



## Mit Stahl brandsicher bauen

### 1 Einleitung

Der Slogan „Brandschutz nach Maß“ ist für den Stahlbau aktueller denn je. Brandschutzanforderungen, die projektbezogen auf das betroffene Gebäude abgestimmt sind und auf das sicherheitstechnisch erforderliche Maß beschränkt sind, einerseits und moderne brandschutztechnische Bemessungsverfahren, die rechnerische Nachweise auf der Basis probabilistischer Methoden erlauben, andererseits bieten den Rahmen für den Stahlbau, um seine Stärken im Wettbewerb nutzen zu können.

Paradebeispiel für derartige Entwicklungspotentiale sind oberirdische, offene Parkgaragen, bei denen keine Anforderungen an den Feuerwiderstand der tragenden Bauteile gestellt werden. Diese erst in jüngerer Zeit bundesweit vereinheitlichte Regelungssituation findet in ihrer Fortschrittlichkeit nur in wenigen europäischen Ländern Parallelen. Die Folge ist eine eindrucksvolle Entwicklung des Marktanteils von Stahlbauten in diesem Marktsegment in den letzten Jahren.

Grundsätzlich ermöglichen passive Schutzmaßnahmen an Stahlbauteilen in Form von dämmschichtbildenden Anstrichen (DSB), plattenförmigen oder putzartigen Bekleidungen alle Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen zu erfüllen. In Deutschland liegen die Kosten für diese Brandschutzmaßnahmen für übliche Hochbaukonstruktionen in der Größenordnung der Kosten für den Baustahl selbst. Dabei ist der Grad der Anforderung, ob F 30 oder F 90, im Hinblick auf die Kosten nicht ausschlaggebend. Bereits die niedrigste Feuerwiderstandsklasse erfordert Aufwendungen von etwa 500 € pro t Stahlkonstruktion. Alternativ können Stahlquerschnitte auch mit Beton zu Verbundbauteilen kombiniert werden, die günstige Feuerwiderstandseigenschaften aufweisen.

Folgende Entwicklungen im normativen Bereich haben für den Industriebau besondere Bedeutung:

- „heiße“ Eurocodes [1-4]
- Muster-Industriebaurichtlinie [5]
- DASt-Richtlinie 019 „Brandsicherheit von Stahl- und Verbundbauteilen in Büro- und Verwaltungsgebäuden“ [6]

In diesem Beitrag wird insbesondere auf die kürzlich verabschiedete DASt-Ri 019 eingegangen.

### 2 Brandschutzteile der Eurocodes

#### 2.1 Allgemeines

Für die brandschutztechnische Bemessung von Bauteilen hat das Deutsche Institut für Normung (DIN) die sogenannten „heißen Teile“ der Eurocodes mit den zugehörigen Nationalen Anwendungsdokumenten (NAD) als europäische Vornormen (ENV) herausgegeben. Für Stahlbauten und -konstruktionen im Hoch- und Ingenieurbau sind die Einwirkungen in DIN V ENV 1991-2-2 [1] geregelt, während die Regeln zur brandschutztechnischen Tragwerksbemessung für Stahlbauten in DIN V ENV 1993-1-2 [2] bzw. für Verbundtragwerke aus Stahl und Beton in DIN V ENV 1994-1-2 [3] enthalten sind. Die heißen Eurocodes sind in den meisten Bundesländern in die Liste der Technischen Baubestimmungen aufgenommen worden und können zusammen mit den NAD [4] angewendet werden.

In den Eurocodes selbst werden keine Anforderungen an die Bauteile, wie einzuhaltende Feuerwiderstandsklassen festgelegt. Dies ist den bauaufsichtlichen Regelungen in den Landesbauordnungen und Sonderbauvorschriften vorbehalten.

Von tragenden Bauteilen wird im Brandfall gefordert, dass ihre Tragfähigkeit für eine anforderungsgemäße Branddauer aufrechterhalten bleibt. Dieses Traglast-Kriterium wird in den heißen Eurocodes entsprechend der Feuerwiderstandsdauer unter Normbrandbedingungen durch die Klassen R 30, R 60, R 90, R 120, R 180 und R 240 ausgedrückt

Allgemein stehen für den Nachweis des Feuerwiderstands tragender Bauteile neben dem Brandversuch folgende drei Nachweisebenen zur Verfügung:

**Ebene 1:** Klassifizierung der Bauteile mit Hilfe von **Bemessungstabellen** (entspricht dem Verfahren nach DIN 4102-4)



**Ebene 2:** Der Nachweis mit **vereinfachten Berechnungsverfahren**. Bemessungswert ist meist eine Traglast unter erhöhten Temperaturen des Bauteils zugehörig zu der geforderten Feuerwiderstandsdauer.

**Ebene 3:** Der Nachweis mit **allgemeinen Berechnungsverfahren**. Dieser Nachweis beinhaltet die vollständige thermische und mechanische Analyse in einem numerischen Simulationsmodell.

## 2.2 Einwirkungen im Brandfall

Die **thermischen Einwirkungen** auf Bauteile während eines Brandes werden gemäß EC1-2-2 [1] durch Brandgastemperatur-Zeitkurven definiert. Diese entsprechen bei der Bauteilbemessung im Regelfall der aus den Brandversuchen nach DIN 4102-2 bekannten Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK).

Für die **mechanischen Einwirkungen** im Brandfall gelten die Kombinationsregeln für außergewöhnliche Einwirkungen gemäß EC1-2-2. Danach werden ständiger Lasten 1,0-fach und veränderliche Lasten (Verkehrslasten, Schnee oder Wind) mit sogenannten Kombinationsbeiwerten  $\psi_1$  (häufig) bzw.  $\psi_2$  (quasi-ständig) reduziert. Daraus folgt beispielweise für Industriehallen, dass im Brandfall meist nur ständige Lasten und 0,2-fache Schneelasten anzusetzen sind. Diese Lastkombination ist gegenüber bisherigen Regelungen für den Stahlbau günstig, weil sich niedrigere Beanspruchungen und damit höhere kritische Temperaturen ergeben.

## 2.3 Stahlbauteile

Die bisherige Praxis trennt die Dimensionierung von Stahlbauteilen in der Statik weitgehend von der brandschutztechnischen Auslegung. Das übliche Verfahren ist, die Brandschutzmaßnahmen erst dann zu planen, wenn die Konstruktion festgelegt ist. Dabei wird die Art der Brandschutzmaßnahme (DSB, Platten oder Putz) und deren erforderliche Dicke nach den Angaben der DIN 4102-4 oder der Herstellerprospekte festgelegt. Dabei gehen neben der Funktion des Bauteils, ob Träger oder Stütze, als wesentliche Eingangsgrößen die erforderliche Feuerwiderstandsklasse sowie der Profilmfaktor  $U/A$  (nach EC3-1-2 zukünftig  $A_m/V$ ) ein.

In EC3-1-2 stehen für den Nachweis des Feuerwiderstands tragender Stahlbauteile (Träger und Stützen) vereinfachte Berechnungsverfahren zur Verfügung. Bemessungstabellen für bestimmte Brandschutzbekleidungen sind aufgrund der Produktvielfalt nicht enthalten. Die Nachweise mit vereinfachten Berechnungsverfahren können auf Temperaturebene oder auf Tragfähigkeitsebene erfolgen. Beim **Nachweis auf Temperaturebene**, dem  $\theta_{cr}$ -Verfahren, wird gezeigt, dass die höchste im Brandfall auftretende Stahltemperatur  $\theta_{a,max}$  unterhalb der kritischen Stahltemperatur  $\theta_{cr}$  bleibt. Die kritische Stahltemperatur  $\theta_{cr}$  ist die Temperatur, bei der der Bauteilwiderstand gerade noch so groß ist wie die Beanspruchung infolge mechanischer Lasten.

Der **Nachweis auf Tragfähigkeitsebene** erfolgt analog den Nachweisverfahren bei Raumtemperatur. Es wird jedoch berücksichtigt, dass sich Streckgrenze und Elastizitätsmodul infolge der erhöhten Temperaturen verringert haben.

Für ungeschützte und bekleidete Stahlbauteile hat der Verfasser in [7] Näherungsformeln angegeben, mit denen die Temperaturen in Abhängigkeit von der Branddauer und dem Profilmfaktor unter Einheits-Temperaturzeitkurve schnell errechnet werden können. In [7] sind die Nachweisverfahren nach EC3-1-2 mit Beispielen ausführlich behandelt.

## 2.4 Verbundbauteile

Die Strategie bei dem Entwurf brandschutzgerechter Verbundquerschnitte liegt auf der Hand. Entscheidend ist, welcher Werkstoff - Baustahl oder Beton - der beflamten Oberfläche ausgesetzt ist. Der sichtbare Baustahl an der Oberfläche ist aus architektonischer Sicht besonders attraktiv, darüber hinaus bietet er entscheidende Fertigungs- und Montagevorteile. So kann das Stahlprofil als Schalung genutzt werden und die sichtbaren Stahlquerschnittsteile stehen für stahlbaumäßige Anschlüsse zur Verfügung. Nachteilig ist das Verhalten im Brandfall, da die sichtbaren Stahlquerschnittsteile schnell erwärmt werden und somit nach kurzer Brandeinwirkung an Tragfähigkeit verlieren.

Durch geeignetes Querschnittsdesign kann dieser Effekt kompensiert werden. Einbetonierte Stahlquerschnitte, z.B. Verbundstützen mit vollständig einbetoniertem Stahlquerschnitt, verhalten sich im Brandfall günstiger. Sie können

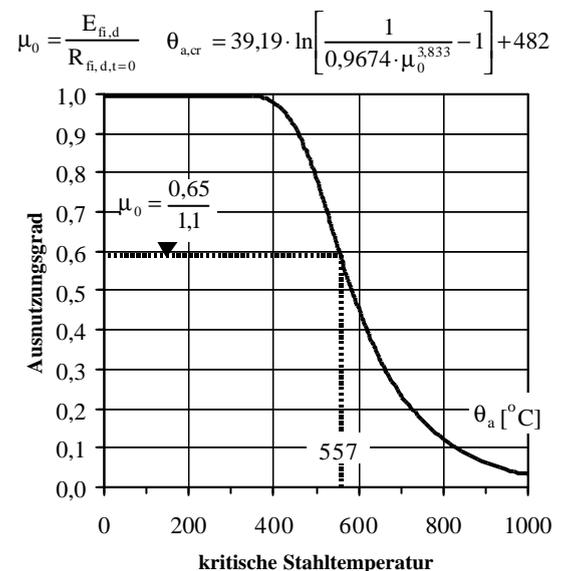


Bild 1: Kritische Stahltemperaturen in Abhängigkeit vom Ausnutzungsgrad  $\mu_0$



hinsichtlich ihres Feuerwiderstandes ähnlich wie Stahlbetonbauteile behandelt werden. Im EC4-1-2 werden für den Verbundbau neben Trägern und Stützen auch brandschutztechnische Nachweise für Decken geregelt (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Anwendungsbereich des Eurocode 4 Teil 1-2, brandschutztechnische Tragwerksbemessung im Verbundbau

Verbunddecken	Verbundträger	Verbundstützen

### 3 Muster-Industriebaurichtlinie

#### 3.1 Allgemeines

Die Muster-Industriebaurichtlinie [5] wurde 2001 in den meisten Bundesländern in die Liste der Technischen Baubestimmungen aufgenommen. Werden im Industriebau Brandschutzanforderungen nach der neuen Musterindustriebaurichtlinie ermittelt, so können die erforderlichen Feuerwiderstandsklassen objektbezogen angepasst werden. Damit können direkt oder indirekt Naturbrandszenarien berücksichtigt werden.

In der Muster-Industriebaurichtlinie werden die Mindestanforderungen an den Brandschutz von Industriebauten festgelegt. Industriebauten, die diesen Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile und der Brennbarkeit der Baustoffe, der Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte, der Anordnung, Lage und Länge der Rettungswege entsprechen, erfüllen die Schutzziele des § 17 Abs. 1 MBO.

Für den Nachweis der Brandsicherheit von Industriebauten werden drei Verfahren mit unterschiedlichem ingenieurmäßigem Aufwand bereitgestellt:

- Vereinfachtes Nachweisverfahren ohne Brandlastermittlung,
- Nachweisverfahren mit Ermittlung der Brandlast auf Grundlage von DIN 18230-1 [8]
- Methoden des Brandschutzingenieurwesens.

Die Anwendung der Richtlinie setzt die Einhaltung allgemeiner Anforderungen voraus bezüglich des Löschwasserbedarfs, der Lage und Zugänglichkeit des Gebäudes, der Rettungswege sowie Treppen und Treppenträume, des Rauchabzugs, der Brandmelde- und Feuerlöschanlagen, der Dächer und Wände und der betrieblichen Maßnahmen zum Brandschutz und zur Gefahrenverhütung. In der Richtlinie werden Sicherheitskategorien K1 bis K4 zur Berücksichtigung der in einem Brand- oder Brandbekämpfungsabschnitt vorhandenen brandschutztechnischen Infrastruktur definiert. Sie stellen eine wesentliche Eingangsgröße für die Nachweismethoden dar. Die Forderung nach einer automatischen Brandmeldeanlage kann durch eine ständige Personalbesetzung kompensiert werden, wenn eine sofortige Brandentdeckung und Meldung an die Feuerwehr gewährleistet sind.

#### 3.2 Vereinfachte Nachweismethode

Der Vereinfachte Nachweis nach Abschnitt 6 der Richtlinie basiert auf der Einhaltung zulässiger Größen der Brandabschnittsflächen in Abhängigkeit von der Sicherheitskategorie, der Anzahl der Geschosse des Gebäudes und der Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile. Diese Angaben sind für erdgeschossige Industriebauten in Tabelle 2 zusammengefasst. Für Industriebauten der Sicherheitskategorie K4 lässt sich laut Tabelle 2 eine maximale Brandabschnittsfläche von 10.000 m<sup>2</sup> ohne Anforderungen bezüglich der Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile realisieren.

#### 3.3 Rechenverfahren nach DIN 18230-1

Für Industriebauten, die nicht nach dem vereinfachten Verfahren (s. Tab. 2) beurteilt werden können, kann basierend auf einer Brandlastermittlung das Berechnungsverfahren der DIN 18230-1 angewendet werden. Mit diesem Verfahren wird zunächst die äquivalente Branddauer  $t_a$  berechnet. Mit der äquivalenten Branddauer  $t_a$  wird ein Zusammenhang zwischen der Brandwirkung eines Naturbrandes und der Einheits-Temperaturzeitkurve hergestellt, wobei sich die Äquivalenz auf die maximale Bauteiltemperatur unter Naturbrand bezieht. Als äquivalente Branddauer ist diejenige



Zeitdauer definiert, nach der ein Bauteil unter ETK-Beflammung die Temperatur erreicht, die es in einem Naturbrandereignis maximal erreichen würde.

Tabelle 2: Auszug aus Tabelle 1 der MIndBauRL [5], zulässige Größe der Brandabschnittsflächen für erdgeschossige Industriebauten in m<sup>2</sup>

Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile erdgeschossiger Industriebauten			
Sicherheitskategorie		ohne Anforderung	F 30
<b>K 1</b>	ohne besondere Maßnahmen für Brandmeldung und Brandbekämpfung	1800 <sup>1)</sup>	3000
<b>K 2</b>	mit automatischer Brandmeldeanlage	2700 <sup>1)</sup>	4500
<b>K 3.1</b>	mit automatischer Brandmeldeanlage und Werkfeuerwehr in mindestens Staffelstärke	3200 <sup>1)</sup>	5400
<b>K 3.2</b>	mit automatischer Brandmeldeanlage und Werkfeuerwehr in mindestens Gruppenstärke	3600 <sup>1)</sup>	6000
<b>K 3.3</b>	mit automatischer Brandmeldeanlage und Werkfeuerwehr mit mindestens zwei Staffeln	4200 <sup>1)</sup>	7000
<b>K 3.4</b>	mit automatischer Brandmeldeanlage und Werkfeuerwehr mit mindestens drei Staffeln	4500 <sup>1)</sup>	7500
<b>K 4</b>	mit selbsttätiger Löschanlage	10000	10000

<sup>1)</sup> Breite des Industriebaus  $\leq 40$  m und Wärmeabzugsfläche (nach DIN 18230-1)  $\geq 5\%$  der Brandabschnittsfläche

Bei der Berechnung der äquivalenten Branddauer nach DIN 18230-1 werden die Höhe der Brandlast, die thermischen Eigenschaften der Umfassungsbauteile sowie die Ventilationsverhältnisse berücksichtigt.

Mit der äquivalenten Branddauer wird unter Berücksichtigung von Sicherheitsbeiwert und Zusatzbeiwert die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer  $t_F$  ermittelt, der dann die für die Bauteile einzuhaltende Feuerwiderstandsklasse wie folgt zugeordnet werden:

0 min	$< \text{erf } t_F \leq 15 \text{ min}$	→ keine Anforderungen
15 min	$< \text{erf } t_F \leq 30 \text{ min}$	→ F 30
30 min	$< \text{erf } t_F \leq 60 \text{ min}$	→ F 60
60 min	$< \text{erf } t_F$	→ F 90

### 3.4 Methoden des Brandschutzingenieurwesens

Der Nachweis zur Einhaltung der Schutzziele der Musterbauordnung (MBO) darf alternativ zu den in Kap. 3.2 und 3.3 vorgestellten Verfahren mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens erbracht werden. Zu deren Anwendung sind im normativen Anhang A der Muster-Industriebaurichtlinie die Grundsätze und Voraussetzungen für die Nachweisführung sowie deren Dokumentation geregelt.

## 4 Brandsicherheit von Stahl- und Verbundbauteilen in Büro- und Verwaltung Gebäuden – DAST-Ri 019

### 4.1 Allgemeines

Büro- und Verwaltungsgebäude sind hinsichtlich der Personengefährdung der Nutzer bei Bränden nach wissenschaftlichen Erkenntnissen deutlich sicherer einzustufen als Wohngebäude und weichen daher von den durch die Landesbauordnungen angesprochenen Bauten normaler Art und Nutzung (i.A. Wohngebäude) ab. Auch die durchschnittliche Brandbelastung ist in Büro- und Verwaltungsgebäuden geringer. Es ist daher begründet, Erleichterungen gegenüber der Musterbauordnung (MBO) im Hinblick auf die Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile zuzulassen. Dies gilt insbesondere dann, wenn andere vorbeugende Maßnahmen (brandschutztechnische Infrastruktur) zur Erreichung des geforderten Sicherheitsniveaus vorgehalten werden.

Mit der DAST-Ri 019 wird das Ziel verfolgt, die brandschutztechnischen Nachweise von Stahl- und Stahlverbundtragwerken in Büro- und Verwaltungsgebäuden projektspezifisch zu regeln. Dabei wurden aufbauend auf der Grundidee des Nachweiskonzeptes der Industriebaurichtlinie im Zusammenwirken mit der DIN 18230 [8] und den Überlegungen zur Neufassung der MBO [9] ein Regelwerk entwickelt, das zusätzlich die Erkenntnis insbesondere hinsichtlich der statistisch erhobenen Brandbelastungen aus dem europäischen Forschungsprojekt „Natural



Fire Safety Concept“ [10] verarbeitet. Der definierte Geltungsbereich schließt Hochhäuser ausdrücklich aus. Wegen der Behandlung von Stahl- und Stahlverbundbauteilen wird die Nichtbrennbarkeit a priori vorausgesetzt.

Die Richtlinie wurde im November 2001 vom Deutschen Ausschuss für Stahlbau verabschiedet und liegt nun bei den Fachkommissionen der ARGEBAU vor, um in die Liste der Technischen Baubestimmungen aufgenommen zu werden.

#### 4.2 Nachweiskonzept

Das Vorgehen zur Ermittlung der erforderlichen Feuerwiderstandsklassen läuft zusammengefasst wie folgt ab. Der charakteristische Wert der Brandbelastung  $q_{f,k}$  für die Nutzung als Bürofläche ist allgemein mit  $160 \text{ kWh/m}^2$  festgelegt. Der Bemessungswert der Brandbelastung  $q_{f,d}$  ergibt sich mit dem globalem Sicherheitsbeiwert  $\gamma$  zur Berücksichtigung der Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes (s. Tab. 3) und dem Zusatzbeiwert  $\alpha_L$  zur Berücksichtigung der brandschutztechnischen Infrastruktur (s. Tab. 4) zu:

$$q_{f,d} = q_{f,k} \cdot \gamma \cdot \alpha_L \quad (1)$$

Die  $\gamma$ -Werte der Tabelle 3 dürfen bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 mit dem Faktor 0,6 und bei Gebäuden der Gebäudeklasse 3 mit dem Faktor 0,4 multipliziert werden. Für die einzelnen **Gebäudeklassen** gilt die Definition der MBO. Die Höhe eines Gebäudes ist hierbei das Maß der Fußbodenoberkante des höchstmöglichen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche im Mittel:

- Gebäudeklasse 3: Gebäude mit einer Höhe bis 7 m (Gebäude geringer Höhe)
- Gebäudeklasse 4: Gebäude mit einer Höhe bis 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als  $400 \text{ m}^2$  in einem Geschoss.
- Gebäudeklasse 5: Gebäude mit einer Höhe bis 22 m.

Die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer ergibt sich zu

$$\text{erf } t_f = q_{f,d} \cdot c \cdot w \quad [\text{min}] \quad (2)$$

Darin ist  $c$  der Umrechnungsfaktor, der die thermischen Eigenschaften der Umfassungsbauteile berücksichtigt, und  $w$  ein Faktor für die Ventilationsbedingungen. Beide Größen sind aus der DIN 18230 bekannt. Sofern keine detaillierte Beurteilung der thermischen Eigenschaften des Brandabschnittes durchgeführt wird, darf  $c$  zu  $0,25 \text{ min}\cdot\text{m}^2/\text{kWh}$  angenommen werden.

Tabelle 3:  
Sicherheitsbeiwerte  $\gamma$  für  
Gebäudeklasse 5

Flächen des Brandbekämpfungsabschnittes $A_B$ [ $\text{m}^2$ ]	$\gamma$	Sicherheitskategorie		$\alpha_L$
		Kategorie	Beschreibung	
$\leq 500$	1,00	K1	ohne besondere Maßnahmen für Brandmeldung und Brandbekämpfung	1,0
$\leq 1000$	1,15	K2	mit automatischer Brandmeldeanlage	0,9
$\leq 1500$	1,25	K3	mit automatischer Brandmeldeanlage und mit Werkfeuerwehr	0,8
$\leq 3000$	1,45	K4a	mit selbsttätiger Löschanlage	0,4
$\leq 5000$	1,55	K4b	mit selbsttätiger Löschanlage und automatischer Brandmeldeanlage	0,3

Tabelle 4:  
Zusatzbeiwerte  $\alpha_L$  in Abhängigkeit von der brandschutztechnischen Infrastruktur zugeordnet zu Sicherheitskategorien

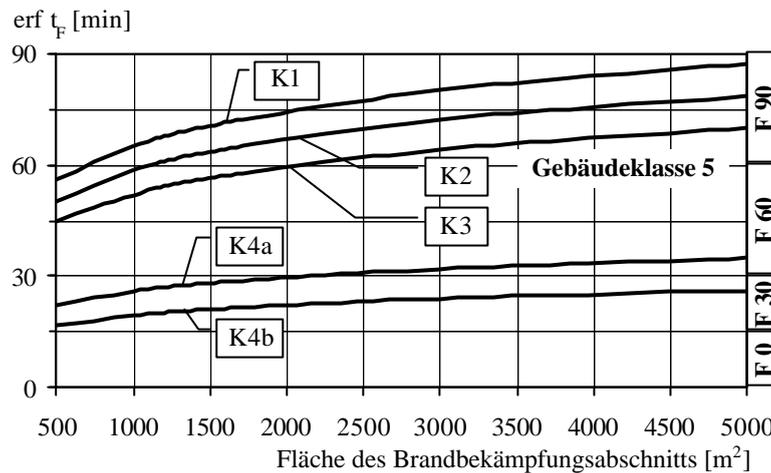
Aus der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer wird dann die erforderliche Feuerwiderstandsklasse der Bauteile bestimmt. Der Nachweis der Bauteile selbst erfolgt mit den bekannten Verfahren entweder nach DIN 4102-4 oder über die heißen Eurocodes.



### 4.3 Exemplarische Anwendungen

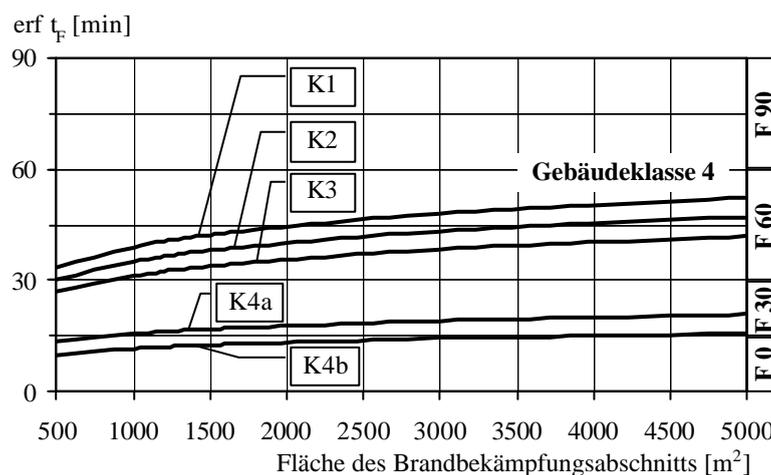
Eine entscheidende Frage ist nun, welche Unterschiede und insbesondere Vorteile im Sinne von Erleichterungen gegenüber den Landesbauordnungen sich für Büro- und Verwaltungsgebäude ergeben.

Unter der Annahme einer normalen Brandbelastung von  $q_k = 160 \text{ kWh/m}^2$  sowie für einen Umrechnungsfaktor  $c = 0,25 \text{ min}\cdot\text{m}^2/\text{kWh}$  und einem Faktor  $w = 1,4$  für die Ventilation, das entspricht Fensterflächen von etwa  $1/8$  der Grundfläche, wird in den Bildern 2 bis 4 gezeigt, welche Feuerwiderstandsklassen sich in Abhängigkeit von den Flächen der Brandbekämpfungsabschnitte und der Sicherheitskategorie (vgl. Tab. 4) für die unterschiedlichen Gebäudekategorien ergeben. Die getroffenen Annahmen entsprechen dabei gewöhnlichen Verhältnissen. Die Fläche der Brandbekämpfungsabschnitte ergibt sich aus der Grundfläche multipliziert mit der Anzahl der Geschosse.



**Bild 2:** Rechnerisch erforderliche Branddauer für Bürogebäude in **Gebäudeklasse 5** in Abhängigkeit von der Fläche des Brandbekämpfungsabschnitts und der Sicherheitskategorie (Umrechnungsfaktor  $c = 0,25 \text{ min}\cdot\text{m}^2/\text{kWh}$ , Ventilationsfaktor  $w = 1,4$ )

Aus Bild 2 ist erkennbar, dass sich in der Gebäudeklasse 5 (bis 22 m entsprechend 7 bis 8 Obergeschossen) in der Sicherheitskategorien K1 bis K3 meist die geforderte Feuerwiderstandsklasse F 90 ergibt. Das entspricht den jetzigen Anforderungen der Landesbauordnungen. Bei Anordnung von Sprinkleranlagen ist eine Reduzierung auf F 60 bis ggfs. F 30 möglich.

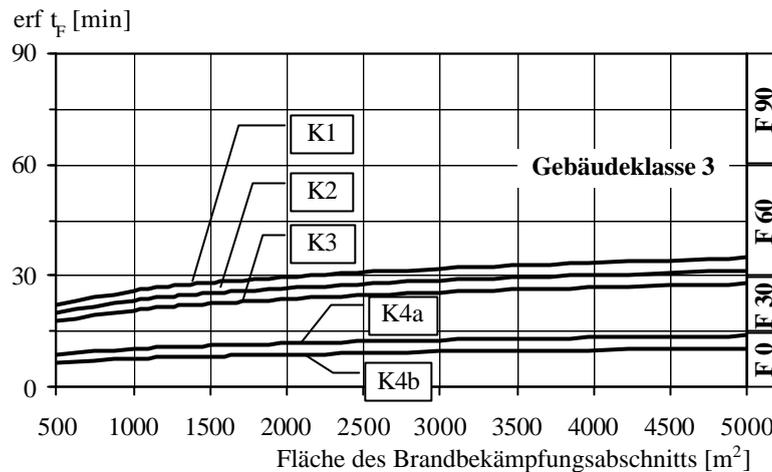


**Bild 3:** Rechnerisch erforderliche Branddauer für Bürogebäude in **Gebäudeklasse 4** in Abhängigkeit von der Fläche des Brandbekämpfungsabschnitts und der Sicherheitskategorie (Umrechnungsfaktor  $c = 0,25 \text{ min}\cdot\text{m}^2/\text{kWh}$ , Ventilationsfaktor  $w = 1,4$ )

In der Gebäudeklasse 4 (bis 13 m entsprechend 5 Obergeschossen) lässt sich aus Bild 3 ablesen, dass sich in der Sicherheitskategorien K1 bis K3 die geforderte Feuerwiderstandsklasse F 60 ergibt. Das entspricht dem Entwurf für die Musterbauordnung. Bei Anordnung von Sprinkleranlagen ergibt sich eine Reduzierung auf F 30. Bei Gebäuden



mit kleinen Grundflächen wäre ggfs. in der Sicherheitskategorie K4b sogar möglich, keine Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile zu stellen.



**Bild 4:** Rechnerisch erforderliche Branddauer für Bürogebäude in **Gebäudeklasse 3** in Abhängigkeit von der Fläche des Brandbekämpfungsabschnitts und der Sicherheitskategorie (Umrechnungsfaktor  $c = 0,25 \text{ min} \cdot \text{m}^2/\text{kWh}$ , Ventilationsfaktor  $w = 1,4$ )

Für die Gebäudeklasse 3 (bis 7 m entsprechend 3 Obergeschossen) zeigt Bild 4, dass sich in der Sicherheitskategorien K1 bis K3 in der Regel die geforderte Feuerwiderstandsklasse F 30 ergibt. Bei größeren Grundflächen ist dafür ggfs. eine Brandmeldeanlage erforderlich. Bei Anordnung von Sprinkleranlagen kann auf Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile verzichtet werden.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass sich gegenüber den bisherigen pauschalen Festlegungen von F 90 Erleichterungen durch die unterschiedlichen Gebäudeklassen und die Anrechnung der brandschutztechnischen Infrastruktur ergeben, die unter bestimmten Voraussetzungen auch die Anwendung ungeschützter Stahlkonstruktionen ermöglichen.

#### 4.4 Bauteile ohne Anforderungen

Bei Bürogebäuden **geringer Höhe** werden keine Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile gestellt, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Die Nutzungsfläche pro Geschoss ist begrenzt auf 400 m<sup>2</sup>;
- der zweite Rettungsweg wird ebenfalls baulich ausgeführt;
- die Anzahl der Gebäudenutzer ist auf 60 beschränkt;
- das Gebäude verfügt über eine hausinterne Brandmeldeanlage;
- der betroffene Brandbekämpfungsabschnitt muss mit mindestens drei Seiten an Außenwänden liegen und von dort für die Feuerwehr zugänglich sein.

Damit wird für eine in Gewerbegebieten häufig gebaute Kombination von Lager- oder Produktionshalle mit anschließendem kleinen Bürogebäude eine wesentliche Erleichterung vorgesehen. Dabei sind für die Halle und das Bürogebäude getrennte Brandbekämpfungsabschnitte zu bilden. Der zweite Rettungsweg des Bürogebäudes kann dann z.B. durch entsprechend qualifizierte Türen und über Treppen in die Halle führen.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die neue Industriebaurichtlinie wird den Bau stählerner Hallentragwerke bundesweit weiterfördern. Da in vielen Fällen, wahrscheinlich sogar in der Mehrzahl, Anforderungen an den Feuerwiderstand entfallen können, werden der hohe Vorfertigungsgrad und die schnelle Montage der Stahlbauweise im Wettbewerb voll wirksam.

Die brandschutztechnischen Nachweise im Stahl- und Verbundbau erfahren durch die „heißen“ Eurocodes gegenüber den bisherigen Regelungen mehr Flexibilität durch Anwendung von Rechenverfahren. Die für den Brandschutz erforderlichen Maßnahmen lassen sich auf dieser Grundlage besser an die vorliegenden Verhältnisse anpassen, was der Wirtschaftlichkeit dient und sich als Erleichterung für den Stahlbau erweisen kann.



Die vorliegenden Brandschutzteile der Eurocodes sind als Europäische Vornormen parallel zu den nationalen Vorschriften gültig. Die „heißen Eurocodes“ dürfen im Einzelfall angewendet werden und stellen eine technisch gleichwertige Lösung im Sinne von § 3 Abs. 3 MBO dar. Bereits in etwa zwei bis drei Jahren sollen sie ihren Vornormencharakter verlieren und in überarbeiteter Fassung als Europäische Norm veröffentlicht werden. Möglicherweise entfallen dann auch die Einschränkungen, die z.Zt. durch die Nationalen Anwendungsdokumente hinsichtlich der Berücksichtigung von Naturbränden auf der Seite der Einwirkungen und der allgemeinen Berechnungsverfahren auf der Seite der Beanspruchbarkeiten formuliert werden.

Mit Veröffentlichung der neuen Muster-Industriebaurichtlinie (M IndBauRL) hat die Berücksichtigung von Naturbränden – hier in Form des Konzeptes der äquivalenten Branddauer – im Industriebau bereits Einzug in die nationalen Regelwerke gefunden. Ebenso ist die Anwendung von Methoden des Brandschutzingenieurwesens erlaubt. Für Industrie- oder Lagerhallen mit angeschlossenen Bürogebäuden wäre es wünschenswert, wenn auch für das Bürogebäude ein vergleichbares Brandschutzkonzept - zumindest für die Bauteile - angewendet werden könnte.

Dieser Aufgabe hat sich der Deutsche Ausschuss für Stahlbau in den vergangenen zwei Jahren gestellt und eine entsprechende Richtlinie mit dem Titel „Brandsicherheit von Stahl- und Stahlverbundbauteilen in Büro- und Verwaltungsgebäuden“ erarbeitet, die auch allgemein für Büro- und Verwaltungsgebäude angewendet werden soll. Damit wird es auch in diesem Nutzungsbereich möglich, projektbezogenen Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile zu definieren und unter entsprechenden Bedingungen mit geringeren Feuerwiderstandsklassen als bisher oder sogar ohne Anforderungen in Stahl- oder Stahlverbundbauweise zu bauen.

## 6 Literatur

- [1] DIN V ENV 1991-2-2 Eurocode 1 - Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2-2: Einwirkungen auf Tragwerke - Einwirkungen im Brandfall, Deutsche Fassung ENV 1991-2-2 : 1995, Mai 1997, Beuth Verlag, Berlin
- [2] DIN V ENV 1993-1-2 Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall, Deutsche Fassung ENV 1993-1-2 : 1995, Mai 1997, Beuth Verlag, Berlin
- [3] DIN V ENV 1994-1-2 Eurocode 4 - Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton, Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall, Deutsche Fassung ENV 1994-1-2 : 1994, Juni 1997, Beuth Verlag, Berlin
- [4] Nationale Anwendungsdokumente (NAD),  
Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1991-2-2:1997-05 Eurocode 1, DIN-Fachbericht 91,  
Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1993-1-2:1997-05 Eurocode 3, DIN-Fachbericht 93  
Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1994-1-2:1997-06 Eurocode 4, DIN-Fachbericht 94  
Beuth Verlag, Berlin, 2000
- [5] Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebaurichtlinie – M IndBauRL), Konferenz der für das Städtebau-, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU), (03.2000)
- [6] DASt-Richtlinie 019 - Brandsicherheit von Stahl- und Verbundbauteilen in Büro- und Verwaltungsgebäuden (11`2001), Stahlbau-Verlag, Düsseldorf
- [7] Schaumann, P.: Nationale brandschutztechnische Bemessung, Stahlbau-Kalender 2001, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2001, Seite 369 - 402
- [8] DIN 18230-1, Baulicher Brandschutz im Industriebau – Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer, Beuth Verlag, Berlin, 05.1998
- [9] MBO Musterbauordnung für die Länder der Bundesrepublik Deutschland, Konferenz der für das Städtebau-, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU), (Entwurf 11.2000), Internet: <http://www.is-argebau.de>
- [10] Schleich, J.B.; Cajot, L.: Brandsicherheitskonzept unter Berücksichtigung von Naturbrand, EGKS-Projekt 7215-PA/PB/PC-057, ARBED-Recherches, Esch/Alzette, Luxemburg, 2001

### Autor

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann  
Universität Hannover – Institut für Stahlbau  
Appelstrasse 9A - 30167 Hannover  
Tel: 0511-7623781, Fax: 0511-7622991  
Internet: [www.stahlbau.uni-hannover.de](http://www.stahlbau.uni-hannover.de)