $> 20\%$	30
7 Grundlagen der Sicherheitsbetrachtungen	31
7.1.1 Brandsicherheitsklassen.....	34
7.1.2 Die Sicherheitsbeiwerte γ und die Beiwerte δ	35
7.1.3 Anbindung an die Industriebaurichtlinie.....	36
8 Zusammenfassung	37
9 Literaturverzeichnis	39

1 Einleitung

In DIN 18230-1 wird ein verhältnismäßig einfaches Verfahren zur Ermittlung der **äquivalenten Branddauer** von Bauteilen und zur Bestimmung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer verwendet. Die physikalische Basis dazu ist die äquivalente Branddauer. Sie entspricht der Zeit, bei der im Normbrand (DIN 4102-2) näherungsweise dieselbe Brandwirkung im Bauteil erreicht wird wie im natürlichen Schadensfeuer.

Sie wird ermittelt unter Berücksichtigung der

- vorhandenen rechnerischen Brandbelastung in kWh/m²
- eines Umrechnungsfaktors „c“
- des Wärmeabzugs im betreffenden Abschnitt oder für den betrachteten Teilabschnitt

aus der Beziehung:

$$t_{\ddot{a}} = q_R \cdot c \cdot w \quad \text{in min} \quad \text{Gl. (1)}$$

In Anpassung an natürliche Brandsituationen wird das vorhandene Wärmepotential, d. h. die im Brandfall theoretisch maximal freisetzbare Wärmemenge, in eine bewertete Brandbelastung q_R gemäß DIN 18230-1 mit Hilfe von Faktoren umgerechnet, welche die Materialeigenschaften und -zustände der brennbaren Stoffe berücksichtigen. Mit dieser Bewertung wird außerdem eine Bezugsetzung zu der überlieferten Normbrandbeanspruchung nach DIN 4102 erreicht, damit der in vielen tausend Versuchen seit Jahrzehnten erreichte Stand des Wissens um die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen auch weiterhin genutzt werden kann.

Mit den beiden Faktoren c und w werden die Einflüsse der tatsächlichen thermodynamischen Gegebenheiten vor Ort auf die im natürlichen Schadensfeuer auftretende Brandwirkungen beim Abbrand der rechnerischen Brandbelastung q_R erfaßt und die Übertragbarkeit auf die Bauteilprüfpraxis hergestellt. Dabei spielen die physikalischen Phänomene Wärmeübertragung durch

- Konvektion,
- Strahlung und
- Wärmeleitung in den Bauteilen

die entscheidende Rolle. Insofern können diese Einflüsse auch unter Anwendung von ingenieurmäßigen Berechnungsmethoden berücksichtigt werden, indem für eine vorhandene rechnerische Brandbelastung die im natürlichen Schadensfeuer auftretenden Temperaturentwicklung in den Bauteilen ermittelt und mit der Temperaturentwicklung unter der Normbrandtemperatur (ETK nach DIN 4102, Teil 2) verglichen wird.

Unter äquivalenter Branddauer wird in diesem Zusammenhang derjenige Zeitraum verstanden, in dem beim Normbrand nach DIN 4102 und bei einem beliebigen natürlichen Brand die gleichen Brandwirkungen am Bauteil festgestellt werden. Als Brandwirkung können in diesem Zusammenhang alle bei Feuerangriff auftretenden Phänomene verstanden werden (z. B. Temperaturerhöhungen, Abbrandtiefe (bei Holzbauteilen), Entwässerungen, Durchbiegungen, Ausdehnungen usw.). In der

Praxis ist die Beurteilung der Gesamtwirkung verschiedener Phänomene an einem Bauteil allerdings sehr schwierig, wenn nicht zum Teil sogar unmöglich, so daß man sich häufig bei der Ermittlung von äquivalenten Branddauern auf den Vergleich eines einzigen Phänomens beschränken muß. Bei Stahl- und Betonbauteilen werden zum Vergleich daher fast immer Temperaturerhöhungen herangezogen, weil die Abnahme der Festigkeit und des E-Moduls bei diesen beiden Werkstoffen eng mit dem erreichten Temperaturniveau verknüpft ist.

Es ist somit angenommen, daß die äquivalente Brandwirkung auf die Bauteile, bei vorgegebener Brandbelastung, nur von der Wärmedämmung der Bauteile abhängt und nicht von der Bauart. Damit lassen sich Naturbrände hinsichtlich ihrer Brandwirkung auf die Bauteile in einem Normalbrand nach DIN 4102 überführen (s. Bild 1).

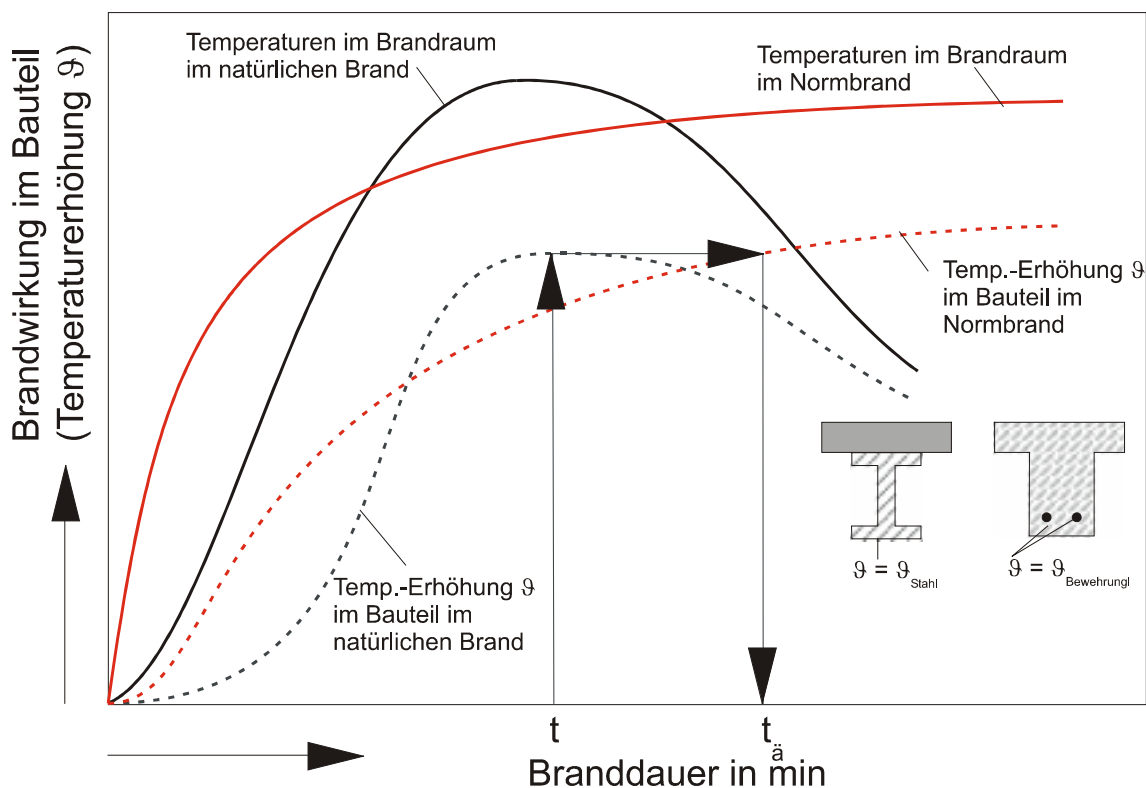


Bild 1: Umrechnung der Brandwirkung eines Naturbrandes auf die Brandwirkung nach DIN 4102 Teil 2 nach [13]

Die Möglichkeit, eine äquivalente Branddauer mit ingenieurmäßigen Berechnungsmethoden zu ermitteln, war neben anderen ein wesentlicher Grund für eine Überarbeitung der Vornorm DIN V 18230, Ausgabe September 1987.

Mit dem Wärmeabzugsfaktor w wird berücksichtigt, in welchem Anteil im Brandfall die entstehenden Rauchgase aus dem Brandbekämpfungsabschnitt abfließen können. Es wird bewertet, inwieweit dies zu einer Temperaturentlastung der Bauteile führt. Wesentliche Einflußfaktoren sind dabei die wirksamen Öffnungsflächen in den Wänden und im Dach sowie die maßgebende Höhe des Brandbekämpfungsabschnittes.

Die folgenden Ausführungen sind ein Auszug aus [12]. Dort finden sich weitere Hinweise in ausführlicher Form.

Aus der äquivalenten Branddauer (physikalische Brandwirkungen unter der Annahme, daß die gesamte Menge der brennbaren Stoffe verbrennt) wird auch unter Verwendung von probabilistischen Methoden aus diesem „worst case scenario“ die **erforderliche Feuerwiderstandsdauer** von Bauteilen ermittelt unter Berücksichtigung

- der äquivalenten Branddauer
- des Sicherheitsbeiwertes γ oder des Beiwertes δ in Abhängigkeit von der Geschoßanzahl und Brandabschnittsfläche
- Zusatzbeiwert zur Berücksichtigung der Begrenzung der Brandausbreitung aufgrund der brandschutztechnischen Infrastruktur (Faktor α_L)

$$erft_F = t_{\ddot{a}} \cdot \gamma(\delta) \cdot \alpha_L \quad \text{in min} \quad \text{Gl. (2)}$$

Auf der Grundlage der so ermittelten erforderlichen Feuerwiderstandsdauer erfolgt die Einstufung in die Feuerwiderstandsklassen, die nun direkt der DIN 4102 zugeordnet werden können. Die Einflüsse auf die Bemessung sind in Bild 2 dargestellt.

Zur Anpassung an die neue DIN 18230-1, wurde auch der Teil 2 der Norm, „Ermittlung des Abbrandfaktors m “, komplett überarbeitet. Dabei wurden gegenüber der Ausgabe 9/1987 zum Teil erhebliche Änderungen bzw. Ergänzungen vorgenommen, wobei folgende Gesichtspunkte maßgebend waren:

- Generelle Überarbeitung zur Anpassung an den Stand der Technik,
- Präzisierung des konstruktiven Aufbaues der Versuchseinrichtung und deren Kalibrierung,
- Präzisierung der Versuchsdurchführung zur Bewertung des Abbrandes während der Prüfung,
- Präzisierung der Versuchsauswertung unter Berücksichtigung der Streuungen,
- Festlegung der Auswertung zur Bestimmung der Brandleistung (heat release rate).

Die Einspruchsverhandlungen zum Teil 2 der Norm wurden im März 1998 abgeschlossen, so daß der Weißdruck im Januar 1999 ebenfalls erscheinen konnte. Noch nicht überarbeitet wurde das Beiblatt 1 zur DIN 18230-1, so daß weiterhin die Ausgabe 11/1989 gilt. Das Beiblatt 1 enthält Angaben bezüglich des Heizwertes und m -Faktors von 102 Stoffen oder Waren. Eine Überarbeitung des Beiblattes ist erforderlich, wobei insbesondere folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen sind:

- Festlegung weiterer Heizwerte und m -Faktoren,
- Berücksichtigung des Einflusses der Lagerhöhe (derzeit im normativen Anhang B, Abschnitt B.1 der DIN 18230-1 geregelt),
- Angaben über spezifische Abbrandraten bzw. Brandleistungen von Stoffen und Waren (heat release rates).

Das Beiblatt 1 wird voraussichtlich erst 1999 in überarbeiteter Form vorliegen. Soweit für bestimmte Stoffe oder Waren die Abbrandfaktoren nicht bekannt sind, müssen diese gemäß DIN 18230-2 experimentell bestimmt werden.

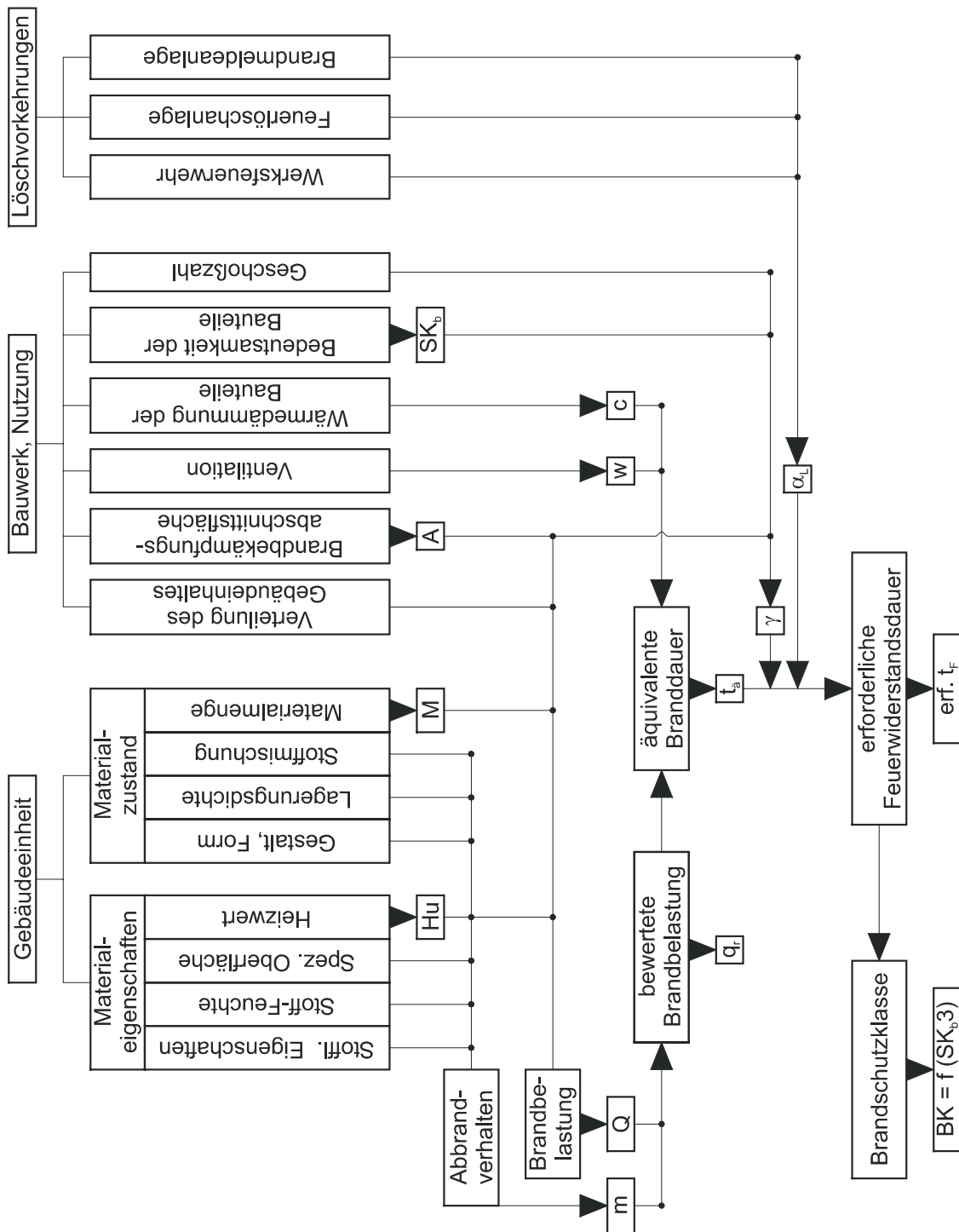


Bild 2: Ermittlung der Brandschutzklassen

2 Anwendungsbereich

Die Norm 18230-1 gilt für Gebäude oder Teile davon, die für Produktions- oder Lagernutzung eines Unternehmens bestimmt sind (Industriebauten).

Ihre Anwendung ist nicht vorgesehen für:

- Hochhäuser; außer in besonderen Fällen, siehe Anhang D (informativ)
- Regallager mit Lagerhöhen über 9 m
- Silos
- Schüttgutlager großer Ausdehnung
- energieerzeugende und -verteilende Betriebsgebäude
- Reinraum-Gebäude, siehe Anhang D informativ

Die Norm 18230-1 darf nur angewendet werden, wenn die Brandbelastung festgelegt wird.

Für die Einstufung des Brandbekämpfungsabschnittes und/oder die brandschutztechnische Bemessung ist eine maximal zulässige Brandbelastung festzulegen. Da die Brandbelastung wesentlich vom Heizwert der brennbaren Stoffe abhängt, ist dieses Verfahren weniger für die Einstufung von Brandbekämpfungsabschnitten mit wechselnden brennbaren gelagerten oder gefertigten Stoffen geeignet.

Die Anforderungen an die Standsicherheit der Bauteile richten sich nach der „Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau“ (Muster-Industriebaurichtlinie – M IndBauRL).

3 Grundlagen des Verfahrens

3.1 *Eingeschossige Industriebauten*

Für eingeschossige Industriebauten wird fußend und erweiternd zu § 25 Abs. 3 MBO in aller Regel bauordnungsrechtlich gestattet, daß die Bauteile auch „ohne brandschutztechnische Bemessung“ ausgeführt werden können (Bauteile sind brandschutztechnisch „ungeschützt“; die Abbildung **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**-7 vermittelt den bisherigen Regelungsinhalt nach Muster-IndBauR von 1985 normungstechnisch aufbereitet). Diese Erleichterung ist jedoch an eine Reihe von Nebenbedingungen geknüpft, auf die hier aus „baupraktischer Sicht“ aufmerksam gemacht werden soll.

Diese Randbedingungen, unter denen jeweils bestimmte Erleichterungen in Anspruch genommen werden können, beziehen sich im einzelnen auf

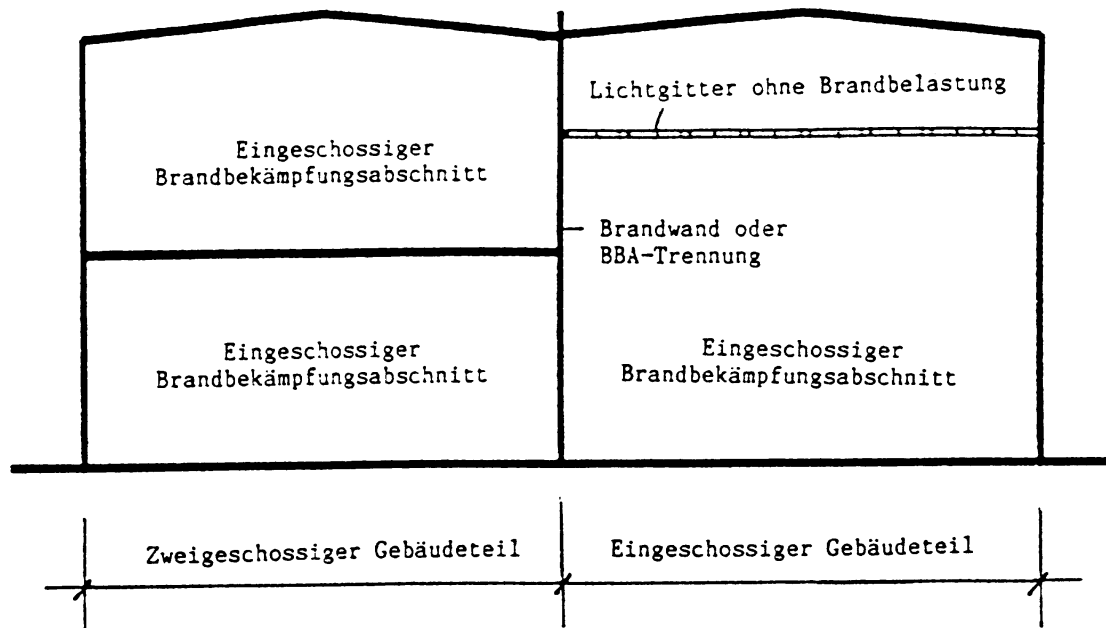
- a) Eine gegenüber den Anforderungen nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 405 erhöhte Löschwasserbereitstellung (anstelle i. d. R. 1600 l/min müssen 3200 l/min zur Verfügung gestellt werden).
- b) Die Begrenzung der Tiefe des Brandbekämpfungsabschnittes, so daß ein erfolgversprechender Löschangriff mindestens von außen vorgetragen werden kann, in Verbindung mit einer zweckentsprechenden Feuerwehrumfahrt (letzte Forderung gilt für Industriebauten mit einer Grundfläche von mehr als 500 m²). Im Bereich dieser Verkehrswege müssen Außenwandverkleidungen sowie Dämmschichten aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

- c) Das Erfordernis der Anwendung automatischer Feuerlöschanlagen bei größeren Brandbekämpfungsabschnitten (Festlegung erfolgt in Abhängigkeit der Brandschutzklasse BK und der Größe des Brandbekämpfungsabschnittes).
- d) Das Erfordernis zur Anordnung von 3 % Wärmeabzugsöffnungen im Dach im Hinblick auf eine thermische Entlastung der Räume des Brandbekämpfungsabschnittes. Als Wärmeabzugsflächen können nach DIN 18230-1 hierbei solche „Flächen“ im Dach und in der oberen Außenwandhälfte angesetzt werden, die mit Materialien abgedeckt und verschlossen sind, die bei Einwirkung unter Normbrandbedingungen in einem Zeitraum von maximal 15 min zerstört werden - z. B. Einfach-Fensterglas - oder solche, mit einer Schmelztemperatur von $< 300^{\circ}\text{C}$; siehe hierzu D.13.2 einschl. Tab. D.3 in DIN 18230-1.

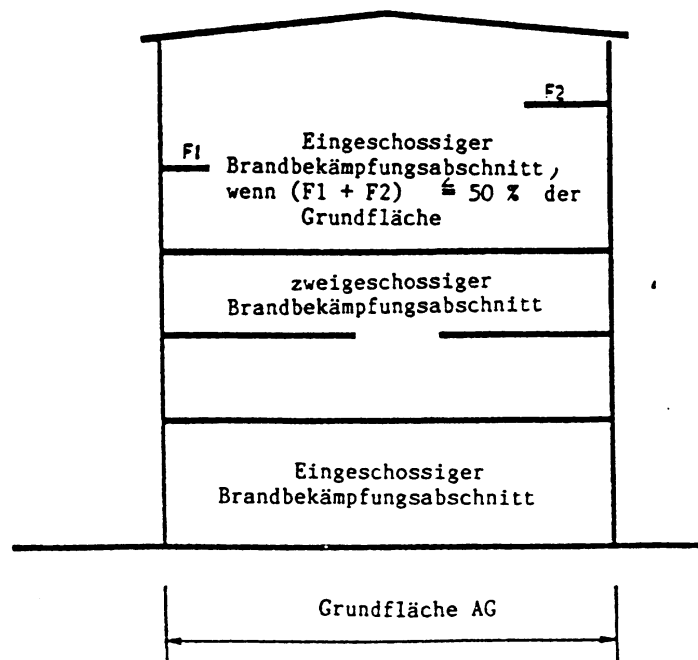
Es sei darauf hingewiesen, daß die IndBauR unterstellt, daß vom Grundsatz her alle Räume ausreichende Öffnungen für einen Rauchabzug erhalten (siehe M IndBauRL, Ziffer 5.8). Für eingeschossige Industriebauten gilt dafür als Regel die Norm DIN 18232 Teile 1 bis 5.

Bild 3: Die Brandschutzklasse eines Brandbekämpfungsabschnittes - Bindeglied zwischen DIN 18230-1 und M IndBauRL

Gebäude mit einem 1- und einem 2geschossigen Gebäudeteil mit jeweils eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten



4geschossiges Gebäude mit zwei 1geschossigen Brandbekämpfungsabschnitten und einem 2geschossigen Brandbekämpfungsabschnitt



3.2 Teilabschnitte nach Ziffer 5.2 und Anhang A der DIN 18230

Die Definition von Teilabschnitten ist neu. In eingeschossigen Hallen können Teilabschnitte berücksichtigt werden, wenn eine Brandübertragung zwischen zwei Teilabschnitten nicht zu erwarten ist.

Bedingungen:

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

$$H > 7 \text{ m}$$

$$RWA > 1,0 \%$$

automatische BMA

$$B < 30 \text{ m}$$

brandlastfreie Freistreifen

Tabelle 3-1: Mindestbreiten von Freistreifen

Brandbelastung kWh/m ²	Breite m	Zusatzmaßnahmen
≤ 45	4,5	keine
≤ 45	3,5	Werkfeuerwehr oder selbsttätige Löschanlagen
> 45 bis 100	4,5	Werkfeuerwehr oder selbsttätige Löschanlagen
	3,5	Werkfeuerwehr und selbsttätige Löschanlagen

4 Ermittlung der rechnerischen Brandbelastung

4.1 Brandlasten

Im Sinne von DIN 18230-1 ist unter dem Begriff „Brandlast“ das gesamte Wärmepotential der in dem betrachteten Bereich bzw. Brandbekämpfungsabschnitt befindlichen Betriebs- und Lagerstoffe, die der Nutzung zuzurechnen sind, sowie der brennbaren Bestandteile des Gebäudes, d. h. Baustoffe in Bauteilen und Baustoffe an Bauteilen, wie Bekleidungen, Beschichtungen und Belägen, zu verstehen.

In der DIN 18230-1 wird unterschieden zwischen den im Rechenverfahren zur Ermittlung von t_F

- zu berücksichtigenden Brandlasten,
- Brandlasten, die unberücksichtigt bleiben,
- den ungeschützten Brandlasten und
- den geschützten Brandlasten.

Die Brandlast eines Stoffes ist im physikalischen Sinn sein Wärmepotential, das aus seiner Masse M (kg) und seinem Heizwert H_u (kWh/kg) berechnet wird:

$$Q = M \cdot H_u \text{ in kWh} \quad \text{Gl. (3)}$$

Die Masse des Stoffes wird schlicht durch Wägung in dem Zustand, in dem er in dem Abschnitt vorkommt, ermittelt.

Der Heizwert wird durch Versuch nach DIN 51900 bzw. ISO 1716 in der kalorimetrischen Bombe bei vollständiger Verbrennung ermittelt, indem von dem bei diesem Experiment ermittelten „Brennwert“ H_o die auf Normaltemperatur bezogene Verdampfungsenthalpie r des in den Verbrennungsprodukten enthaltenen Wassers μ_{H_2O} subtrahiert wird:

$$H_u = H_o - \mu_{H_2O} \cdot r \quad \text{Gl. (4)}$$

Werte über den unteren Heizwert H_u von Bau- und Lagerstoffen sind im Beiblatt 1 zu DIN 18230-1, Ausgabe November 1989 zu finden. Das Beiblatt wird gegenwärtig überarbeitet und ergänzt.

4.2 Brandbelastung q

Unter der Brandbelastung in einem Brandabschnitt oder Brandbekämpfungsabschnitt versteht man das auf eine Fläche bezogene Wärmepotential aller dort vorhandenen Brandlasten bzw. brennbaren Stoffe:

$$q = \sum Q_i / A = \sum M_i \cdot H_{ui} / A \text{ in kWh/m}^2 \quad \text{Gl. (5)}$$

4.3 Rechnerische Brandbelastung q_R und Abbrandfaktor m

Die rechnerische Brandbelastung q_R nach DIN 18230-1 ist der Rechenwert für die im Brandfall freigesetzte Wärmemenge, bezogen auf die jeweils anzusetzende Bezugsfläche. Dieser rechnerische Ansatz für die Brandbelastung ist erforderlich, weil das Wärmepotential der Brandlasten unter Brandbedingungen nicht unbedingt vollständig oder/und erheblich verzögert freigesetzt wird. Das Maß der Abweichung von dem Potentialwert wird durch den dimensionslosen Abbrandfaktor „ m “ berücksichtigt, dessen Definition nach der Norm lautet:

„Der Abbrandfaktor m ist ein dimensionsloser Beiwert, mit dem die Brandlast aus einem Stoff oder Stoffgemisch zur Berücksichtigung ihres Brandverhaltens in bestimmter Form, Verteilung, Lagerungsdichte und Feuchte bei der Rechnung nach DIN 18230-1 zu multiplizieren ist.“

Entsprechend den vorstehenden Überlegungen wird die rechnerische Brandbelastung q_R durch die auf einen Bereich A (m^2) bezogene Summe der rechnerischen Brandlasten Q_{Ri} ermittelt:

$$Q_{Ri} = M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i \text{ in kWh} \quad \text{Gl. (6)}$$

$$q_R = [\sum (M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i)] / A \text{ in kWh/m}^2 \quad \text{Gl. (7)}$$

Für das Berechnungsverfahren nach der Norm ist es erforderlich, die rechnerischen Brandbelastungen getrennt zu ermitteln, die sich aus den ungeschützten Brandlasten und den geschützten Brandlasten (denen ein Kombinationswert Ψ zugeordnet werden kann) aus den folgenden Gleichungen ergeben:

$$q_{R,u} = [\sum(M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i)] / A \quad \text{für ungeschützte Brandlasten} \quad \text{Gl. (8)}$$

$$q_{R,g} = [\sum(M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i \cdot \Psi)] / A \quad \text{für geschützte Brandlasten} \quad \text{Gl. (9)}$$

Die Bezugsfläche A ist entweder die Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes (BBA), bezeichnet mit A_B , oder beim Nachweis des Teilabschnittes die Fläche A_A bzw. beim Teilflächennachweis die Fläche A_T .

4.4 Brandlasten, die unberücksichtigt bleiben

Brandlasten, die bei der Ermittlung der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_F der Bauteile unberücksichtigt bleiben, sind in der Norm in den Abschnitten 6.4.1 und - bezogen auf mehrschichtige Metallbauteile - im Abschnitt 7 detailliert aufgeführt. Dabei wird ebenfalls, wie oben dargelegt, unterschieden zwischen

- Brandlasten, die der Nutzung des Abschnittes, und
- Brandlasten, die als Wärmepotential von Baustoffen dem Gebäude

zuzuordnen sind. Für diese nicht zu berücksichtigenden Brandlasten werden in der Norm sehr detaillierte Ausführungen gemacht, auf die im folgenden eingegangen wird:

- Brandlasten als Wärmepotential von Stoffen, die der Nutzung zuzuordnen sind:
 - Die Stoffe befinden sich in einem Verarbeitungs- oder Lagerungszustand, in dem ihre Zündung sicher ausgeschlossen werden kann, beispielsweise im ständig wassernassen Zustand (6.4.1 a).

Hinweis: Das Kriterium, daß eine Zündung ausgeschlossen ist, kann sich in diesem Zusammenhang nicht auf brennbare Stoffe in geschlossenen Behältern beziehen. Dafür sind die besonderen Regeln für geschützte Brandlasten gemäß Abschnitt 6.5 zu beachten.

- Kabel innerhalb von allseits geschlossenen Schaltschränken aus Stahlblech etc., die bis auf die Bodenplatte reichen und allseitig umschlossen sind.
 - Gasförmige Betriebsmittel, wenn sie sich in Leitungen befinden, die von außen abgeschiebert werden können und die durch Brandeinwirkung nicht zerstört werden, beispielsweise aus Stahl, wenn in dem betreffenden Abschnitt die rechnerische Brandbelastung 15 kW/m^2 nicht überschritten wird (6.4.1 c).
- Brandlasten als Wärmepotential von Baustoffen, sofern sich die Baustoffe überhaupt nicht am Brandgeschehen beteiligen können oder ihr Wärmepotential erfahrungsgemäß nicht

nennenswert an der thermischen Beanspruchung der Bauteile mitwirkt, bleiben unberücksichtigt. Hierfür enthält die Norm mehrere Beispiele:

- Auf Massivdecken ohne Hohlräume verlegte Bodenbeläge der Baustoffklasse B 1-DIN 4102 (6.4.1 b).

Hinweis: Dies dürfte auch bei befahrbarem Industrie-Estrich aus Beton, der sich auf anderen Decken befindet, der Fall sein.

- Brennbare Bestandteile in Bauteilen, die durch eine hinreichend wirksame Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen gegen die thermische Einwirkung des Brandes in dem betreffenden Abschnitt geschützt sind und während der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer nicht zum Brandgeschehen beitragen.

Hinweis: Für den Nachweis der Nichtbeteiligung der „brennbaren Bestandteile“ wird in der Regel ein rechnerischer Nachweis erforderlich sein.

- Brennbare Bestandteile des Dachtragwerkes, die innerhalb eines BBA wirksam durch eine mindestens nach SK_b3 bemessene Decke/Unterdecke aus Baustoffen der Klasse A-DIN 4102 vom übrigen BBA abgetrennt werden (6.4.1 d).
- Brennbare Stoffe in einem kleinen BBA, der sich in einem größeren BBA befindet (6.4.1 f).

4.5 Brandlasten, die berücksichtigt werden müssen

Alle Brandlasten, die nicht nach den vorstehenden Ausführungen unberücksichtigt bleiben dürfen, sind bei der Berechnung von $erf\ t_F$ zu berücksichtigen.

Dies gilt auch für brennbare Bestandteile mehrschichtiger Metallbauteile, wie gedämmte Stahltrapezbleche, die unter Brandeinwirkung ihre Wärmedämmfähigkeit verlieren (7, Tabelle 1).

Diesbezüglich ist folgendes zu beachten: Bei gedämmten Verbundbaustoffen oder -bauteilen mit außenliegendem, dem Brand ausgesetzten Stahlblech ist bei einer Dämmung mit Kunststoffschäumen nach DIN 18164-1 zwischen Dämmschichten mit thermoplastischem Verhalten, wie PS-Hartschaum, und mit nichtthermoplastischem Verhalten, wie PUR- oder PF-Hartschaum, zu unterscheiden.

Thermoplastische Dämmschichten sintern oberhalb 110 °C und schmelzen bei weiterer Erwärmung zwischen 130 °C bis ca. 180 °C; sie verlieren deshalb bereits nach sehr kurzer Dauer der Brandeinwirkung ihre wärmedämmende Wirkung. Die Schmelze trägt zum Brandgeschehen in vollem Umfang bei.

Bei nichtthermoplastischem Hartschaum bildet sich an der vom Brand beanspruchten Seite zunächst eine oberflächige Verkohlungs-schicht, die die weitere Zersetzung des Hartschaums verzögert. Der Wärmeabfluß durch das Bauteil wird dementsprechend erst mit zunehmender Brandeinwirkung wirksam, der Beitrag zur Energiefreisetzung tritt verzögert ein.

4.6 Geschützte Brandlasten

Nach der Normdefinition gelten brennbare Stoffe in geschlossenen Behältern aus Stahlblech oder anderen nicht zerbrechlichen und im Brandverhalten vergleichbaren Werkstoffen als „geschützt“ (6.4.3). Dies gilt auch für Brandlasten in Rohrleitungen (6.5.1) aus den entsprechenden Werkstoffen.

Sofern sich in den Behältern Mannlöcher, Abfüll- oder Befüllleinrichtungen befinden, gelten sie für das Berechnungsverfahren von $\text{erf } t_F$ für den Normalbetrieb als geschlossen. Die Schutzwirkung der Systeme, d. h. Behälter und Rohre und ihre Anzahl, wird durch den Kombinationswert Ψ berücksichtigt.

Zur Berücksichtigung von geschützten Brandlasten ist in DIN 18230-1 ein vereinfachtes Verfahren vorgesehen, bei dem die größte rechnerische Brandbelastung aus geschützten Brandlasten höher als die kleineren rechnerischen Brandbelastungen bewertet wird. Daneben wurde eine genauere Berücksichtigung von geschützten Brandlasten (insbesondere in Behältern) unter Berücksichtigung der Wirksamkeit des Schutzes unter Brandbeanspruchung aus der ungeschützten rechnerischen Brandbelastung. Das Verfahren ist im normativen Anhang C enthalten.

4.7 Ungeschützte Brandlasten

Alle Brandlasten, die zu berücksichtigen sind und die nicht als „geschützt“ gelten, sind „ungeschützte Brandlasten“. Die aus ihnen resultierende rechnerische Brandbelastung ist gemäß

$$q_{R,u} = \sum (M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i) / A \quad \text{Gl. (8)}$$

zu ermitteln, wobei $A = A_B$ oder $A = A_A$ bzw. $A = A_T$ anzunehmen ist. Für Betriebe, in denen nur sehr geringe Brandlasten vorhanden sind, wie beispielsweise bei metallverarbeitenden Betrieben, ist mit einer Mindestbrandbelastung

$$q_{R,u} = 15 \text{ kWh/m}^2 \quad \text{Gl. (9)}$$

zu rechnen.

4.8 Berücksichtigung der Lagerguthöhen beim Abbrandfaktor m

Brände in Lagern mit hoch gestapelten Erzeugnissen zeigten deutlich, daß bei Bränden, die im unteren Höhenbereich des Lagers entstehen, die höher gelagerten Teile infolge ihrer Vorwärmung eine deutlich größere Abbrandgeschwindigkeit haben als gleiche Erzeugnisse in nicht vorgewärmtem Zustand.

Dieses unterschiedliche Verhalten war selbstverständlich auch schon früher bekannt und sollte bei den Entwicklungsarbeiten des m-Faktor-Prüfverfahrens auch berücksichtigt werden. Aus Zeit- und Geldmangel konnte für diese Frage jedoch bislang keine wissenschaftlich gesicherte Lösung gefunden werden.

Wegen des Fehlens einer gesicherten Basis wurde für die Überarbeitung von DIN 18230 1 vereinbart, daß die m-Faktoren nach dem Beiblatt 1 nur für eine Lagerhöhe bis zu 4,5 m angewendet werden

dürfen. Sie sind für Lagerhöhen bis zu 9 m zu erhöhen und dürfen für Lagerhöhen über 9 m nicht mehr ohne weitergehende Überlegungen angewendet werden.

Da in der Berechnung nach DIN 18230-1 der gesamte Energieinhalt der Stoffe und Waren berücksichtigt wird, kann eine Vergrößerung der Lagerhöhe nur durch die Veränderung in der Branddynamik wirksam werden, d. h. die Erhöhung der Stapelhöhe bewirkt eine schnellere Brandausbreitung durch:

- Vergrößerung der brennbaren Oberflächen,
- Vorwärmung der obenliegenden Lagerstoffe,
- Verbesserung der Luftzufuhr zum Brandherd.

Es wurde im Ausschuß festgelegt, die m-Faktoren zwischen 0,5 und 1,0 bei 9,0 m Lagerhöhe um 50 % zu erhöhen. Die m-Faktoren von 1,2 bis 2,0 werden um 40 % bzw. 50 % erhöht. Im Bereich von $2,0 \leq m \leq 0,4$ betragen die Erhöhungen 20 % bis 40 %. Die entsprechenden Einzelwerte sind auf Bild 4 dargestellt. Diese Abbildung wird in das zukünftige (neue) Beiblatt 1 aufgenommen.

Die erhöhten Werte für die m-Faktoren h_L über 4,5 m sind in DIN 18230-1 (5/98) im normativen Anhang als graphische Darstellung (Bild B.1) angegeben. Die entsprechenden Erhöhungsfaktoren $\Delta h = h_L - 4,5$ (m) für $9,0 \geq h_L \geq 4,5$ m für die m-Faktoren nach Beiblatt 1 zu DIN 18230-1 sind für die vorhandene Höhendifferenz zu 4,5 m rechnerisch nach der folgenden Tab. 1 zu ermitteln. Die graphische Darstellung der Erhöhung von m zeigt Bild 4 Extrapolationen über 9,0 m Lagerguthöhe sind nicht zulässig.

Tab. 1: Erhöhungsfaktoren für Lagerhöhen über 4,5 m

m	Vergrößerungsfaktor
$0,2 < m < 0,5$	$1 + 0,222 \cdot \Delta h$
$m = 0,6$	$1 + 0,186 \cdot \Delta h$
$m = 0,8$	$1 + 0,139 \cdot \Delta h$
$m = 1,0$	$1 + 0,111 \cdot \Delta h$
$m = 1,5$	$1 + 0,037 \cdot \Delta h$
$m \geq 2,0$	1,0

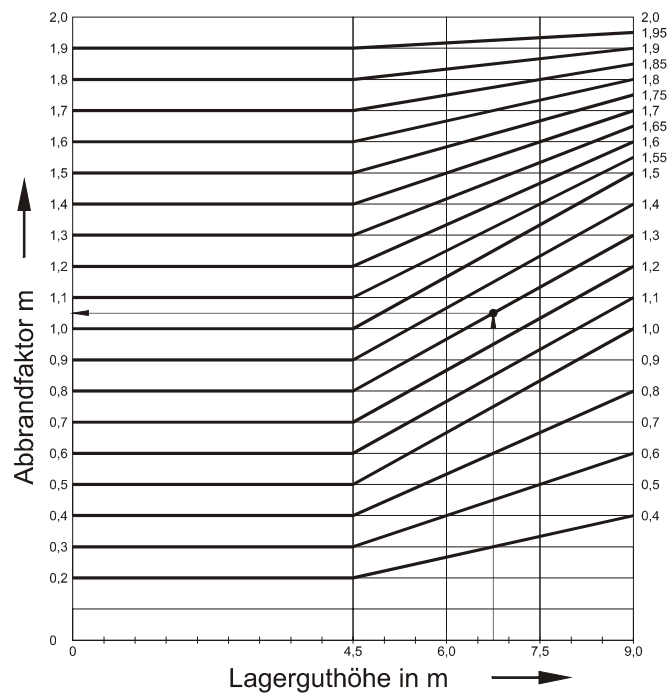


Bild 4: **Einfluß der Lagerguthöhe auf den Abbrandfaktor m**

4.9 Offene Fragen bei der Ermittlung des Abbrandfaktors m

Der Normentwurf für das Prüfverfahren sieht eine Begrenzung der durch Versuch ermittelten m-Werte nach unten mit 0,2 vor. Diese Festlegung beruht auf der noch nicht ausreichend statistisch abgesicherten Beurteilung des Prüfverfahrens. Für die praktische Anwendung ist diese Begrenzung jedoch unbefriedigend, und der Grenzwert sollte überprüft werden, zumal von dem zuständigen Sachverständigenausschuß für bestimmte Firmenerzeugnisse bzw. Lagergüter bereits schon m-Faktoren $< 0,2$ festgelegt worden sind.

Nach der beschriebenen Versuchsmethode können Brandbelastungen bis zu $\approx 50 \text{ kg/m}^2$ geprüft werden. Damit kann der m-Faktor für sehr viele Stoffe im industriellen Bereich ermittelt werden. Die Übertragung dieser Ergebnisse auf die Lagerung großer Stoffmengen unter weitgehender Behinderung von Luftzutritt erwies sich jedoch als problematisch, wie Erfahrungen bei Bränden, an denen derartig gelagerte Güter beteiligt waren, zeigten. Bei der weiteren Beratung der Norm sollte deshalb auch die Frage der Extrapolierbarkeit der Versuchsergebnisse auf sehr große Mengen behandelt werden.

Das Beiblatt 1 zu DIN 18230-1 enthält derzeit nur eine begrenzte Zahl gemessener Werte. Für die Praxis ist es daher notwendig, für Stoffe, deren m-Faktor nicht bekannt ist und auch nicht geprüft werden kann, unter Berücksichtigung ihrer Lagerungsdichte auf der sicheren Seite liegende Werte von dem im Beiblatt angegebenen m-Faktoren von Stoffen vergleichbarer Art und Brandverhalten abzuleiten.

Liegen keine Vergleichsmöglichkeiten vor, ist der Abbrandfaktor m zu ermitteln. Fehlen entsprechende Versuche, muß der Abbrandfaktor m mit mindestens 1,0 in den Berechnungen nach DIN 18230-1 berücksichtigt werden.

5 Wärmebilanzrechnungen für die Bestimmung von Brandwirkungen

5.1 Ermittlung der Wärmeabzugsfaktoren w nach DIN 18230-1, Ausgabe Mai 1998

Drei wesentliche Gründe für eine rechnerische Überprüfung bzw. für die Neufestlegung der Wärmeabzugsfaktoren w waren

- die Doppelbewertung der horizontalen Öffnungen sowohl bei der bewerteten Öffnungsfläche als auch bei der Bestimmung nach Tabelle 3 in DIN V 18230-1,
- die Unterscheidung bei ausschließlich vertikalen Öffnungen nach Brandbekämpfungsabschnitten mit Öffnungen an einer und an mindestens zwei Seiten,
- Unstetigkeiten in Tabelle 3 der DIN V 18230-1, wobei eine Interpolation der Werte nicht vorgesehen war (dies führte vor allem bei kleinen bewerteten Öffnungsflächen (A_{v+h}/A etwa 0,05), die in der Praxis sehr häufig vorkommen, dazu, daß durch eine geringfügig geänderte Öffnungsfläche oder -anordnung eine um 50 % günstigere äquivalente Branddauer berechnet wurde, und Sprünge über mehr als eine Brandschutzklasse auftreten konnten).

Die Diagramme zur Ermittlung des Wärmeabzugsfaktors w für den vorliegenden Entwurf von DIN 18230, Ausgabe 03/96, wurden unter Auswertung von Wärmebilanzrechnungen für **eingeschossige** Brandbekämpfungsabschnitte ohne Zwischenbühnen nach [1] unter Verwendung des Rechenprogramms MRFC (Multi Room Fire Code) auf der Basis der Wärmebilanztheorie gewonnen. Als Wärmesenken wurden dabei nur die Umfassungsbauteile (keine Zwischenwände oder Einbauten) berücksichtigt. Die dort durchgeführten Berechnungen gehen davon aus, daß eine Bemessungsbrandlast von 144 kWh/m^2 gleichmäßig über den gesamten Brandbekämpfungsabschnitt von 2400 m^2 verteilt ist. Ausgehend von einem Brandherd in der Mitte des Brandbekämpfungsabschnittes breitet sich der Brand in der Phase der Brandentwicklung mit einer konstanten Geschwindigkeit von 1 m/min nach vier Seiten aus, bis die Hallenwände erreicht werden.

Auf der so entstandenen Brandfläche verbrennt das Brandgut unter Berücksichtigung des m -Faktors (Mischbrandlast aus Holz und verschiedenen Kunststoffen) mit einem Heizwert von $3,74 \text{ kWh/kg}$ bei einer definierten Abbrandgeschwindigkeit von $20 \text{ kg/m}^2\text{h}$, bis die gesamte Brandlast verbraucht ist. Für die Bemessungskonfiguration tritt dabei nach etwa 30 min eine Vollbrandsituation ein, bei der das Brandgut über die gesamte Grundfläche des Bemessungs-Brandbekämpfungsabschnittes brennt. Bei anderen Verhältnissen von Brandbelastung zu Hallengröße ist dies nicht immer der Fall.

Bezüglich der Lage der vertikalen Öffnungsflächen wurde in den Berechnungen angenommen, daß ein Teil davon in Form von Toren (ca. alle 40 bis 60 m) direkt über dem Fußboden und der Rest in der oberen Hälfte der Wände mit einem Abstand von 1 m vom Dach gleichmäßig verteilt angeordnet ist. Für die Dachöffnungen wurde praxisgerecht angenommen, daß diese erst nach Erreichen von

Rauchgastemperaturen im Brandbekämpfungsabschnitt zwischen 80 und 100 °C geöffnet werden. Das Brandszenarium ist in [12] ausführlich beschrieben.

Aus den äquivalenten Branddauern der Simulationsrechnungen wurden unter Berücksichtigung der rechnerischen Brandbelastung gemäß Gl. (8 und 9) und des Umrechnungsfaktors c gemäß Tabelle 3 des Normtextes w -Faktoren berechnet. Diese sind mittels Approximation der Ergebnisse durch die Gl. (22 bis 24) in DIN 18230-1 angenähert worden, wobei die Gleichungen im allgemeinen auf der sicheren Seite liegende Werte ergeben. Dies gilt insbesondere für folgende Fälle:

- sehr hohe Brandbekämpfungsabschnitte mit Rauch- und Wärmeabzugsanlagen
- Brandbekämpfungsabschnitte mit kleiner Fläche A_v und zusätzlichen Rauch- und Wärmeabzugsanlagen
- Brandbekämpfungsabschnitte mit Bränden auf Teilabschnitten bei kleinen Verhältniswerten A_T/A_B
- bei gutem Rauch- und Wärmeabzug auf Teilflächen

Der Ausschuß hat aus Gründen der Kontinuität die w -Faktoren gemäß Abschnitt 8.3 auf $w \geq 0,5$ festgelegt. Dabei werden sowohl der Grundwert w_0 nach Gl. (22) in DIN 18230-1 als auch der Wärmeabzugsfaktor w nach Gl. (21) nach unten auf 0,5 begrenzt. Davon darf abgewichen werden, wenn ein genauerer Nachweis geführt wird. Bei Punktbrandlasten und zusätzlich horizontalem Wärmeabzug und auch bei Bränden auf nicht zu großen Teilflächen sind nach [1] üblicherweise w -Faktoren $< 0,5$ zu erreichen.

5.2 Wärmebilanzrechnungen als Ersatz für das Näherungsverfahren

Nach den Festlegungen in Abschnitt 8.1 der DIN 18230-1 darf auf eine Ermittlung des Wärmeabzugsfaktors w nach dem Näherungsverfahren in den Abschnitten 8.3 und 8.4 verzichtet werden, wenn ein genauerer Nachweis unter Verwendung von Modellen nach der Wärmebilanztheorie geführt wird.

Solche Modelle stehen seit einiger Zeit zur Verfügung. Sie wurden in den letzten Jahren weiter verbessert und durch Vergleiche mit Brandversuchen validiert. Heute stehen einige Modelle in Form von benutzerfreundlichen Programmen zum Einsatz auf PCs zur Verfügung. Die Modellpalette reicht von vergleichsweise einfachen Zonenmodellen, bei denen für einen Brandbekämpfungsabschnitt nur eine einzige mittlere Temperatur ermittelt wird, über Mehrraum-Mehrzonenmodelle bis hin zu Feldmodellen, bei denen ein Brandbekämpfungsabschnitt in eine Vielzahl von Segmenten mit unterschiedlichen Temperaturen unterteilt wird. Die breitere Verteilung der verfügbaren Rechenprogramme setzt allerdings auch voraus, daß die Anwender sowohl grundlegende Kenntnisse der Wärmebilanztheorie als auch modellspezifische Kenntnisse und Erfahrungen erwerben.

Beim Einsatz des Mehrraum-Mehrzonenmodells MRFC (z. B. [2]) werden mit leistungsfähigen PCs mit Intel 486 oder Pentium Prozessoren für die Berechnung eines Brandbekämpfungsabschnittes bei einer Simulationszeit von 90 min Rechenzeiten von deutlich weniger als einer Minute erreicht.

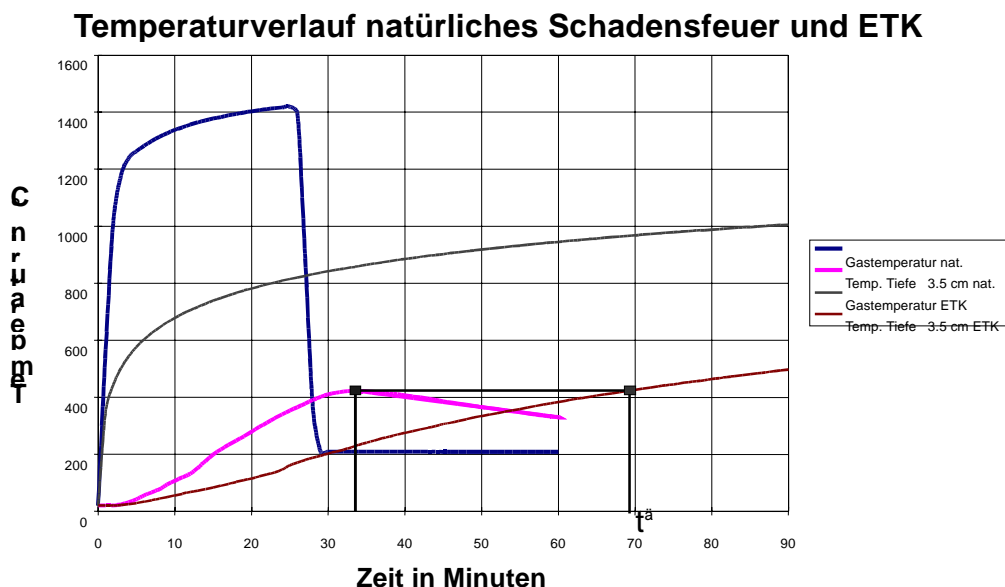
Mit diesem Modell kann für ein natürliches Schadensfeuer u. a. die zeitliche Entwicklung der Rauchgastemperaturen in der Umgebung der zu beurteilenden Bauteile bestimmt werden. Diese Temperaturen weichen in der Regel deutlich vom Temperaturverlauf der ETK nach DIN 4102, Teil 2, ab. Daher muß zur Bestimmung der vergleichbaren Temperaturwirkungen die Zeit ermittelt werden,

zu der beim natürlichen Schadensfeuer näherungsweise die gleichen Temperaturwirkungen auftreten wie unter ETK-Temperaturbeanspruchung. Das entspricht genau der äquivalenten Branddauer $t_{\text{ä}}$, die in Gl. (1) definiert ist. Die Ermittlung dieser Zeit erfolgt in der Praxis dadurch, daß an einer relevanten Stelle (z. B. bei Stahl- und Spannbetonbauteilen an der Stelle der Bewehrung bzw. der Vorspannung) die Temperaturentwicklung unter ETK-Verlauf bestimmt wird. Im Programm MRFC erfolgt die Ermittlung der äquivalenten Branddauer an einem Stahlbetonbauteil in 3,5 cm Tiefe bzw. Bewehrungsüberdeckung. Die Zeit, zu der dann die gleiche Temperatur erreicht wird, die maximal für das natürliche Schadensfeuer auftritt, entspricht der äquivalenten Branddauer $t_{\text{ä}}$.

Bei rechnerischen Nachweisen mit der Methode der Wärmebilanzrechnungen sind die tatsächlich vorhandenen brandschutztechnischen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Bei den Berechnungen werden auch weitere Einflußfaktoren erfaßt, die im Rahmen der Näherungsberechnung nach Abschnitt 6.1 nicht eingehen. Dies betrifft z. B. die Verteilung der Öffnungen an den Wänden.

Die brandschutztechnischen Parameter bezüglich des Brandszenariums sind gemäß Beiblatt 1 zu DIN 18230-1 festzulegen. Es ist bei einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von 1 m/min anzunehmen, daß die gesamte vorhandene bzw. anzusetzende Brandlast nach Abschnitt 6.1 in DIN 18230-1 verbrennt.

Bild 5: Äquivalente Branddauer nach Wärmebilanzrechnung



Bei der Ermittlung der Temperaturwirkung sind bei den Berechnungen nach der Wärmebilanzmethode auch die thermodynamischen Eigenschaften der Umfassungsbauteile zu berücksichtigen. Diese werden in DIN 18230-1 über den Umrechnungsfaktor c erfaßt. Zur Ermittlung des Wärmeabzugsfaktors w muß daher die aus der Wärmebilanzrechnung ermittelte äquivalente Branddauer durch die rechnerische Brandbelastung q_R und den Umrechnungsfaktor c dividiert werden. Zur Berechnung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_f kann $t_{\text{ä}}$ wiederum direkt verwendet werden.

Die Durchführung von Berechnungen nach der Methode der Wärmebilanztheorie ist erforderlich für

- den globalen Nachweis bei mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten mit horizontalen Öffnungen zwischen den Geschossen zwischen 2 und 20 % Öffnungsfläche (siehe Abschnitt 6.3),
- Teilflächennachweise, wenn die Teilfläche nicht in offener Verbindung mit dem Rest des Brandbekämpfungsabschnittes steht.

Sie ist gemäß DIN 18230-1 ausdrücklich erlaubt für:

- Brandbekämpfungsabschnitte mit maschineller Entrauchung, wenn diese bei der Ermittlung des w-Faktors berücksichtigt werden soll,
- sehr günstige Ventilationsverhältnisse, wenn w-Faktoren $< 0,5$ ausgenutzt werden sollen,
- Brandbekämpfungsabschnitte mit großen Wärmesenken (z. B. große Tanks mit Flüssigkeiten), wenn die Wärmeabsorption dieser Einbauten berücksichtigt werden soll.

Die Methode der Wärmebilanzrechnung liefert nicht in jedem Fall ein günstigeres Ergebnis als das Näherungsverfahren. Dies gilt insbesondere für Brandbekämpfungsabschnitte mit Flächen über 5000 m^2 bei geringer und ausschließlicher Ventilation an den Wänden.

Die Durchführung von Wärmebilanzrechnungen zur Ermittlung der äquivalenten Branddauer ist darüber hinaus in allen Fällen zu empfehlen, bei denen z. B. die Frage der zeitlichen Verrauchung zur Beurteilung der Flucht- und Rettungsweglängen sowie der Brandbekämpfungsmöglichkeiten zu klären ist.

6 Näherungsverfahren für die Ermittlung des Wärmeabzugsfaktors w

6.1 Ermittlung nach DIN

Die unterschiedliche Anrechenbarkeit von Öffnungen in den Außenwänden und auf dem Dach nach 8.2 der Norm führt daher dazu, daß für äquivalente Branddauern von $t_a \leq 15 \text{ min}$ und $15 < t_a \leq 30 \text{ min}$ sowie für $30 \text{ min} < t_a$ jeweils eigene w-Faktoren ermittelt werden müssen, wenn Öffnungen nach den Zeilen 5 bis 7 in der folgenden Tabelle 6-1 berücksichtigt werden sollen und nicht der in bezug auf die Anrechenbarkeit ungünstigste Fall $t_a < 15 \text{ min}$ unterstellt wird. Dies gilt für Verschlüsse von Öffnungen,

- die aus Kunststoffen mit einer Schmelztemperatur $< 300 \text{ °C}$ bestehen,
- die nach 15 min im Normbrandversuch zerstört werden,
- die als Isolier- oder Verbundsicherheitsglas ausgeführt sind.

In Tabelle 6-1 sind die Bedingungen bezüglich der Anrechenbarkeit von Öffnungen zusammengestellt, die sich aus den Regelungen in 8.2 in Abhängigkeit von der Art der Öffnungsverschlüsse ergeben. Diese Tabelle stimmt grundsätzlich mit der Tabelle D.3 in den Erläuterungen zu DIN 18230-1 überein. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die Formulierung in den Erläuterungen mißverständlich ist, weil dort der Begriff t_a nur auf die Brandbeanspruchung in der zur beurteilenden Halle bezogen und über die Qualitäts- bzw. den Versagenszeitpunkt der Materialien keine Aussage

gemacht wird. Dazu ist im Normtext in Abschnitt 8.2 unter Aufzählung e) die eindeutige Aussage zu finden, daß die Materialien „bei Brandeinwirkung nach der Einheitstemperaturkurve nachweislich in einer Zeitspanne von maximal 15 min zerstört werden“. Für Öffnungen nach Zeile 7 darf der angegebene Wert bei Vorhandensein einer Werkfeuerwehr verdoppelt werden. Dies wird damit begründet, daß grundsätzlich (d. h. unter Berücksichtigung der öffentlichen Feuerwehr) Öffnungen ohne Gewaltanwendung zu öffnen sein müssen. Dies kann nicht Aufgabe der öffentlichen Feuerwehr sein. Einer Werkfeuerwehr kann dies im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes zugemutet werden, wenn die entsprechende Ausrüstung zur Verfügung steht. Dies sollte im Rahmen der Planungen sichergestellt werden.

Tabelle 6-1: Anrechenbarkeit von Öffnungen beim w-Faktor

	Art des Öffnungsverschlusses	Anrechenbarkeit
1=	ständig offen	immer
2=	von außen zu öffnen	immer
3=	RWA Öffnung	immer
4=	Einfach-Fensterglas	immer
5=	Verglasungen mit Kunststoffen mit einer Schmelztemperatur < 300°C	im Dach und in der oberen Wandhälfte immer, andere Öffnungen bei $t_a \geq 15$ min
6=	Materialien, die bei Brandeinwirkungen gemäß ETK (DIN 4102) nach höchstens 15 min zerstört werden	bei $t_a > 15$ min zu 100 %, sonst nicht
7=	Isolier- und Verbundsicherheitsglas	bei $t_a \leq 15$ min zu 35 % ^{*)} bei $t_a > 15$ min zu 50 % ^{*)} bei $t_a > 30$ min zu 100 % ^{*)}
8=	Brandschutzverglasung	nie
9=	angriffshemmende Verglasung	nie
10=	Drahtglas mit kreuzweisen Drähten	nie

^{*)} = bei Vorhandensein einer Werkfeuerwehr darf der Wert verdoppelt werden

Nach Abschnitt 8.2 der Norm dürfen vereinfachend 90 % der Fläche angerechnet werden, die sich aus den Rohbaumaßen ergeben. Damit wird berücksichtigt, daß im Endausbau die Rohbauöffnungsmaße nicht in voller Fläche für die Abfuhr von Rauch und Wärme zur Verfügung stehen, weil diese z. B. durch feststehende Rahmen und Fensterprofile ausgefüllt sind, die im Brandfall i. d. R. nicht versagen, sondern die Öffnungsfläche einengen.

Die w-Faktoren für die o. g. Bedingungen ergeben sich in Abhängigkeit von der Art der vorhandenen Öffnungsverschlüsse. Dabei werden unter Berücksichtigung von den jeweils anrechenbaren Öffnungsflächen, die den in Tabelle 6-1 zusammengestellten Bedingungen genügen, w-Faktoren berechnet. Diese w-Faktoren sind unabhängig von der tatsächlich zu erwartenden äquivalenten Branddauer, d. h. von der vorhandenen Brandbelastung und dem Umrechnungsfaktor c. Da bestimmte Öffnungstypen nur anrechenbar sind, wenn im Brandbekämpfungsabschnitt bereits ein Brand mit einer bestimmten Intensität, ausgedrückt durch die äquivalente Branddauer, stattgefunden hat, d. h. die Öffnungen werden erst zerstört, wenn der Brand diese Bedingungen erreicht hat, ergibt sich der maßgebende w-Faktor für den Brandbekämpfungsabschnitt aus folgenden Überlegungen:

- Bleibt die äquivalente Branddauer t_a unter Berücksichtigung der immer anrechenbaren Öffnungsflächen unter 15 min, dann entsprechen der w-Faktor und das mit diesen Flächen ermittelte t_a den maßgebenden Werten.
- Bleibt die äquivalente Branddauer t_a unter Berücksichtigung der bei $15 < t_a \leq 30$ min anrechenbaren Öffnungsflächen unter 30 min, dann entsprechen der w-Faktor und das mit diesen Flächen ermittelte t_a den maßgebenden Werten. Ein $t_a \leq 15$ min darf in diesem Fall nicht angerechnet werden, weil durch den Brand bereits mindestens $t_a = 15$ min erreicht sein muß, damit die betreffenden Öffnungen überhaupt anrechenbar sind. Andererseits muß das aus den immer anrechenbaren Öffnungen ermittelte $t_a > 15$ min nicht angesetzt werden. In diesem Fall ist also $t_a = 15$ min maßgebend.
- Der w-Faktor und die äquivalente Branddauer t_a unter Berücksichtigung der bei $30 \text{ min} < t_a$ anrechenbaren Öffnungsflächen entsprechen den maßgebenden Werten in allen anderen Fällen. Ein $t_a \leq 30$ min darf in diesem Fall nicht angerechnet werden, weil durch den Brand bereits mindestens $t_a = 30$ min erreicht sein muß, damit die betreffenden Öffnungen überhaupt anrechenbar sind. Andererseits muß das aus den bei $15 < t_a \leq 30$ min anrechenbaren Öffnungen ermittelte $t_a > 30$ min nicht angesetzt werden. In diesem Fall ist also $t_a = 30$ min maßgebend.

Bei der weiteren Verwendung der w-Faktoren für Teilflächennachweise oder Teilabschnittsnachweise sind die o. g. Einschränkungen ebenfalls zu beachten. Dabei muß zwischen Teilflächennachweis und Teilabschnittsnachweis unterschieden werden.

Für den Teilflächennachweis kann ohne Einschränkung der maßgebende w-Faktor für den Brandbekämpfungsabschnitt verwendet werden, weil bei diesem Nachweis der Abbrand des gesamten Brandgutes unterstellt wird, d. h. das berechnete maßgebende t_a wird in jedem Fall erreicht. Errechnet sich aus dem Teilflächennachweis ggf. ein höheres t_a , dann darf auch der w-Faktor unter Berücksichtigung der dann anrechenbaren Öffnungen ermittelt werden. Ein ggf. größeres t_a als beim globalen Nachweis hat keinen Einfluß auf die Brandschutzklasse, aber auf die erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_F .

Beim Nachweis für die Teilabschnitte ist analog zu verfahren wie für den w-Faktor beim globalen Nachweis, d. h. die Öffnungen sind ggf. in Abhängigkeit von der äquivalenten Branddauer anrechenbar, teilweise anrechenbar oder nicht anrechenbar. Bei der Teilabschnittsbildung wird davon ausgegangen, daß der Brand jeweils auf die einzelnen Teilabschnittsflächen begrenzt bleibt, d. h. Öffnungen, die erst bei $t_a > 15$ min als offen oder teilweise offen unterstellt werden, gehen erst auf, wenn der Brand auf der Teilabschnittsfläche eine entsprechende Intensität erreicht hat.

Der Wärmeabzugsfaktor w kann nach DIN 18230-1 gemäß Abschnitt 8.3 entweder nach Bild 2 und 3 und den Gleichungen (18) bis (21) oder nach den dort angegebenen Gleichungen (22 bis 24) ermittelt werden. Bei ermittelten Werten von $w < 0,5$ ist $w \equiv 0,5$ zu setzen, soweit kein genauerer Nachweis unter Verwendung von Modellen nach der Wärmebilanztheorie geführt wird.

Eine direkte Berechnung von w_0 kann erfolgen unter Verwendung der Eingangsgrößen

$$A_v = \text{Fläche der vertikalen Öffnungen}$$

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

A_h = Fläche der horizontalen Öffnungen

A = Fläche des Bemessungsabschnittes

und bei Einhaltung der Begrenzungen bzw. der Verhältniswerte

$$A_v = \text{MIN} (A_v, 2 \cdot A_{v,ob}) \quad \text{Gl. (10)}$$

$$0,025 \leq a_v = A_v/A \leq 0,25 \quad \text{Gl. (11)}$$

$$a_h = A_h/A \quad \text{Gl. (12)}$$

Bei Brandbekämpfungsabschnitten mit sehr geringen horizontalen Öffnungsflächen bzw. ausschließlich vertikalen Öffnungen dürfen zur Sicherstellung einer ausreichenden Zeit bis zur Verrauchung des Brandbekämpfungsabschnittes nur solche Öffnungsflächen angerechnet werden, die in der oberen Hälfte der Wandflächen angeordnet sind ($A_{v,ob}$), zuzüglich eines maximal gleich großen Anteiles von Wandöffnungen aus der unteren Hälfte (Zuluft) der Wandflächen. Beim Nachweis von Zwischengeschoßen oder des Dachgeschosses dürfen Öffnungsflächen im Fußboden auf die Fläche A_v angerechnet werden. (Über diese Öffnungen strömt üblicherweise Zuluft in den betrachteten Brandbekämpfungsabschnitt.)

Der Wärmeabzugsfaktor w wird aus einem Grundwert w_0 , bei dem die Größe und Anordnung der Öffnungen eingehen, und einem Faktor a_w berechnet, bei dem die mittlere Höhe des Brandbekämpfungsabschnittes berücksichtigt wird. Der Faktor w errechnet sich aus

$$w = w_0 \cdot a_w \quad \text{Gl. (13)}$$

Der Grundwert w_0 wird ermittelt aus der Beziehung

$$w_0 = \frac{1,0 + 145 \cdot (0,40 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \quad \text{mit : } w_0 \geq 0,5 \quad \text{Gl. (14)}$$

mit:

$$\beta_w = 20 \cdot (1 + 10 \cdot a_v - 64 \cdot a_v^2) \geq 16 \quad \text{Gl. (15)}$$

Für Verhältniswerte von a_h mit

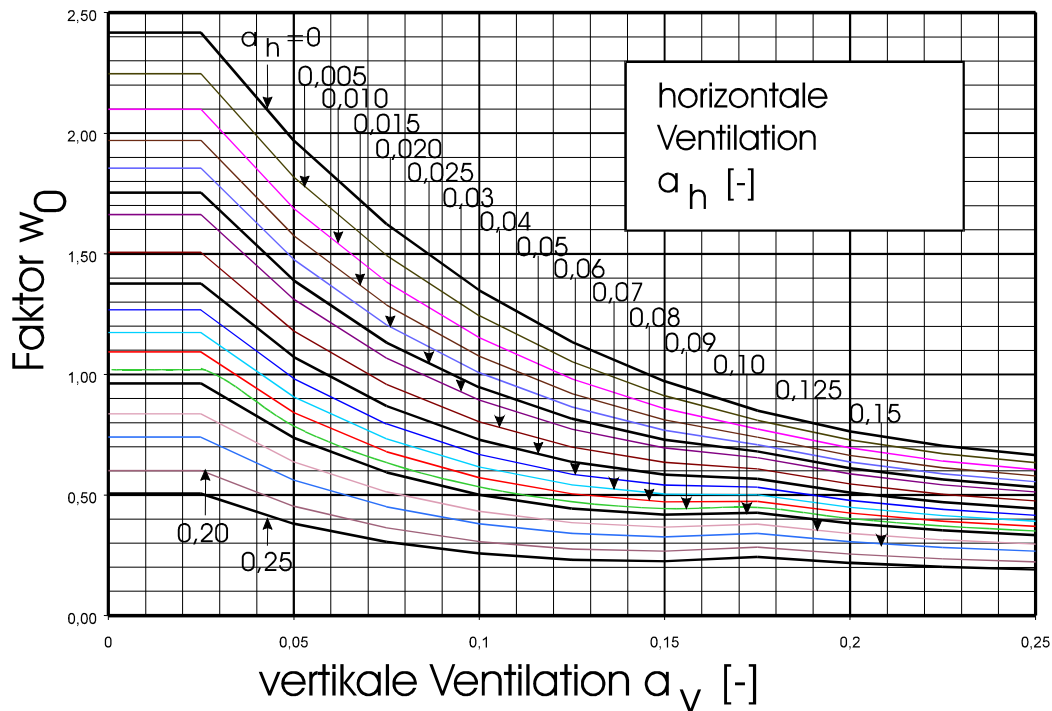
$$a_h \geq \frac{0,4 + 290 \cdot (0,40 - a_v)^4}{\beta_w} \quad \text{Gl. (16)}$$

würden sich in Gl. (14) Faktoren w_0 ergeben, die $< 0,5$ sind, die nach der Nebenbedingung in Gl. (14) nicht verwendet werden dürfen. In diesen Fällen muß für w_0 ein Wert von 0,5 angesetzt werden.

Öffnungen, die ausschließlich in der unteren Hälfte von Wänden angeordnet sind, dürfen bei fehlenden horizontalen Öffnungen bzw. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen im Dach nach Gl. (20) in DIN 18230-1 bzw. nach Gl. (10) dieses Beitrages bei der Berechnung des Wärmeabzugsfaktors w nicht angerechnet werden. Es ist in diesem Fall der maximale Faktor w_0 von 2,4 anzusetzen.

Die Auswertung der Berechnungen des Grundwertes für w_0 ergibt die in Bild 6 dargestellten Ergebnisse. In dieser Darstellung ist die vertikale Ventilation a_v an der Längsachse einzusetzen. Die horizontale Ventilation a_h ist als Kurvenparameter verwendet. Für dazwischenliegende Werte von a_h darf interpoliert werden.

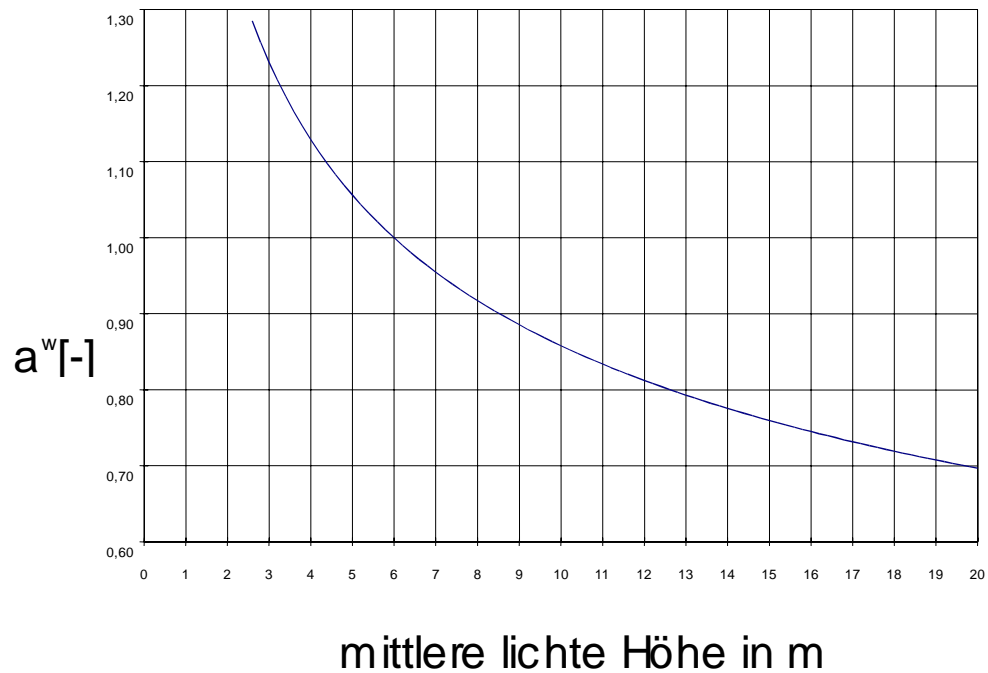
Bild 6: Faktor w_0 in Abhängigkeit von a_v und a_h



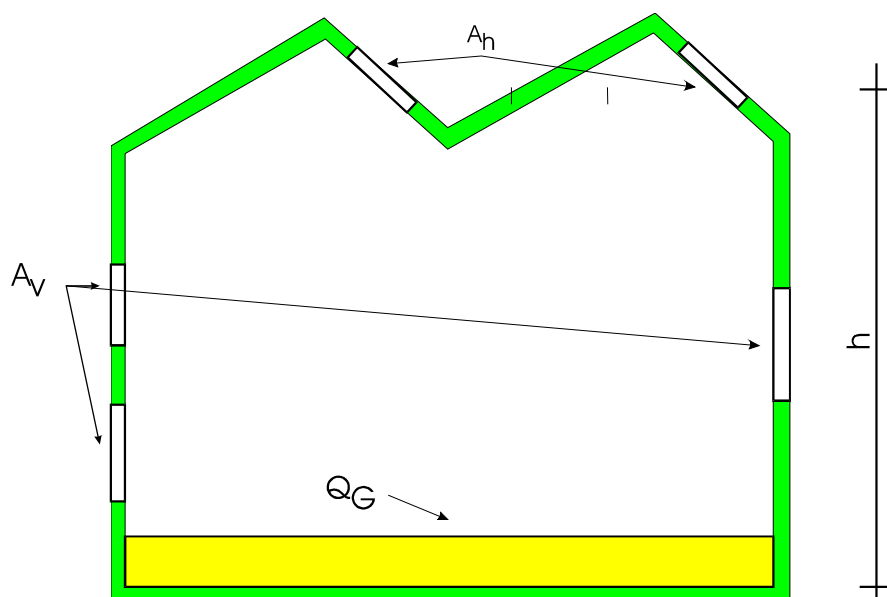
Der Einfluß der Höhe h des Bemessungsabschnittes auf den Wärmeabzugsfaktor w nach Gl. (13) wird mit dem Faktor a_w berücksichtigt. Er ergibt sich zu

$$a_w = \left(\frac{6,0}{h} \right)^{0,3} \quad \text{Gl. (17)}$$

mit: h = Höhe des Bemessungsabschnittes.

Bild 7: Faktor a_w für den Einfluß der mittleren lichten Höhe auf den w-Faktor

Die Berechnungen des Wärmeabzugsfaktors w auf der Basis der Methode der Wärmebilanzrechnung (vgl. Abschnitt 5) zur Ermittlung der Bemessungshilfen erfolgten für **eingeschossige** Brandbekämpfungsabschnitte ohne Zwischenbühnen. Als Wärmesenken wurden dabei nur die Umfassungsbauteile (keine Zwischenwände oder Einbauten) berücksichtigt.

Bild 8: Wärmeabzugsfaktor w bei eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten ohne Zwischenbühnen

$$A = A_B = A_G$$

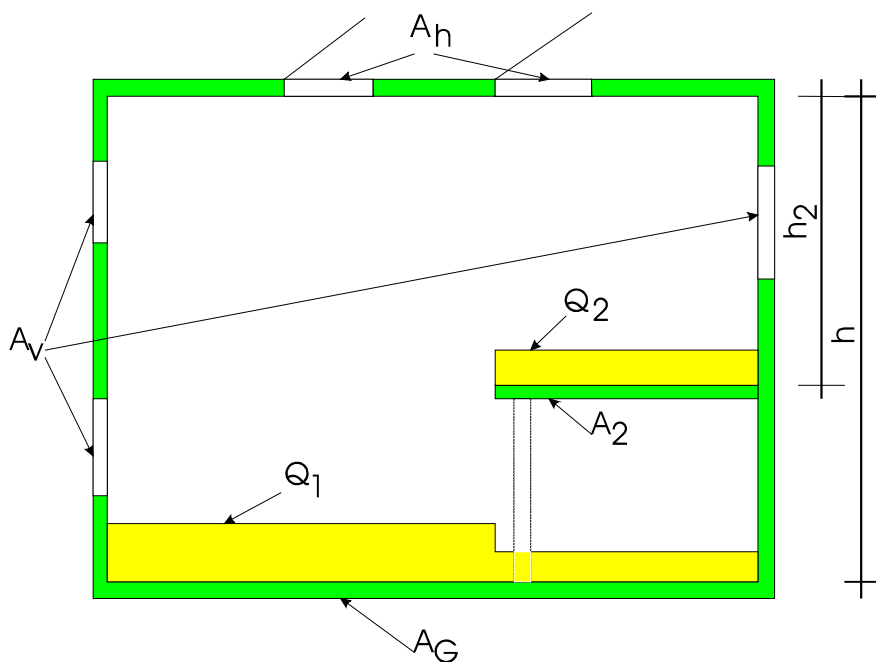
$$q_R = q_G = \frac{Q_G}{A}$$

$$a_h = \frac{A_h}{A}$$

$$a_v = \frac{A_v}{A}$$

Bei der Berechnung von a_v und a_h ist daher als Bezugsfläche die Fläche A_B gemäß Abschnitt 5.1 in DIN 18230-1 des Brandbekämpfungsabschnittes entsprechend der Grundfläche A_G des Brandbekämpfungsabschnittes anzusetzen, da die Berechnung der rechnerischen Brandbelastung auf der Basis dieser Fläche erfolgte. Bei der Anordnung von Gitterrostbühnen bzw. beim Fehlen solcher Einbauten ist die Grundfläche A_G als maßgebende Bezugsfläche anzusetzen. Es muß eine Konsistenz bestehen zwischen den Bezugsflächen für die Bestimmung der rechnerischen Brandbelastung q_R und den bezogenen Öffnungsflächen a_v und a_h .

Bild 9: Wärmeabzugsfaktor w bei eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten mit Zwischenbühnen



$$A = A_B = A_G + A_2$$

$$q_R = q_G = \frac{Q_1 + Q_2}{A}$$

$$a_h = \frac{A_h}{A}$$

$$a_v = \frac{A_v}{A}$$

6.2 Näherungsverfahren für Teilflächen und Teilabschnitte

Bei Nachweisen für Teilabschnitte und Teilflächen (vgl. Abschnitte 5.2 und 5.3 in DIN 18230-1) darf der für den globalen Nachweis des Brandbekämpfungsabschnittes ermittelte Wärmeabzugsfaktor w im Verhältnis der Teilfläche zur maßgebenden Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes gemäß Gl. (25) in DIN 18230-1 bzw. nach Gl. (18) dieses Beitrages abgemindert werden, wenn sichergestellt ist, daß

sich die Rauchgase im gesamten Brandbekämpfungsabschnitt verteilen können. Davon ist auszugehen, wenn die Teilfläche mindestens an zwei Seiten in offener Verbindung zum Brandbekämpfungsabschnitt steht (siehe Abschnitt 8.4.1 in DIN 18230-1).

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.

Der Wärmeabzugsfaktor w_T wird für Teilabschnitte und Teilflächen bestimmt aus:

$$w_T = a_w \cdot w_0 \cdot \left(0,45 + \frac{A_T}{A} \right) \quad \text{Gl. (18)}$$

mit: A_T = betrachtete Teilfläche in m^2

$$w_T \leq a_w \cdot w_0 = w.$$

Beim Teilflächennachweis werden physikalisch richtig ebenfalls nur die (alle) Öffnungen ins Freie berücksichtigt. Außerdem gilt die Einschränkung bei der Ermittlung des w-Faktors nach Abschnitt 8.4.1, daß dieser nur angewendet werden darf, wenn der Teilabschnitt bzw. die Teilfläche an mindestens 2 Seiten in offener Verbindung mit dem Brandbekämpfungsabschnitt steht.

6.3 Näherungsverfahren für mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte

Bei der Erstellung der Bemessungshilfen wurden bei der Ermittlung des Wärmeabzugsfaktors w auf der Basis der Methode der Wärmebilanzrechnung (vgl. Abschnitt 5.1) keine Berechnungen für **mehrgeschossige** Brandbekämpfungsabschnitte durchgeführt. Gemäß Abschnitt 5.1 in DIN 18230-1 wird die Brandbelastung q_R auf die Fläche A_B des Brandbekämpfungsabschnittes bezogen. Falls ein genauerer Nachweis gemäß Abschnitt 5.2 nicht geführt wird, können mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte näherungsweise wie eingeschossige Brandbekämpfungsabschnitte berechnet werden, wenn bei der Berechnung von a_v und a_h als Bezugsfläche ebenfalls die Fläche A_B angesetzt wird. Damit wird der mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitt wie ein eingeschossiger Brandbekämpfungsabschnitt mit einer Grundfläche entsprechend der Summe der Geschoßflächen des mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnittes behandelt.

Die w-Faktoren der DIN 18230 wurden somit nur für eingeschossige Brandbekämpfungsabschnitte ermittelt, dürfen aber näherungsweise auch für mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte angewendet werden. Bei dieser Ermittlung wird vorausgesetzt, daß

- nur Öffnungen ins Freie berücksichtigt werden,
- innerhalb des Brandbekämpfungsabschnittes eine ungehinderte Ausbreitung der Rauchgase erfolgt.

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden nach globalem Nachweis (es wird ein Abbrand der gesamten Brandlasten im Brandbekämpfungsabschnitt unter Berücksichtigung aller Öffnungen ins Freie unterstellt), nach Teilflächennachweis (Abbrand der gesamten Brandlasten auf der Teilfläche unter Berücksichtigung aller Öffnungen ins Freie und des Verhältnisses von Teilfläche zu Brandbekämpfungsabschnitts-Fläche A_B) und nach geschoßweisem Nachweis bei mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten. Zu beachten ist der Abbrand der gesamten Brandlasten im betrachteten Geschoß. Festlegungen, welche Öffnungen dabei zu berücksichtigen sind, fehlen in der Norm.

Im Abschnitt 4.2 in DIN 18230-1 (Berechnung von t_a für mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte) sind Hinweise zu finden, welche Auswirkungen die äquivalente Branddauer beim geschoßweisen Nachweis auf die darüberliegenden Geschosse hat. Dabei werden zwei Fälle unterschieden:

- Öffnungsfläche ≤ 2 % der Geschoßfläche und jede Öffnung $\leq 20 \text{ m}^2$

Der t_a -Wert der darüberliegenden Geschosse wird nicht beeinflusst. Hintergrund dieser Regelung ist der, daß bis zu dieser (willkürlich geregelten) Grenze keine wesentlichen Temperaturerhöhungen in den darüberliegenden Geschossen auftreten. Diese sind also gedanklich von den darunterliegenden Geschossen abgetrennt. Dieser Gedanke ist nur dann konsequent, wenn bei der Ermittlung des zugehörigen w-Faktors für das Geschoß auch die (tatsächlich vorhandenen) Öffnungen in den Decken (Abluftöffnungen) nicht berücksichtigt werden.

- Öffnungsfläche ≥ 20 % der Geschoßfläche

t_a aus den darunterliegenden Geschossen ist auch in den darüberliegenden Geschossen voll anzusetzen, d. h. t_a kann in diesen Fällen nach oben nicht abnehmen. Hintergrund dieser Regelung ist, daß in diesen Fällen aufgrund der großen Öffnungsflächen zwischen den einzelnen Geschossen sowohl eine Brandübertragung auf die darüberliegenden Geschosse als auch eine fast vollständige Weiterleitung der Rauchgase in die darüberliegenden Geschosse (und von dort ins Freie) zu unterstellen sind.

- Für Geschosse mit Öffnungsflächen, die dazwischen liegen, ist t_a für die darüberliegenden Geschosse durch eine lineare Interpolation zu ermitteln.
- Ein niedrigeres t_a als für den globalen Nachweis ermittelt darf nur für das oberste Geschoß eines Gebäudes ohne anschließenden Dachraum angesetzt werden.

Diese Regelung ist die Basis für die Erläuterungen zum w-Faktor für mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte in Abschnitt D.13.4 der DIN 18230-1 (informativer Anhang D). Für die Ermittlung von w für Öffnungsflächen zwischen 2 und 20 % sind besondere Überlegungen und Nachweise (i. d. R. nach der Methode der Wärmebilanzrechnung) erforderlich.

In Abschnitt 8.3 in DIN 18230-1 ist zu finden:

1. w muß bei mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten für jedes Geschoß mit Bezug der Öffnungsflächen (ins Freie) auf die Grundfläche des Geschosses ermittelt werden.
2. Bei der Ermittlung von w für den globalen Nachweis darf bei mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten die Öffnungsfläche im Dach auf die Grundfläche des Brandbekämpfungsabschnittes A_G bezogen werden, wenn in den einzelnen Geschossen gleichgroße und übereinanderliegende Öffnungen angeordnet sind. Es ist dabei also der minimale Wert der Öffnungsflächen zwischen den einzelnen Geschossen und den Öffnungen im Dach anzusetzen.

Horizontale Öffnungen in den Decken des Brandbekämpfungsabschnittes, die nicht direkt unterhalb des Daches liegen, dürfen beim geschoßweisen Nachweis auf a_h nur mit der Fläche angerechnet werden, die auch in den darüberliegenden Geschossen in den Decken sowie im Dach angeordnet sind. Horizontale Öffnungen in den Fußböden des Brandbekämpfungsabschnittes dürfen beim geschoßweisen Nachweis auf a_v nur mit der Fläche angerechnet werden, die auch in den darunterliegenden Geschossen in den Wänden sowie möglicherweise über Zuluftkanäle angeordnet sind.

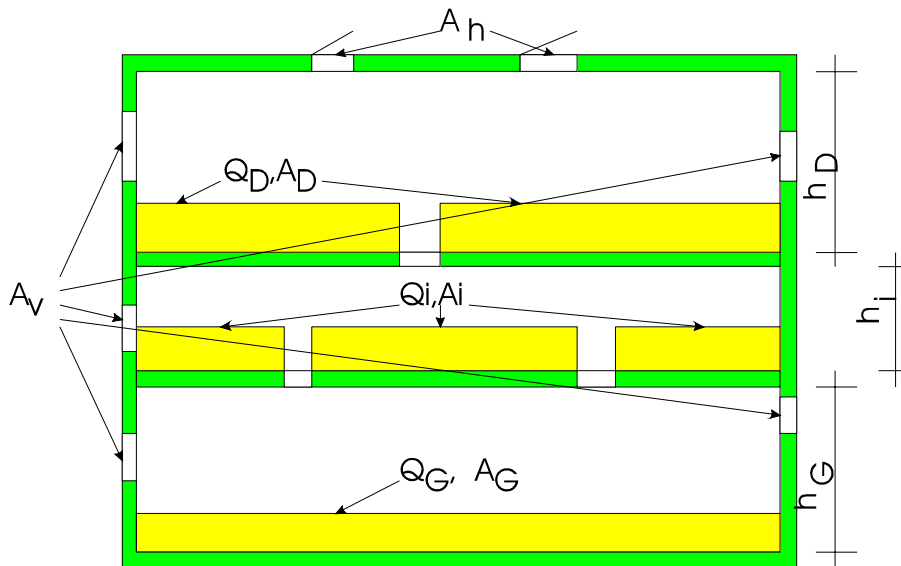
6.3.1 Mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte bei Geschoßflächen mit horizontalen Öffnungen von $\leq 2\%$

Bei mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten und Geschoßflächen mit **horizontalen Öffnungen von $\leq 2\%$** der Fläche bleibt gemäß Abschnitt 4.2 in DIN 18230-1 die äquivalente Branddauer der einzelnen Geschosse beim geschoßweisen Nachweis ohne Berücksichtigung auf die darüberliegenden Geschosse. Dabei wird davon ausgegangen, daß im Brandfall nur eine unwesentliche Belastung der Bauteile in den darüberliegenden Geschossen auftritt. Es wird lediglich angenommen, daß über die geringen Öffnungsflächen eine Brandfortleitung in die darüberliegenden Geschosse erfolgt.

Für solche Brandbekämpfungsabschnitte ist insoweit anzunehmen, daß in den Decken keine Öffnungen vorhanden sind. Die geschoßweisen Nachweise mit Ausnahme der Geschosse unter dem Dach sind daher zu führen unter Verwendung der auf die Geschoßfläche bezogenen Öffnungsflächen in den Wänden des betreffenden Geschosses ($a_h = 0$). Beim Nachweis des Dachgeschosses darf die tatsächlich im Dach angeordnete Öffnungsfläche angesetzt werden. Als maßgebende Geschoß- oder Bemessungshöhe ist das Maß zwischen der Oberkante Fußboden und Unterkante Geschoßdecke bzw. Dachdecke anzunehmen.

Beim globalen Nachweis ist die Geschoßfläche A_B des Brandbekämpfungsabschnittes als Bemessungsfläche A anzusetzen. In diesem Fall sind sowohl die Brandlasten als auch die Öffnungsflächen in den Wänden aller Geschosse (a_v) sowie im Dach (a_h) auf diese Fläche zu beziehen. Bei mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten ist bei weniger als 2% Öffnungen in den Geschoßdecken für den globalen Nachweis die geringste Geschoßhöhe des Brandbekämpfungsabschnittes als maßgebende Höhe einzusetzen.

Bild 10: Wärmeabzugsfaktor w bei mehrgeschossigen Gebäuden mit Öffnungen $< 2 \%$ in den Decken



BBA :

$$A = A_G + \sum A_i + A_D$$

Brandlast :

$$q_R = \frac{Q_G + \sum Q_i + Q_D}{A}$$

$$a_h = \frac{A_h}{A}$$

Brandlast der Teilfläche :

$$q_G = \frac{Q_G}{A_G}, q_i = \frac{Q_i}{A_i}, q_D = \frac{Q_D}{A_D},$$

$$a_v = \frac{A_v}{A}$$

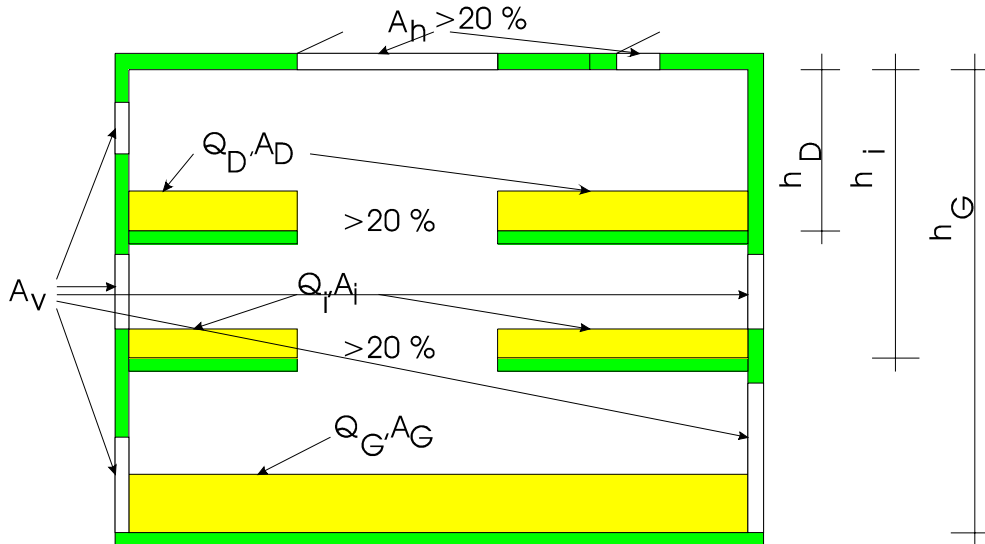
6.3.2 Mehrgeschossige Brandbekämpfungsabschnitte bei Geschoßflächen mit horizontalen Öffnungen von $> 20 \%$

Bei Gebäuden mit Geschoßdecken mit definierter Feuerwiderstandsdauer und übereinanderliegenden **Öffnungen in den Decken von $\geq 20 \%$ der Grundfläche** und **mindestens 20 % Dachöffnungen** darüber darf beim globalen Nachweis, abweichend von den bisherigen Regelungen gemäß Abschnitt 6.1, A_h auf die Grundfläche des Brandbekämpfungsabschnittes bezogen werden, wenn die Öffnungen in den Decken und im Dach gleich groß sind und übereinander angeordnet sind. Dagegen sind die Brandlasten und die vertikalen Öffnungen in den Wänden des Brandbekämpfungsabschnittes auf die Geschoßfläche ($A_B = A$) zu beziehen (siehe Abschnitt 6.1 in DIN 18230-1). Als maßgebende Höhe h ist der Abstand zwischen dem Fußboden des Erdgeschosses bis zur Unterkante der Dachdecke (h_G gemäß Bild 11) anzusetzen.

Beim geschoßweisen Nachweis ist bei diesen Brandbekämpfungsabschnitten der Abstand zwischen dem Fußboden der jeweiligen Geschoßebene bis zur Unterkante der Dachdecke anzusetzen, d. h. der Faktor a_w zur Berücksichtigung der mittleren lichten Höhe h ist je nach Lage des Geschosses veränderlich (siehe Bild 11). Als Öffnungsfläche A_h darf die Fläche der Öffnungen in der Decke angerechnet werden. Als Öffnungsfläche A_v darf zusätzlich zu den Öffnungen in den Wänden die Öffnungsfläche im Fußboden angesetzt werden, wenn unterhalb des betrachteten Geschosses eine mindestens gleichgroße Öffnungsfläche in den Wänden oder über Zuluftkanäle angeordnet ist.

Der globale Nachweis ist bei mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten nicht geregelt für horizontale Öffnungen in den Geschossen zwischen 2 und 20 %. Für diese Fälle sind zusätzliche Überlegungen und Nachweise durch Wärmebilanzrechnungen erforderlich (siehe Abschnitt 5.2).

Bild 11: Wärmeabzugsfaktor w bei mehrgeschossigen Gebäuden mit Öffnungen > 20 % in den Decken und im Dach



BBA :

$$A = A_G + \sum A_i + A_D$$

Brandlast :

$$q_R = \frac{Q_G + \sum Q_i + Q_D}{A}$$

Brandlast der Teilfläche :

$$q_G = \frac{Q_G}{A_G}, q_i = \frac{Q_i}{A_i}, q_D = \frac{Q_D}{A_D},$$

$$a_h = \frac{A_h}{A_G}$$

$$a_v = \frac{A_v}{A}$$

7 Grundlagen der Sicherheitsbetrachtungen

Der Brand stellt ein außergewöhnliches Ereignis dar. In diesem Sinne ist es unter Berücksichtigung baurechtlicher Belange ausreichend, daß bei der Bemessung Grenzzustände berücksichtigt werden, die für die Standsicherheit des Gesamttragwerkes und für die Eindämmung des Brandes notwendig sind. Dabei kann zugelassen werden, daß

- Gebäude ganz oder teilweise nach dem Brand nicht mehr gebrauchsfähig sind,
- örtliches Versagen eintreten kann,
- größere Verformungen auftreten können,
- die Tragfähigkeit unter Brandeinwirkung nur für eine begrenzte Zeit erhalten bleibt.

Der erforderliche Aufwand bzw. die erforderlichen brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen werden unter Berücksichtigung der o. g. Randbedingungen ermittelt mit einem statistischen Ansatz, bei dem sowohl das

- Brandrisiko in Abhängigkeit von
 - der Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden und
 - den möglichen Brandfolgen

als auch

- der erforderliche Aufwand für die
 - Brandverhinderung
 - Abwendung von Brandfolgeschäden
 - Begrenzung von Brandfolgeschäden

eingehen.

Relevante Brandereignisse in diesem Sinne sind gefährliche Brände, bei denen angenommen wird, daß sich ein Entstehungsbrand zu einem fortentwickelten Brand ausbreiten kann. Die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden beträgt $p_1 = 10^{-5}$ je m² und Jahr. Für den Einsatz der öffentlichen Feuerwehr wird die Wahrscheinlichkeit, daß sich ein Entstehungsbrand zu einem Schadensfeuer entwickelt, mit $1 \cdot 10^{-1}$ angesetzt. Den Sicherheitsbeiwerten liegt somit eine Auftretenswahrscheinlichkeit gefährlicher Brände von $p_1 \cdot p_2 = 10^{-6}$ zugrunde.

Da eine öffentliche Feuerwehr bei der Eintrittswahrscheinlichkeit von gefährlichen Bränden berücksichtigt wurde, muß sie, falls sie im Sonderfall fehlt, durch eine Werkfeuerwehr ersetzt werden, um eine gleiche Sicherheit zu erreichen. Eine entsprechende Einheit darf dann bei der Werkfeuerwehr nicht angerechnet werden.

Mit der äquivalenten Branddauer werden deterministisch die maximalen Brandwirkungen auf die Bauteile ermittelt, die sich ergeben würden, wenn keine Brandbekämpfung erfolgen würde. Sie entspricht also den möglichen Brandfolgen.

Unter Verwendung von statistischen Berechnungen werden für einzelne Bauteile entsprechend ihrer Bedeutung im Sinne der eingangs genannten Voraussetzungen Anforderungen an die erforderliche Feuerwiderstandsdauer gestellt, d. h. es wird festgelegt, wie lange die Bauteile den möglichen Brandfolgen unter Berücksichtigung der vorgesehenen Brandbekämpfungsmaßnahmen widerstehen sollen. Dabei sind entsprechend der Bedeutung der Bauteile tolerierbare Versagenswahrscheinlichkeiten zugelassen, d. h. die Bauteile dürfen im Falle des aus der äquivalenten Branddauer ermittelten Brandes mit einer definierten Wahrscheinlichkeit versagen.

Im Rahmen der Brandschutzbemessung werden in DIN 18230-1 entsprechend Gl. (2) Anforderungen an die erforderliche Standsicherheit der Bauteile gestellt, wobei die äquivalente Branddauer entsprechend Gl. (1) mit angemessenen Beiwerten multipliziert wird. Dazu werden die Bauteile entsprechend ihrer Bedeutung in Brandsicherheitsklassen eingeteilt.

Mit dem Zusatzbeiwert α_L wird die Behinderung der Brandausbreitung durch eine „**Brandschutztechnische Infrastruktur**“ über die bereits genannte und immer vorausgesetzte öffentliche Feuerwehr hinaus berücksichtigt. Der Zusatzbeiwert wird nach Tabelle 6 der Norm DIN 18230-1 ermittelt.

Dazu gehören:

- eine Werkfeuerwehr

- automatische Brandmeldeanlagen
- halbstationäre Löschanlagen
- selbsttätige Löschanlagen (Sprinkler)
- niedrige Brandbelastung, wenn andere Maßnahmen aus diesem Bereich vorhanden sind, die zu einer Bewertung von $\alpha_L \leq 0,85$ führen.

Tabelle 6: Zusatzbeiwerte α_L

	1			2	3	4	5
1	Werkfeuerwehr			autom. Brandmeldeanlage	halbstationäre Löschanlage ¹⁾	selbsttätige stationäre Löschanlage ²⁾	Gesamtbeurteilung der Maßnahmen α_L ³⁾
2	Schichtstärke (Personen)	hauptberuflich	nebenberuflich				
3	keine	1,00	1,00	0,90	0,95 ⁴⁾	0,60	Produkt der Spalten (1)*(2)*(3) oder (1)*(2)*(4)
4	1 Staffel (6) 1 Gruppe (9)	0,90 0,85	0,95 0,9	0,95	0,85		
5	2 Staffeln (12)	0,80	0,85				
7	3 Staffeln (18)	0,70	0,80				
8	4 Staffeln (24)	0,60	0,75				

¹⁾ Spalte 3 darf nur in Verbindung mit Spalte 2 angesetzt werden. Die Wirksamkeit der halbstationären Löschanlage ist im Einzelfall nachzuweisen.

²⁾ beinhaltet die Aufschaltung der Löschanlage auf eine ständig besetzte Stelle

³⁾ Sofern zu den Spalten 1 bis 4 keine anrechenbaren Maßnahmen vorhanden sind, ist der Tabellenwert hierfür mit 1 anzusetzen.

⁴⁾ Dieser Wert darf nur angesetzt werden, wenn die zuständige öffentliche Feuerwehr der Löschanlage zugestimmt hat

Neu ist ferner die Regelung, daß der Zusatzbeiwert bei geringer rechnerischer Brandbelastung noch weiter abgemindert werden darf:

auf 80 % bei $q_R \leq 45 \text{ kWh/m}^2$

auf 90 % bei $q_R \leq 100 \text{ kWh/m}^2$

wenn die Bewertung der Gesamtmaßnahmen nach Tabelle 6, Spalte 5, $\leq 0,85$ ist.

In Statistiken der Industrie wurde nachgewiesen, daß in Produktionsgebäuden mit üblicherweise geringen Brandbelastungen eine wesentlich geringere Zahl von Schadensfeuern auftraten. In Gebäuden mit geringer Brandbelastung besteht eine höhere Sicherheit gegenüber Schadensfeuer, dieser Effekt führt zu der Abminderung. Da die Statistik aus einer Industrie stammt, in der Werkfeuerwehr und/oder Sprinkleranlagen üblich sind, wurde vom Normenausschuß die Beschränkung eingeführt, daß eine brandschutztechnische Infrastruktur mit einer bestimmten Mindestbewertung vorhanden sein muß.

Die Norm DIN 18230-1 dient somit der rechnerischen Ermittlung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der einzelnen Bauteile, so daß bei einem entsprechend den tatsächlich vorhandenen örtlichen Gegebenheiten vollentwickelten Brand weder ein Versagen einzelner Bauteile noch der Gesamtkonstruktion mit hinreichender Sicherheit angenommen werden kann und ein Löschangriff innerhalb und außerhalb des Gebäudes vorgetragen werden kann. Dieser globale Anspruch in Erfüllung der bauordnungsrechtlichen Anforderung nach § 17 Abs. 1 MBO, bezogen auf die Gewährleistung wirksamer Löscharbeiten, wird unmittelbar über den Nachweis ausreichender Stand-sicherheit der Bauteile im Falle eines Brandes geführt.

7.1.1 Brandsicherheitsklassen

Übereinstimmend mit den „Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen“ werden die Bauteile entsprechend ihrer Bedeutung für das Tragwerk und den Brandschutz in drei Sicherheitsklassen für den Brandschutz (SK_b) eingeordnet. Dabei erfolgt eine

- Einstufung in die SK_{b3} mit hohen Anforderungen an Bauteile
 - des Haupttragwerkes,
 - die Brandbekämpfungsabschnitte (Wände und Decken) trennen oder überbrücken (z. B. Lüftungsleitungen, Schottungen und Feuerschutzabschlüsse)
- Einstufung in die SK_{b2} mit mittleren Anforderungen an Bauteile,
 - deren Versagen nicht zum Einsturz der tragenden Konstruktion des Bauwerks führt (z. B. Bauteile des Dachtragwerkes, nichtaussteifende Decken, Feuerschutzabschlüsse etc. in Bauteilen mit geforderter Feuerwiderstandsdauer, nichttragende Außenwände im Anschluß an Brandbekämpfungsabschnittsdecken)
- Einstufung in die SK_{b1} mit niedrigeren Anforderungen an Bauteile
 - des Dachtragwerkes, deren Versagen nicht zum Einsturz der übrigen Konstruktion führt
 - nichttragende Außenwände

Den Sicherheitsbeiwerten γ (SK_{b3}) und den Beiwerten δ (SK_{b2} und 1) liegt eine tolerierbare Versagenswahrscheinlichkeit

- für mehrgeschossige Gebäude $p_{f3} = 10^{-5}$ $p_{f2} = 10^{-4}$ $p_{f1} = 10^{-3}$
- für eingeschossige Gebäude $p_{f3} = 5 \cdot 10^{-5}$ $p_{f2} = 5 \cdot 10^{-4}$ $p_{f1} = 5 \cdot 10^{-3}$

zugrunde.

Eine Änderung der Auftretenswahrscheinlichkeit um eine Zehnerpotenz führt überschlägig zu einer Erhöhung der Sicherheitsbeiwerte um den Faktor 1,1 oder zu einer Abminderung um den Faktor 0,9.

7.1.2 Die Sicherheitsbeiwerte γ und die Beiwerte δ

Mit den Sicherheitsbeiwerten γ und den Beiwerten δ werden die unterschiedlichen Anforderungen an die Standfestigkeit der Bauteile im Brandfall bewertet:

Die Sicherheitsbeiwerte gelten für die Bauteile mit hohen Anforderungen der SK_b3 und für die Ermittlung der Brandschutzklasse des Brandbekämpfungsabschnittes.

Tabelle 7-1: Sicherheitsbeiwerte γ

1 Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes oder Teilabschnittes in m ²	2 eingeschossige Gebäude	3 mehrgeschossige Gebäude
≤ 2500	1,00	1,25
5000	1,05	1,35
10000	1,10	1,45
20000	1,20	1,55
30000	1,25	1,60
60000*)	1,35	-
120000*)	1,50	-
*) siehe hierzu Anhang D (informativ)		

Die Beiwerte δ gelten für Bauteile mit mittleren und niedrigen Anforderungen der Brandsicherheitsklassen SK_b2 und SK_b1, deren Versagen im Brandfall nur zu einem begrenzten Schaden führt.

Tabelle 7-2: Beiwerte δ für Bauteile der SK_b2 und SK_b1

1 Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes oder Teilabschnittes in m ²	2 eingeschossige Gebäude	3 eingeschossige Gebäude	4 mehrgeschossige Gebäude	4 mehrgeschossige Gebäude
	SK _b 2	SK _b 1	SK _b 2	SK _b 1
≤ 2500	0,60	0,50	0,90	0,50
5000	0,60	0,50	1,00	0,60
10000	0,70	0,50	1,10	0,70
20000	0,80	0,50	1,20	0,80
30000	0,90	0,50	1,25	0,90
60000*)	1,00	0,55	-	-
120000*)	1,10	0,60	-	-
*) siehe hierzu Anhang D (informativ)				

Für die Einstufung der Bauteile in Brandsicherheitsklassen gilt die Industriebaurichtlinie, da das Bestimmen von Anforderungen an Bauteile Sache des Baurechtes ist (Verordnung oder Richtlinie). Die den Sicherheitsklassen zugeordneten Sicherheitsbeiwerte wurden auf Grund von Sicherheitsbetrachtungen ermittelt und sind Bestandteil der DIN.

Die Sicherheitsbeiwerte und die Beiwerte unterscheiden zwischen eingeschossigen und mehrgeschossigen Gebäuden, weil in Bezug auf die tolerierbare Versagenswahrscheinlichkeit unterschiedliche Anforderungen gestellt werden (bei mehrgeschossigen Gebäuden eine halbe Zehnerpotenz geringer).

7.1.3 Anbindung an die Industriebaurichtlinie

Aus der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer für die Bauteile der SK_{b3} gemäß Gl. (2) werden folgende Anforderungen gestellt:

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

Nach der IndBauR wird bei erforderlichen Feuerwiderstandsdauern größer 90 min ohne obere Begrenzung die Feuerwiderstandsklasse F 120 gefordert. Die Bauordnungen der Länder fordern maximal die feuerbeständige Bauart (Feuerwiderstandsklasse F 90). Die Brandschutzklasse BK V der IndBauR beinhaltet dagegen eine größere zulässige Fläche. (*Anm.: Im Rahmen der derzeit laufenden Überarbeitung der IndBauR ist vorgesehen, auf die BK V zu verzichten. Die höchste Anforderung, die gestellt werden soll, wird danach eine Feuerwiderstandsklasse von 90 min sein.*)

Für Bauteile, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen, darf die brandschutztechnische Infrastruktur nicht berücksichtigt werden ($\alpha_L = 1$). Diese Anforderung war bisher Inhalt der DIN V 18230, Teil 1, Ausgabe 09/87. Sie ist nicht mehr Inhalt der Ausgabe Mai 1998, da der Normenausschuß der Meinung ist, daß Anforderungen an Bauteile in der IndBauR geregelt werden sollten. Der Normenausschuß ist jedoch der Meinung, daß die Forderung aufrechtzuerhalten ist.

Aus der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer für die Brandsicherheitsklasse SK_{b3} wird die Brandschutzklasse abgeleitet.

rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer für SK_{b3} in min	Brandschutzklasse BK
≤ 15	I
>15 bis ≤ 30	II
>30 bis ≤ 60	III
>60 bis ≤ 90	IV

> 90	V
------	---

Die Nachweise sind zu führen

1. für den Brandbekämpfungsabschnitt zur Ermittlung der Brandschutzklasse (globaler Nachweis) mit dem Sicherheitsbeiwert der Brandsicherheitsklasse SK_{b3} und mit der über die Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes gemittelten Brandbelastung.
2. für die Bauteile zur Ermittlung der Feuerwiderstandsklasse, jeweils mit dem zugehörigen Sicherheitsbeiwert und Beiwerten (SK_{b3}, SK_{b2}, SK_{b1})
3. Für Bauteile im Bereich von Unregelmäßigkeiten, wie
 - ungleichmäßig verteilte oder konzentrierte Brandbelastungen
 - ungleichmäßig verteiltem horizontalen Wärmeabzug.

Der Nachweis nach DIN 18230-1 enthält in der Neufassung die Bestimmung der Brandschutzklasse BK als einheitliche Klassifizierung für die erforderliche Ausbildung der Bauteile eines Brandbekämpfungsabschnittes nicht mehr. Die Brandschutzklasse ergibt sich aus der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer 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“ der sog. Brandsicherheitsklasse SK_{b3}). Sie wird jetzt im Rahmen der Festlegung der Anforderungen bei der Anwendung der IndBauRL ermittelt.

Die Brandsicherheitsklassen BK I bis BK V stellte bisher das Bindeglied zwischen der Norm DIN 18230-1 und der IndBauR dar. In der IndBauR werden in Abhängigkeit der nach DIN 18230-1 bestimmten Brandsicherheitsklasse tabellarisch die bauordnungsrechtlichen Anforderungen an die einzelnen Bauteile festgelegt (Anhang 1, betreffend Bauteile, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen). Entsprechend der jeweiligen brandschutztechnischen Bedeutung werden derzeit die Bauteile in „Anforderungsgruppen“ unterteilt, die den Brandsicherheitsklassen der DIN 18230-1 inhaltlich entsprechen.

8 Zusammenfassung

In der Norm DIN 18230-1, sind gegenüber der Vornorm erhebliche Änderungen und Ergänzungen enthalten. Die Änderungen betreffen vor allem die

- Berücksichtigung bzw. Bewertung geschützter Brandlasten
- Festlegung der w-Faktoren
- Bewertung der brandschutztechnischen Infrastruktur

Die bisher im Anhang der DIN enthaltenen Angaben und Tabellen über die zulässigen Größen der Brandbekämpfungsabschnitte sind entfallen. Diese Festlegungen sind Sache des Bauordnungsrechts und werden in der neuen Muster-Industriebaurichtlinie angegeben. Aus der Norm geht allerdings eindeutig hervor, daß für eingeschossige Industriegebäude unter bestimmten Voraussetzungen Brandabschnittsgrößen von über 60 000 m² ohne weiteres regelfähig sind.

Geschützte Brandlasten werden nach dem neuen Konzept entweder aufgrund eines vereinfachten Verfahrens oder unter Berücksichtigung der spezifischen Anordnungen im Gebäude festgelegt. Dadurch ist eine differenziertere Betrachtung möglich. Gegenüber der Vornorm ist der Rechenaufwand für den „genaueren“ Nachweis allerdings deutlich größer als vorher.

Die gültigen m-Faktoren sind derzeit im Beiblatt 1, Ausgabe 1989, von DIN 18230-1 beschrieben. Der Normenausschuß DIN 18230-2 hat die Neuausgabe dieses Beiblattes bereits beschlossen und wird im Frühjahr 1999 mit den Arbeiten beginnen. Derzeit sind rund 100 m-Faktoren von Bau- und Lagerstoffen genormt. Zukünftig müßten noch ca. 50 Stoffe bzw. Lagerkonfigurationen geprüft werden; dafür sollten von Seiten der Industrie (AGI o. ä.) kurzfristig Mittel bereitgestellt werden.

Der Wärmeabzugsfaktor w in DIN 18230 wurde gegenüber der Ausgabe September 1987 auf der Basis von umfangreichen Brandsimulationen neu festgelegt. Er kann für eingeschossige Brandbekämpfungsabschnitte direkt rechnerisch oder unter Verwendung von Diagrammen ermittelt werden. Neben der Öffnungsfläche der anrechenbaren Öffnungen in den Wänden und im Dach bzw. in der Decke geht die mittlere lichte Höhe des Brandbekämpfungsabschnittes in die Bestimmung von w ein. Die Anrechenbarkeit von Öffnungsflächen bei der Bestimmung des w -Faktors ist in der Norm grundsätzlich neu geregelt.

Bei mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten muß nach der horizontalen Öffnungsfläche zwischen den einzelnen Geschossen unterschieden werden. Der Wärmeabzugsfaktor w kann näherungsweise wie für eingeschossige Brandbekämpfungsabschnitte ermittelt werden, wenn zwischen den einzelnen Geschossen horizontale Öffnungsflächen von

- $< 2\%$ oder
- $> 20\%$,

jeweils bezogen auf die einzelnen Geschoßflächen vorhanden sind. Für dazwischenliegende Konfigurationen sind zusätzliche Überlegungen und Nachweise durch Wärmebilanzrechnungen erforderlich.

Die Verwendung von Berechnungen mit der Methode der Wärmebilanzrechnung ist in diesem Zusammenhang ausdrücklich zugelassen. Sie muß über die o. g. Fälle hinaus dann angewendet werden, wenn günstige Einflüsse wie sehr große Ventilationen, maschinelle Entrauchungsanlagen und größere Wärmesenken auf den Wärmeabzugsfaktor w berücksichtigt werden sollen.

Mit dem Umrechnungsfaktor c wird der Einfluß der Umfassungsbauteile (Wände, Verglasungen, Decken, Dach) auf die Temperaturentwicklung im Brandfall erfaßt. Bei seiner Bestimmung haben sich keine größeren Änderungen gegenüber der Ausgabe September 1987 ergeben.

Die Sicherheitsbeiwerte γ wurden teilweise geringfügig erniedrigt. Dieses war erforderlich, weil die neu berechneten w -Faktoren teilweise eine Verschärfung bei der Bemessung ergeben. Im Normenausschuß war jedoch beschlossen worden, das Sicherheitsniveau insgesamt nicht zu verändern, wenn sich aus physikalischen Gründen Verschärfungen im Gesamtniveau ergeben (Besitzstand). Aus diesem Grunde sind die Versagenswahrscheinlichkeiten der SK_{b3} um eine halbe Zehnerpotenz auf $5 \cdot 10^{-6}$ (mehrgeschossig) und $5 \cdot 10^{-5}$ (eingeschossig) erhöht worden, woraus sich die Veränderungen in den Sicherheitsbeiwerten γ erklären.

Die Sicherheitsbeiwerte für Bauteile der Klassen SK_b2 und SK_b1 sind nur noch als Beiwerte δ bezeichnet. Dieses ist deshalb erforderlich, weil diese Werte teilweise $< 1,0$ sind und unter Bezeichnung „Sicherheitsbeiwert“ in der Fachwelt ehestens Verwirrung stiften.

Wesentliche Änderungen haben sich im Bereich der Bewertung der brandschutztechnischen Infrastruktur ergeben. Erstmals sind Maßnahmen wie automatische Brandmeldeanlagen und halbstationäre Löschanlagen mit in die Bewertung einbezogen. Dadurch wird die Beurteilung des Gesamtkonzeptes übersichtlicher und nachvollziehbar.

Die vorliegende Norm enthält drei normative Anhänge und einen informativen Anhang (Anhang D). Die normativen Anhänge A (Teilabschnitte), B (Abbrandfaktor m) und C (Genauere Berücksichtigung von Brandlasten in geschlossenen Systemen) gelten entsprechend den gültigen Normungsgrundsätzen als Bestandteile der Normen, d. h. sie haben Normcharakter und gelten somit als Stand der Technik.

Bezüglich des Prüfverfahrens zur Bestimmung des Abbrandfaktors m (m -Faktor) haben sich ebenfalls Änderungen ergeben, d. h. die Norm DIN 18230 Teil 2, Ausgabe November 1982 wurde grundsätzlich überarbeitet und im Dezember 1997 als Gelbdruck vorgelegt. Die Einspruchsverhandlungen wurden am 24.03.1998 erfolgreich abgeschlossen. Der Normenausschuß arbeitete intensiv an der Endfassung der Norm, worin vor allem eine

- genauere Beschreibung der Versuchseinrichtungen
- genauere Spezifizierung der Versuchsbedingungen
- umfassende Bestimmung von Abbranddaten (Messung der Abbrandrate und Heat-Release-Rate)
- Beschreibung der statistischen Bewertung der Versuchsergebnisse

enthalten sind. Die Norm ist im Januar 1999 erschienen.

Der Normenausschuß DIN 18230-2 wird nach Herausgabe des Weißdruckes sofort mit der Überarbeitung des Beiblattes 1 zu DIN 18230-1 beginnen. Erforderlich sind die Einarbeitung der Vorschläge zur Berücksichtigung der Höhenabhängigkeit des m -Faktors bei Lagerguthöhen zwischen 4,5 m und 9 m sowie die Angabe der Brandleistungen von bestimmten Lagerstoffen bzw. Brandgütern. Dabei soll vor allem auf Prüfergebnisse, die nach der neuen Norm ermittelt wurden und auf Literaturveröffentlichungen zurückgeriffen werden. Das neue Beiblatt 1 wird voraussichtlich im 1. Quartal des Jahres 2000 vorliegen. Ein großer Teil der geplanten Ergänzungen bezüglich der Höhenabhängigkeit des m -Faktors und den Brandleistungen ist in [12] angegeben, so daß die Informationen bereits jetzt schon offiziell zur Verfügung stehen.

9 Literaturverzeichnis

- [1] Arbeitsgemeinschaft Brandsicherheit AGB:
Neuberechnung der Wärmeabzugsfaktoren w für DIN V 18230, Teil 1, Baulicher Brandschutz im Industriebau, Arbeitsbericht NABau 12.04 AK, Nr. 14-90, Bruchsal/Wien, Mai 1990.

- [2] Arbeitsgemeinschaft Brandsicherheit AGB:
MRFC, Version 2.5, Programmbeschreibung und Benutzerhandbuch, Bruchsal/Wien, September 1998.
- [3] Max, U.:
Zur Berechnung der Ausbreitung von Feuer und Rauch in komplexen Gebäuden. Dissertation Gesamthochschule Kassel, Kassel, 1990.
- [4] Schneider, U.:
Grundlagen zur Festlegung von Brandszenarien für den Brandschutzentwurf, Zeitschrift vfdb, Heft 3, S. 92 - 100, 1995.
- [5] Schneider U. et al.:
Bemessungsregeln für maschinelle Rauchabzüge auf der Grundlage von Wärmebilanzrechnungen. IfBt Forschungsbericht, Arbeitsgemeinschaft Brandsicherheit AGB, Wien/München/Bruchsal, Nov. 1993.
- [6] Drysdale, D.:
An Introduction to Fire Dynamics, A Wiley-Interscience Publication, Verlag John Wiley and Sons, New York, Ausgabe Januar 1992.
- [7] Cox, G.:
Combustion Fundamentals of Fire, Academic Press Inc., London, 1995.
- [8] Gross, D.:
Data Sources for Parameters Used in Predictive Modelling of Fire Growth and Smoke Spread, National Bureau of Standards, NBSIR 85-3223, September 1985.
- [9] Baehr, H. D.:
Thermodynamik, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 1989.
- [10] Häfner, F.; Sames, D.; Voigt, H. D.:
Wärme und Stofftransport, Mathematische Methoden, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 1992.
- [11] Hosser, D.:
Vergleich der Aussagefähigkeit von experimentellen und rechnerischen Untersuchungen, VdS-Fachtagung Ingenieurmäßige Verfahren im Brandschutz, 25./26.04.1995, Köln, VdS Publikation 2440.
- [12] Arbeitsgemeinschaft Brandsicherheit und DIN
Baulicher Brandschutz im Industriebau, Kommentar zu DIN 18230, 2. Auflage, Beuth Verlag, Berlin, Januar 1999.

- [13] Schneider, U.:
Bewertung des unterschiedlichen Brandverhaltens von Stoffen bei natürlichen Bränden;
Beton + Fertigteiltechnik (1972) Heft 9 und Institut für Bautechnik: Baulicher
Brandschutz, Berlin 1972