INSTITUT FÜR BAUSTOFFE, MASSIVBAU UND BRANDSCHUTZ

MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN - MPA BRAUNSCHWEIG

TU BRAUNSCHWEIG

Braunschweiger Brandschutz-Tage 2010

24. Fachtagung Brandschutz bei Sonderbauten

21. und 22. September 2010

Tagungsband

herausgegeben von Dietmar Hosser

Heft 210 · Braunschweig · 2010

Veranstalter:

Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB)
der Technischen Universität Braunschweig

in Zusammenarbeit mit der

Materialprüfanstalt für das Bauwesen Braunschweig (MPA)

Wissenschaftliche Leitung:

Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dietmar Hosser

INSTITUT FÜR BAUSTOFFE, MASSIVBAU UND BRANDSCHUTZ

MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN - MPA BRAUNSCHWEIG

TU BRAUNSCHWEIG

Braunschweiger Brandschutz-Tage 2010

24. Fachtagung Brandschutz bei Sonderbauten

21. und 22. September 2010

Tagungsband

herausgegeben von Dietmar Hosser

Heft 210 · Braunschweig · 2010

ISBN 978-3-89288-194-0

ISSN 1439-3875 (Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz)

ISSN 0934-2419 (Braunschweiger Brandschutz-Tage)

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
http://dnb.ddb.de abrufbar.

Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at http://dnb.ddb.de

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Geleitwort **7**
A. M. Bahadir, Braunschweig

Sitzung 1 - Neuerungen im Brandschutz **9**
Leitung: A. Rohling, Braunschweig

1.1 Einsatz von CE-Bauprodukten zur maschinellen Entrauchung nach DIN 18232-5 11
G. Blume, Braunschweig

1.2 Neue Brandschutzlösungen im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) 29
M. Lippe, Krefeld

1.3 Brandschutztechnische Lösungsansätze für Trockenbausysteme 47
T. Mittmann, Braunschweig

1.4 Stellenwert der allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse (ABP) im bauaufsichtlichen Verfahren 61
A. Rohling, Braunschweig, und J. Wesche, Leverkusen

Sitzung 2 - Normen, Richtlinien, Verordnungen **75**
Leitung: P. Schaumann, Hannover

2.1 Stand und weitere Entwicklung der Brandschutznormung in Deutschland und Europa 77
T. Sommer, Berlin

2.2 Stand und Anwendung der europäischen Prüfnormen im baulichen Brandschutz 105
H. Haselmair, Schaan

2.3 Stand der ISO-Normung von Ingenieurmethoden im Brandschutz 121
D. Brein, Karlsruhe

2.4 Was ändert sich mit der Einführung der Eurocode-Brandschutzteile in Deutschland? 141
D. Hosser, Braunschweig

Seite

2.5 Umsetzung der europäischen Brandschutznormen im bauaufsichtlichen Verfahren — 171
K.-D. Wathling, Berlin

Sitzung 3 - Brandschutzkonzepte für Sonderbauten — 179
Leitung: U. Schneider, Wien

3.1 AIRRAIL-Center-Frankfurt – Ein 660 m „langes“ Hochhaus — 181
E. Hagen und J. Upmeyer, Kleve

3.2 Sicherheitskonzept zur Räumung und Evakuierung eines modernen Multifunktionszentrums — 197
V. Schneider, Frankfurt

3.3 Entrauchung eines Vortragssaales – Vergleich zwischen verschiedenen Ingenieurmethoden des Brandschutzes — 213
B. Konrath und W. Mertens, Aachen

3.4 Brandschutz im Bestand bei einem Gebäudekomplex mit wissenschaftlichen Instituten — 233
D. Kruse und M. Dehne, Gifhorn

3.5 Brandschutztechnische Ertüchtigung eines bestehenden Hochhauses mit Holzfassade — 247
H. Niemöller, München

Sitzung 4 - Prüfung, Überwachung, Abnahme — 263
Leitung: D. Hosser, Braunschweig

4.1 Der staatlich anerkannte Sachverständige für die Prüfung des Brandschutzes in NRW - Aufgaben und Anerkennung — 265
U. Kirchner, Erkelenz

4.2 Ganzheitliche Prüfung des Brandschutzes von Sonderbauten durch Prüfsachverständige – Der bayerische Weg — 281
M. Kersken, München

4.3 Aufgaben des Prüfingenieurs für Brandschutzschutz bei der Bauausführung – Wunsch und Wirklichkeit — 291
K. Foth, Berlin

Seite

4.4 Prüfung und Überwachung von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen 309
J. Wilms-Vahrenhorst, Köln

Anhänge **319**

A.1 Anschriften der Referenten und Sitzungsleiter 319
A.2 Kurzvorstellung des Veranstalters (iBMB / MPA) 325
A.3 Verzeichnis der Schriften aus dem iBMB 329

GELEITWORT

Die „Braunschweiger Brandschutz-Tage“ sind seit 1987 eine Institution in Brandschutzkreisen und ein Aushängeschild für die Technische Universität Braunschweig. Den Schwerpunkt „Brandschutz bei Sonderbauten“ gestaltet das Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) auch in diesem Jahr wieder mit Unterstützung durch die Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Braunschweig. Die Kombination von Forschung, Lehre und Materialprüfung im Brandschutz ist seit Jahrzehnten ein Alleinstellungsmerkmal an der TU Braunschweig und auch die Basis für stets aktuelle, fachlich herausragende und praxisrelevante Fachtagungen.

Die Braunschweiger Brandschutz-Tage sind ein gutes Beispiel für den von den Hochschulen immer erwarteten „Knowhow-Transfer“ und für eine gelungene wissenschaftlich orientierte Weiterbildung. Doch nicht nur der fachliche Inhalt, sondern auch der äußere Rahmen der Fachtagung stimmt. Die im vergangenen Jahr renovierte Stadthalle Braunschweig bietet im Großen Saal ausreichend Platz und eine angenehme Atmosphäre für die inzwischen mehr als 1200 Tagungsteilnehmer und in den Foyers Ausstellungsflächen für mittlerweile 70 Firmen in der begleitenden Fachausstellung. Für Brandschutzfachleute in Bauverwaltungen, Genehmigungsbehörden, Feuerwehren, Industrie, Versicherungswirtschaft, Ingenieurbüros, Forschungs- und Prüfanstalten ist die Teilnahme an diesem Forum der Informationen im Brandschutz ein Muss. Wer in Deutschland und im deutschsprachigen Ausland wissen will, was sich aktuell im Brandschutz tut, hat die Veranstaltung jedes Jahr fest in seinem Terminkalender eingeplant.

Das alles kann für eine seit Jahren unveränderte, im Vergleich mit anderen Fachtagungen und Seminaren äußerst günstige Gebühr geboten werden, weil das Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz seine Leistungen bei der Planung und Durchführung der Fachtagung uneigennützig zur Verfügung stellt. Hierfür danke ich Herrn Professor Hosser und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Namen des Präsidiums der Technischen Universität Braunschweig ganz herzlich, ebenso der Zentralstelle für Weiterbildung für die organisatorische Abwicklung. Allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern wünsche ich zwei informative und anregende Tage, gute Gespräche mit Kollegen in den Pausen und beim abendlichen Empfang und einen angenehmen Aufenthalt in Braunschweig.

Braunschweig, 21. September 2010

Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Ali Müfit Bahadir
Vizepräsident der Technischen Universität Braunschweig

SITZUNG 1

NEUERUNGEN IM BRANDSCHUTZ

Sitzungsleitung: A. Rohling, Braunschweig

EINSATZ VON CE-BAUPRODUKTEN ZUR MASCHINELLEN ENTRAUCHUNG NACH DIN 18232-5

Gary Blume
Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA), Braunschweig

EINLEITUNG

Die aktuelle Fassung der DIN 18232-5 [1] wurde im April 2003 veröffentlicht. Seinerzeit war durch eine neue Formulierung des Titels der Normenreihe 18232 die Beschränkung auf den „Industriebau“ entfallen, um die Anwendung auch für andere Gebäudetypen zu öffnen. Seitens des Normungsgremiums erhoffte man sich dadurch eine weitere Verbreitung und breitere Akzeptanz dieses Teiles der Normenreihe hinsichtlich des maschinellen Rauchabzuges.

Im Jahre 2007 wurde eine überarbeitete Fassung der DIN 18232-2 [2] für die Bemessung von natürlichen Rauchabzugsanlagen veröffentlicht. Im Unterschied zum vorhandenen Teil 5 wird für die Bemessung der natürlichen Rauchabzugsanlagen eine geringere Energiefreisetzungsrate angenommen. Kernstück für die Überarbeitung der maschinellen Entrauchung war daher die Verwendung desselben Ansatzes für das Brandszenario und das theoretische Plume-Modell wie für DIN 18232-2. Durch diesen Ansatz wird der Massenstrom der Brand- und Rauchgase ausgehend vom Brandherd in den oberhalb des Feuers gelegenen Bereich definiert, in dem sich dann aus den aufsteigenden Brandgasen eine sogenannte Rauchgasschicht bildet.

In diesem Beitrag soll der neue Normentwurf für die Bemessung von maschinellen Rauchabzugsanlagen vorgestellt werden, der mit Hilfe von Vertretern der Industrie, Sachverständigen und Ingenieurbüros erarbeitet wurde. Der aktuelle Stand des Normentwurfes soll noch in diesem Jahr dem Hauptausschuss DIN NA-005-52-32 AA vorgelegt werden mit Ziel der Freigabe zur Veröffentlichung als Gelbdruck. Anschließend hat die Öffentlichkeit in einer Einspruchsfrist Gelegenheit, durch qualifizierte Kommentare den Entwurf zu ergänzen.

Neben den vorgenannten Veränderungen mussten auch die für eine Entrauchungsanlage zu verwendenden Bauprodukte an die europäische Entwicklung der harmonisierten Produktnormen nach der Bauproduktenrichtlinie angepasst werden. Außerdem werden Hinweise für die Verwendung der Bauprodukte für die Entrauchung bei Aufstellung in einer Lüftungszentrale gegeben.

PLUME-MODELL FÜR DEN RAUCHGASMASSENSTROM

In der aktuellen Fassung von DIN 18232-5 wurde für die Ermittlung des von der Brandquelle ausgehenden Rauchgasmassenstromes $\dot{m}_{pl}$ die Berechnungsvorschrift entsprechend der Plume-Theorie von Thomas-Hinkley [3] angewendet. Die Plume-Theorie beschreibt im Wesentlichen den Rauchgasmassen-

strom der Rauchgassäule (Plume) oberhalb der Brandquelle. In Abhängigkeit von dem angewandten Modell ist dieser Rauchgasmassenstrom proportional zur Aufstiegshöhe der Rauchgase, zur Fläche des Brandherdes und zur aktuellen freigesetzten Energie. Die maßgebende Aufstiegshöhe endet in der Ebene, in der die aufsteigenden Rauchgase in die Rauchgasschicht unterhalb der Decke des Raumes übergehen. Außerdem besteht eine Abhängigkeit zu Modellfaktoren wie den geometrischen Randbedingungen zur Lage der Brandquelle im Raum oder den Proportionen zwischen Brandherd und Raumgröße.

Der für alle Modelle zur Berechnung von Energie- und Massenströmen dominierende Parameter ist die Energiefreisetzungsrate. Die Energiefreisetzungsrate – in der Norm als flächenspezifische Größe $\dot{q}$ angegeben – beträgt in der aktuell gültigen Ausgabe von Teil 5 600 kW/m². In der vier Jahre später veröffentlichten Ausgabe der „Schwesternorm“ DIN 18232-2 [2] für natürliche Rauchabzugsanlagen beträgt diese wichtige Größe lediglich 300 kW/m². Der größere Wert spiegelt die Situation im Industriebau und der geringere Wert von 300 kW/m² die in den Landesbauordnungen zugrunde gelegten Verhältnisse einer „normalen“ Wohn-, Büro- oder vergleichbaren Nutzung wider.

Der unterschiedliche Ansatz der Energiefreisetzungsrate rief Unverständnis in der Fachöffentlichkeit hervor. Warum sollte es bei einem Brandereignis in Abhängigkeit der installierten Rauchabzugsanlage – natürlich oder maschinell – zu einer unterschiedlichen Entwicklung der Brandquelle kommen? Weiß der Brand, mit welchen Mitteln die Entrauchung durchgeführt wird? Ein Grund für diese Vorgehen lag in der Tatsache, dass eine maschinelle Rauchabzugsanlage Vorteile bei geringeren Rauchgastemperaturen hat, während die Wirksamkeit einer natürlichen Rauchabzugsanlage mit steigender Rauchgastemperatur proportional zunimmt. Daraus wurde der jeweilige „worst-case“ abgeleitet und die Bemessung auf die jeweils „kritischeren“ Annahmen abgestellt.

Ausgehend von dieser Situation wurden für die Berechnung des Massenstroms in der Rauchgassäule in Abhängigkeit von der Flammenhöhe und der Dicke der raucharmen Schicht, analog zur Vorgehensweise in DIN 18232-2, zwei verschiedene Ansätze verwendet. Sofern die Flammen des Feuers in die Rauchgasschicht hineinragen, wird der oben erwähnte Ansatz nach Thomas-Hinkley [3] verwendet: Dieser Ansatz wird im Folgenden kurz dargestellt:

$$\dot{m}_{pl} = 0{,}188 \cdot d^{\frac{3}{2}} \cdot U_{Br} \quad \text{in kg/s} \qquad (1)$$

Darin bedeuten d die Dicke der raucharmen Schicht (= Aufstiegshöhe der Verbrennungsgase von der Brandherdoberfläche bis zum Eindringen in die Rauchgasschicht) und U_{Br} der Umfang der Brandquelle. Hier wird die Energiefreisetzungsrate zwar nicht explizit genannt, aber über den Umfang U und damit der Brandfläche A_{Br} indirekt berücksichtigt.

$$U_{Br} = \sqrt{4 \cdot \pi \cdot A_{Br}} = \sqrt{4 \cdot \pi \cdot \frac{\dot{Q}}{\dot{q}}} \text{ in m} \tag{2}$$

Die hier noch unbekannte Größe der eigentlichen Energiefreisetzungsrate $\dot{Q}$ wird aus den in veröffentlichten Normenwerken bekannten Größen der Brandentwicklungsdauer t_f und der Brandausbreitungsgeschwindigkeit v_f sowie dem effektiven Heizwert $H_{u,eff}$ berechnet.

Für den Fall, dass die Flammenspitze noch deutlich von der Rauchgasschichtgrenze entfernt ist, wird der Ansatz von Zukoski [4] verwendet. Nach Zukoski berechnet sich der Massenstrom in die Rauchgasschicht unter Berücksichtigung der Lage des virtuellen Plume-Ursprungs z_0, der sich aus der Flammenhöhe (nach [5]) und der konvektiven Brandleistung errechnet, gemäß den folgenden Gleichungen:

$$\dot{m}_{Pl} + \dot{R} = 0{,}076 \cdot \dot{Q}_k \cdot \left(\frac{d - z_0}{\dot{Q}_k^{\,0,4}} \right)^{5/3} = 0{,}076 \cdot (d - z_0)^{5/3} \cdot \dot{Q}_k^{\,1/3} \text{ in kg/s} \tag{3}$$

mit

$$\dot{Q}_k = (1 - f_{r,pl}) \cdot A_{Br} \text{ in kW} \tag{4}$$

$$z_0 = h_{fl} - 0{,}175 \cdot \dot{Q}^{2/5} \text{ in m} \tag{5}$$

$$h_{fl} = 42 \cdot D_{Br} \cdot \left(\frac{(1 - f_{r,pl}) \cdot \dot{q}}{H_{u,eff} \cdot \rho_0 \cdot \sqrt{g \cdot D_{Br}}} \right)^{0,61} \text{ in m} \tag{6}$$

$$z_0 = h_{fl} - 0{,}175 \; \dot{Q}_k^{0,4} \text{ in m} \tag{7}$$

sowie

A_{Br} Brandfläche in m²,

$\dot{q}$ spez. Brandleistung in kW/m^2,

z_0 Lage des virtuellen Plume-Ursprungs (unterhalb der Brandebene negativ) in m,

h_{fl} Flammenhöhe in m,

$\dot{R}$ Abbrandrate in kg/s,

$\dot{Q}_k$ konvektiver Anteil der Brandleistung (Brandleistung - Strahlungsverlust am Plume) in kW,

D_{Br} Durchmesser der Brandfläche in m,

ρ_0 Dichte der Umgebungsluft (1,2045 kg/m^3) und

g Erdbeschleunigung (9,81 m/s^2).

Da die Gleichungen für die Berechnung des Massenstromes im Plume nicht kompatibel sind, d. h. am Übergang der Gültigkeitsgrenzen Unstetigkeitsstellen entstehen, wurde ein Übergangsbereich von 2 m definiert, bei dem zwischen den beiden Formeln linear interpoliert wurde.

BERECHNUNG DER TABELLENWERTE FÜR DEN ERFORDERLICHEN VOLUMENSTROM

Im Gegensatz zu den vorherigen Ausgaben des Teils 5 wurde im vorliegenden Entwurf lediglich eine sogenannte „Basistabelle“ für die notwendigen abzuführenden Rauchgasvolumenströme berechnet. Dieser Entschluss folgte aus der Überlegung heraus, dass der Rauchgasmassenstrom oberhalb der Brandquelle aus der Zumischung in der raucharmen Schicht berechnet wird. Daher ist die Dicke der Rauchgasschicht für die Masse der abzuführenden – im hier betrachteten stationären Zustand – ohne Bedeutung.

Als Energieverlust direkt an der Energiequelle wurde nur der Strahlungsverlust des Plume an die Umgebung $f_{r,pl}$ mit 20 % – analog zu DIN 18232-2 – berücksichtigt. Ein Energieverlust an die Umfassungsbauteile wurde für die „Basistabelle“ nicht berücksichtigt, da dies einen Anteil mit sehr großen Unwägbarkeiten darstellt. Auf diese Weise liegt bei der Verwendung der „Basistabelle“ die Auslegung des abzuführenden Rauchgasvolumenstroms auf der „sicheren“ Seite – die Temperatur der Rauchgase ist höher; und dies ist für die Dimensionierung von maschinellen Rauchabzugsanlagen eher ungünstig. Statt dessen kann im Nachgang, bei Kenntnis der genauen Randbedingungen, eine durch einen Verlust an die Bauteile korrigierte Rauchgastemperatur $T_{RS,korr}$, und damit ein veränderter Rauchgasvolumenstrom, berechnet werden.

Für die Werte in der „Basistabelle“ wurde eine Rückstrahlung aus der Rauchgasschicht in die raucharme Schicht entsprechend VDI 6019-2 [6] berücksichtigt. Dies ist ein Anteil, der auf der Basis der Grundfläche des betrachteten Raumes gemäß der folgenden Gleichung

$$\delta = 0{,}031 \cdot \sqrt[3]{A_G} \tag{8}$$

berechnet wird. Die „Basistabelle“ gilt für eine Grundfläche A_G = 400 m². Für eine Grundfläche von 400 m² ergibt sich ein Energieverlustanteil von δ = 22,8 %, der auf die Energiemenge bezogen wird, die in die Rauchgasschicht übertragen wird (Stichwort konvektiver Energiestrom). Folglich verbleibt für eine durch die Brandquelle vorhandene Energiefreisetzungsrate $\dot{Q}$ ein Rest

$$\dot{Q}_{Rest} = \dot{Q} \cdot (1 - f_{r,pl}) = \dot{Q}_k \cdot (1 - \delta) \quad \text{in kW} \tag{9}$$

für die Erwärmung der Rauchgasschicht. Wie vorstehend beschrieben wurden die abzuführenden Rauchgasvolumenströme berechnet und in Tabelle 1 eingetragen. Bei den grau hinterlegten Tabelleneinträgen handelt es sich um Tempe-

raturen, bei denen eine mittlere Rauchgastemperatur von mehr als 200 °C berechnet wurde.

Tabelle 1 „Basistabelle“ – Abzuführender Rauchgasvolumenstrom in m³/h

Zeile	Dicke der rauch-armen Schicht d	Bemessungsgruppe				
	m	1	2	**3**	4	5
1	2	23000	38000	64000	112000	201000
2	2,5	29000	46000	75000	128000	223000
3	3	34000	55000	88000	145000	248000
4	4	43000	72000	115000	184000	303000
5	5	50000	85000	143000	229000	366000
6	6	59000	96000	165000	276000	436000
7	7	73000	105000	183000	311000	512000
8	8	88000	121000	197000	342000	580000
9	9	105000	143000	206000	368000	633000
10	10	123000	166000	231000	387000	681000

ABLEITUNG VON KORREKTUREN FÜR VERSCHIEDENE PARAMETER

Allgemeines

Der vorliegende Entwurf soll eine schnelle Ermittlung des abzuführenden Rauchgasvolumenstromes $\dot{V}_{ab}$ auf der bekannten Basis der anzusetzenden Brandentwicklungsdauer und der Brandausbreitungsgeschwindigkeit bieten. Die beiden letztgenannten Parameter ergeben zusammen die sogenannte Bemessungsgruppe „BMG“ einer maschinellen Rauchabzugsanlage, die aus den vorhergehenden Versionen bereits bekannt ist. Im Gegensatz zu den alten Versionen werden für die Dimensionierung jetzt nur noch zwei Kenngrößen benötigt:

1) Bemessungsgruppe BMG 1 bis 5 und
2) die erforderliche Dicke der raucharmen Schicht d

Mit diesen beiden Größen lässt sich der erforderliche Rauchgasvolumenstrom für eine flächenspezifische Energiefreisetzungsrate $q = 300$ kW/m² ermitteln. Hinzu kommt eine Reihe von zusätzlichen Möglichkeiten, mit denen die Dimen-

sionierung verfeinert auf die vorhandenen Randbedingungen des Gebäudes abgestimmt werden kann.

Abhängigkeit von der Grundfläche

Die „Basistabelle“ wurde wie oben beschrieben auf einen Raum mit der Grundfläche von A_G = 400 m² bezogen, womit sozusagen der „worst-case“ beschrieben werden sollte. Eine maschinelle Anlage zur Entrauchung kleinerer Gebäudeeinheiten ist im Wesentlichen finanziell uninteressant bzw. bedarf im Allgemeinen einer individuellen Betrachtung. Ist aber die wirkliche Grundfläche des zu betrachtenden Abschnittes A_G > 400 m² bekannt, so besteht die Möglichkeit, dies über ein Korrekturdiagramm mit einer Volumenstromreduzierung dV des abzuführenden Rauchgasvolumenstroms zu berücksichtigen. Diese Volumenstromreduzierung erfolgt auf der Grundlage der Gleichung (8), mit der die Abhängigkeit des mit der Grundfläche A_G wachsenden Energieverlustes aus der Rauchgasschicht einhergeht. Je größer die Energieabgabe aus der Rauchgasschicht ist, umso geringer ist die Temperatur, die sich in der Rauchgasschicht einstellt. Daraus ergibt sich, bezogen auf den Ausgangszustand der „Basistabelle“, ein geringerer erforderlicher Rauchgasvolumenstrom.

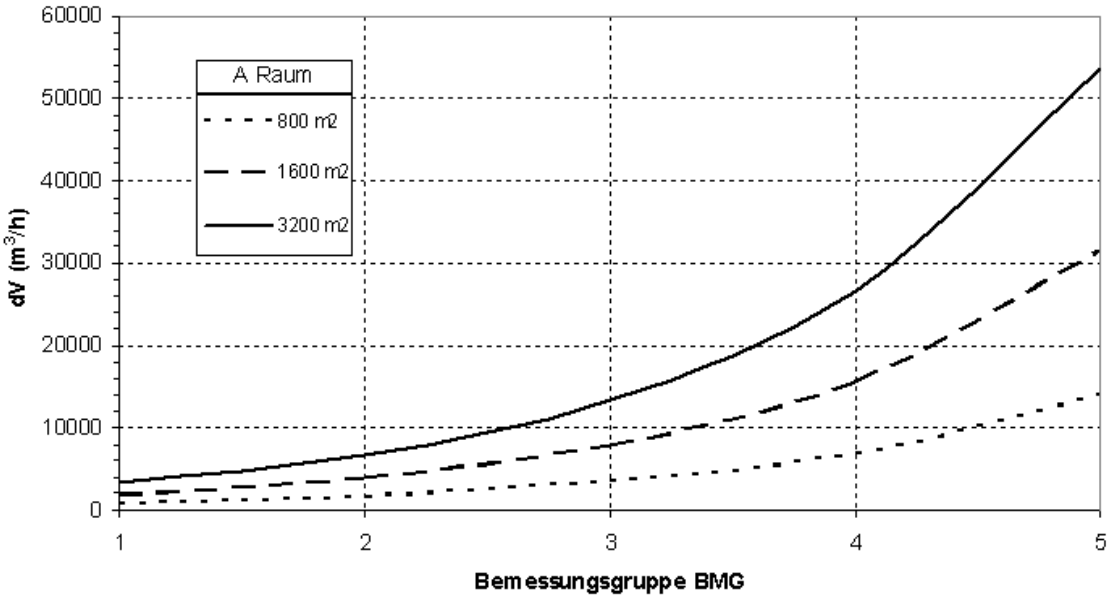


Bild 1 Korrekturdiagramm für abweichende Raumgrößen - Volumenstromreduzierung dV in Abhängigkeit von der Grundfläche bei q = 300 kW/m²

Eine Korrektur der Rauchgastemperaturen und damit der Temperaturkategorie für die Auswahl der Bauprodukte für Entrauchung wurde nicht vorgenommen, so dass sich die getroffene Auswahl der Produkte auf der „sicheren Seite“ befindet. Das Bild 1 zeigt die Abhängigkeit der beschriebenen Volumenstromreduzierung dV von den Parametern Bemessungsgruppe BMG und Grundfläche A.

Wärmeverluste aus der Rauchschicht am Bauteil

Die in Tabelle 1 angegebenen Werte für die abzuführenden Rauchgasvolumenströme berücksichtigen bisher keine Wärmeverluste aus der Rauchschicht und liegen damit auf der „sicheren Seite“. Die in der Realität auftretende Energieabgabe in Form von Strahlung und Ableitung in die vom Rauchgas berührten, raumumfassenden Bauteile sorgen für eine Absenkung der Rauchgastemperatur.

Wegen der Temperaturabhängigkeit der Rauchgasdichte ist hiermit auch eine Reduzierung des abzuführenden Rauchgasvolumenstroms verbunden, der bei maschinellen Rauchabzugsanlagen zur Reduzierung der Anforderung (abzuleitende Volumenströme, Temperaturanforderung an die Produkte der Rauchabzugsanlage) führen kann.

Die genannten Wärmeverluste sind unter anderem abhängig von den geometrischen und bauphysikalischen Bedingungen des zu betrachtenden Rauchabschnitts. Die unter Berücksichtigung von Wärmeverlusten aus der Rauchschicht resultierende Rauchgastemperatur ergibt sich aus

$$T_{RS,korr} = \frac{(1-\delta)\cdot(T_{RS} - T_{\infty})}{1 + \frac{T_{RS}}{353{,}18\cdot \dot{V}_{RS}\cdot c_{p,g}}\cdot \sum_{i=1}^{n} U_i \cdot A_i} + T_{\infty} \qquad (10)$$

Hierbei bedeuten:

δ	Strahlungsverlustfaktor entsprechend Gleichung (8),
T_{RS}	Rauchgastemperatur in K siehe Gleichung (11),
T_{∞}	Umgebungs- bzw. Zulufttemperatur in K, im Allgemeinen 293 K,
$\dot{V}_{RS}$	Abzuführender Rauchgasvolumenstrom gemäß Tabelle 1 in m³/s,
$c_{p,g}$	Spez. Wärmekapazität des Rauchgases, c_p = 1010 J/(kg K),
U_i	Wärmedurchgangskoeffizient des i-ten in der Rauchschicht liegenden Bauteils in W/(m² K),
A_i	Fläche des i-ten in der Rauchschicht liegenden Bauteils in m² und
A_R	Rauchabschnittsfläche in m².

$$T_{RS} = \frac{\dot{Q}_{Rest}}{(\dot{m}_{pl} + \dot{R})\cdot c_{p,g}} + T_0 \qquad (11)$$

Mit der aus Gleichung (10) resultierenden, korrigierten Rauchgastemperatur $T_{RS,korr}$ kann der zu korrigierende Rauchgasvolumenstrom unter Verwendung der nachstehenden Gleichung (12) ermittelt werden.

$$\dot{V}_{RS,korr} = \dot{V}_{RS} \cdot \frac{T_{RS,korr}}{T_{RS}} \qquad (12)$$

OPTIONALE BERÜCKSICHTIGUNG DES AUFTRIEBSDRUCKES (INFORMATIVER ANHANG)

Der physikalische Effekt des Auftriebsdruckes infolge der Dicke der Rauchgasschicht unterstützt den Entrauchungsventilator während des Betriebes, sodass sich der geförderte Rauchgasvolumenstrom vergrößert. Über einen Ventilator, der nicht im Betrieb ist und keine Absperrvorrichtung enthält, wird aufgrund des Auftriebsdruckes über den freien Querschnitt des Ventilators (Öffnungsfläche) eine natürliche Abströmung der Rauchgase erfolgen.

Die Anlagendruckverluste werden in der Regel für den Gaszustand im Lüftungsbetrieb bestimmt. Zur Vereinfachung wird in der Lüftungsbranche in der Regel eine Gasdichte von 1,2 kg/m^3 zu Grunde gelegt.

Bei der Berechnung der Druckverluste sind alle aerodynamischen Verluste in der Gesamtanlage zu berücksichtigen. Der notwendige Gesamtdruck des Entrauchungsventilators zur Überwindung der Anlagendruckverluste zur Förderung des Rauchgasvolumenstromes ist im Entrauchungsbetrieb um den Anteil des Auftriebsdruckes reduziert (Hintereinanderschaltung natürlicher Auftriebseffekt und MRA). Der Auftriebsdruck kann rechnerisch bei der Bemessung des Ventilators, bei bekanntem Betriebspunkt und Verlauf der Kennlinie des Ventilators, berücksichtigt werden.

TEMPERATURKATEGORIE DER BAUTEILE

Auswahl der Bauprodukte

Für die Bauprodukte, die für eine maschinelle Entrauchung einzusetzen sind, werden wie in den früheren Ausgaben der Norm verschiedene Klassen auf der Basis der DIN V 18232-6:1997 unterschieden. Im Zuge der Einführung der harmonisierten Produktnormen der Serie EN 12101 [7] soll bereits in der Überarbeitung der DIN 18232-5 eine neue Einteilung vorgenommen werden. Die feinste Unterteilung in verschiedene Temperaturen wurde für die Ventilatoren nach EN 12101-3 festgelegt. Diese Temperaturen wurden verwendet, um eine Aufteilung in Temperaturkategorien vorzunehmen. Die anderen Produkte wurden mit deren typischen Zeitdauern diesen Temperaturkategorien zugeordnet.

Die Tabelle 2 zeigt die Zuordnung der unterschiedlichen Produkte zu den Temperaturkategorien nach Zeile 1 bis 5 nach DIN EN 13501-4 [8] oder den entsprechenden Produktnormen.

Die in Tabelle 2 mit * gekennzeichneten Einträge geben einen Hinweis darauf, dass bei einer Einsatz- oder Funktionsdauer von mehr als 30 Minuten die Zeit-

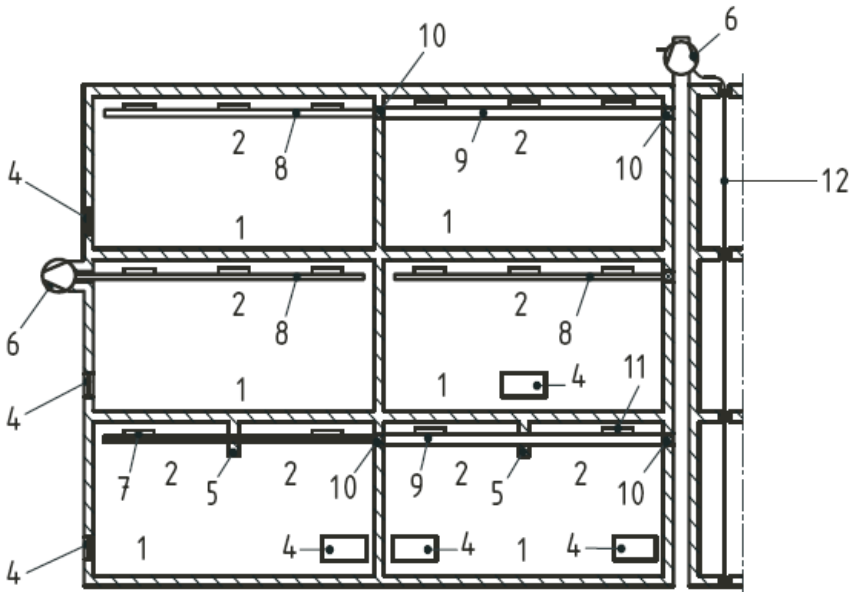
dauer über das Brandschutzkonzept bzw. die Baugenehmigung festzulegen ist. Das „xx“ deutet an, dass die entsprechende Zeitdauer nicht pauschal in dieser Tabelle festgelegt werden kann, sondern durch das Baurecht individuell festgelegt werden muss. Hier geht es um die Dauer, die bei der Überbrückung von Bauteilen mit Anforderung an die Feuerwiderstandsdauer zu beachten sind.

Tabelle 2 Zuordnung von Temperaturkategorien zu den Geräteanforderungen

Zeile Temp.-Kate-gorie	Ventilator EN 12101 3 o. EN 13501-4	Wärmedämmung Ventilator, elastische Stutzen		Entrauchungsleitung EN 12101-7 o. EN 13501-4		Entrauchungsklappen EN 12101-8 o. DIN EN 13501-4	
		Single	Multi compartment	Single	Multi compartment	Single	Multi compartment
1	F 200 (120)	E_{300} 30* S	EI xx S	E_{300} 30* S	EI xx S	E_{300} 30* S	EI xx S
2	F 300 (60)	E_{300} 30* S	EI xx S	E_{300} 30* S	EI xx S	E_{300} 30* S	EI xx S
3	F 400 (90) F400 (120)	E_{600} 30* S	EI xx S	E_{600} 30* S	EI xx S	E_{600} 30* S	EI xx S
4	F 600 (60)	E_{600} 30* S	EI xx S	E_{600} 30* S	EI xx S	E_{600} 30* S	EI xx S
5	F 842 (30)		EI xx S		EI xx S		EI xx S

Bild 2 zeigt im Überblick eine schematische Darstellung einer maschinellen Rauch- und Wärmeabzugsanlage (MRA). Ergänzend zu den Bezeichnungen der verwendeten Produkte sind auch die entsprechenden Produktnormen dargestellt. Bislang sind in Deutschland die Produktnormen EN 12101-3 für die maschinellen Rauch- und Wärmeabzugsgeräte (Entrauchungsventilatoren) und EN 12101-1 für die Rauchschürzen in den Teil B der Bauregelliste (BRL) aufgenommen. Bei beiden ist die Koexistenzperiode bereits abgelaufen. Das Ende der Koexistenzperiode ist der Zeitpunkt, an dem die entgegenstehenden nationalen technischen Spezifikationen ungültig werden. Danach muss die Konformitätsvermutung auf die harmonisierte europäische Norm gegründet werden. Daher sind Produkte, die in Deutschland in der Verkehr gebracht und gehandelt werden sollen, entsprechend der Produktnorm mit dem CE-Zeichen zu kennzeichnen. Dieses CE-Zeichnen muss auch die festgelegten Klassen- und Leistungsstufen ausweisen oder die Leistung des Bauproduktes angeben.

Die Bauproduktenrichtlinie (BPR), in Deutschland umgesetzt durch das Bauproduktengesetz (BauPG), regelt das Inverkehrbringen von Bauprodukten und den freien Handel mit den Bauprodukten innerhalb der Europäischen Gemeinschaft. Den Mitgliedsstaaten wurde dennoch die Möglichkeit offen gelassen, weitergehende Anforderungen an die CE-gekennzeichneten Bauprodukte zu stellen, sofern nationalen Sicherheitsanforderungen nicht ausreichend Rechnung getragen wird. Dies geschieht in Deutschland über zusätzliche allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder Anwendungsregeln.



Nr.	Beschreibung	Produktnorm
1	Brandraum	——
2	Rauchreservoir	——
4	Zuluft	——
5	Rauchschürze	EN 12101-1
6	Maschinelles Rauch- und Wärmeabzugsgerät (Ventilator)	EN 12101-3
7	Entrauchungsklappe ohne Anforderung an die Feuerwiderstanddauer (FWD)	EN 12101-8
8	Entrauchungsleitung ohne Anforderung an die FWD	EN 12101-7
9	Entrauchungsleitung mit Anforderung an die FWD	EN 12101-7
10	Entrauchungsklappe mit Anforderung an die FWD	EN 12101-8
11	Entrauchungsklappe mit Anforderung an die FWD zur Installation auf einer Leitung	EN 12101-8
12	Elektrische Verbindungen – Energieversorgung	EN 12101-10

Bild 2 Schematische Darstellung einer maschinellen Rauch- und Wärmeabzugsanlage

Anwendungsnormen bzw. Anwendungsregelungen sind in der Liste der Technischen Baubestimmungen und in dort nicht erfassten allgemein anerkannten Regeln der Technik enthalten. Gibt es solche Anwendungsnormen oder Anwendungsregeln nicht, handelt es sich bei der Verwendung des Bauprodukts um nicht geregelte Bauarten. Für deren Anwendung ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich, wenn dies im Teil II der Liste der Technischen Baubestimmungen so festgelegt ist oder sich aus den Anlagen E von Teil I der Liste der Technischen Baubestimmungen ergibt.

Beispiel: Rauchschürzen nach DIN EN 12101-1

Für die Rauchschürzen entsprechend der harmonisierten Produktnorm DIN EN 12101-1, die als feste (statische) oder abrollbare (selbsttätige) Bauprodukte ausgeführt werden können, ist ein Eintrag in der Bauregelliste B Teil 1 als lfd. Nr.1.17.3 vorhanden. In der Liste der technischen Baubestimmungen sind für Rauchschürzen keine ergänzenden Bestimmungen festgelegt. Ergänzend wird in der Anlage 1/17.1 zur BRL B Teil 1 allerdings festgestellt, dass die harmonisierte Norm im Anhang ZA.1 keine Festlegungen für das Brandverhalten der Rauchschürzen enthält. Deswegen ist das Brandverhalten der Rauchschürzen im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung festzulegen.

Beispiel: Maschinelle Rauchabzugsgeräte nach DIN EN 12101-3

Für diese Bauprodukte sind in der Bauregelliste B Teil 1, lfd. Nr. 1.17.2, keine weiteren Festlegungen getroffen worden. Dafür ist im Teil II der Liste der Technischem Baubestimmungen unter der laufenden Nummer 5.8 bestimmt, dass für die Anwendung der maschinellen Rauchabzugsgeräte in maschinellen Rauchabzugsanlagen ohne oder mit Lüftungsbetrieb in Gebäuden eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich ist. Grund hierfür ist, dass in der CE-Kennzeichnung Angaben über die Aufstellart der Bauprodukte (z. B. innerhalb oder außerhalb des zu entrauchenden Abschnittes) nicht vorgeschrieben sind. Die Regeln der Produktnorm geben den Zertifizierungsstellen die Möglichkeit, über eine separate Anlage zum CE-Konformitätszertifikat diese fehlenden Angaben über die Aufstellart bereitzustellen (die MPA Braunschweig nutzt diese Möglichkeit). Da aber nicht alle europäischen notifizierten Zertifizierungsstellen gezwungen sind, von dieser Möglichkeit Gebrauch machen, muss in Deutschland eine Anwendungszulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, erstellt werden.

Dementsprechend ist für beide vorgenannten Produktnormen zur Verwendung zusätzlich eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich. Unter anderem, weil das Brandverhalten der Produkte nicht in der CE-Kennzeichnung ausgewiesen werden muss. Weiterhin ist die Klassifizierung des Brandverhaltens der Produkte auch nicht in der Produktnorm zu regeln, weil die Klassifizierung des Brandverhaltens nicht im Mandat M109 enthalten ist. Das Mandat M109 ist das maßgebende Mandat, welches an die Grundlage für die Erstellung der Produktnormen der Entrauchungsprodukte bildet.

Entrauchungsleitungen und Entrauchungsklappen

Die Produktnormen für die Entrauchungsleitungen (EN 12101-7) und die Entrauchungsklappen (EN 12101-8) haben das formelle Abstimmungsverfahren noch nicht passiert. Sie befinden sich derzeit im sogenannten UAP-Verfahren (UAP = Unique Acceptance Procedure) zur Abstimmung und Annahme der Normen, wobei davon auszugehen ist, dass beide Produktnormen im kommenden Jahr veröffentlicht werden. Beide Bauprodukte sind wesentliche Bestandtei-

le einer maschinellen Entrauchungsanlage. Auch bei diesen beiden Produkten wird die CE-Kennzeichnung als Nachweis im bauaufsichtlichen Verfahren nicht ausreichen, da auch hier das Brandverhalten der eingesetzten Baustoffe nicht mandatiert ist und entsprechend nicht mit der CE-Kennzeichnung ausgewiesen werden kann. Gemäß den Bestimmungen der Landesbauordnungen müssen Bauprodukte mindestens normalentflammbar sein, d. h. die Klasse des Brandverhaltens muss nachgewiesen werden. Dies wird entsprechend mit einer „Rest-Zulassung“ nach Bauregelliste B Teil 1, Anlage 05 nachgeregelt.

Tabelle 3 Zuordnung der Funktionsklassen nach EN 12101-3 zu den Temperaturanforderungen entsprechend Tabelle 1

Zeile	Dicke der raucharmen Schicht d	Bemessungsgruppe				
	m	1	2	**3**	4	5
1	2	F300	F300	F400	F600	F848
2	2,5	F200	F300	F300	F400	F600
3	3	F200	F200	F300	F400	F600
4	4	F200	F200	F200	F300	F300
5	5	F200	F200	F200	F200	F300
6	6	F200	F200	F200	F200	F200
7	7	F200	F200	F200	F200	F200
8	8	F200	F200	F200	F200	F200
9	9	F200	F200	F200	F200	F200
10	10	F200	F200	F200	F200	F200

Auch wenn noch nicht alle Produkte nach den europäischen Produktnormen rechtswirksam im Amtsblatt der Europäischen Union sowie im Bundesgesetzblatt veröffentlicht wurden, so sollte in der neuen Ausgabe der DIN 18232-5 bereits auf die zukünftigen Produkte zurückgegriffen werden. Auch die letztgenannte Norm wird nicht innerhalb der kommenden 12 Monate veröffentlicht werden.

Wie bereits erwähnt existiert für die maschinellen Rauch- und Wärmeabzugsgeräte (Entrauchungsventilatoren) nach EN 12101-3 die detaillierteste Unterscheidung in unterschiedliche Prüftemperaturen. Daher wurden für die berechneten Rauchgastemperaturen, die den abzuführenden Rauchgasvolumenströ-

men nach Tabelle 1 entsprechen, die Prüftemperaturen nach EN 12101-3 zugeordnet und in Tabelle 3 eingetragen.

Die in Tabelle 3 grau hinterlegten Felder weisen darauf hin, dass in diesen Fällen die mittlere Temperatur in der Rauchgasschicht von ca. 550 °C überschritten und Flashover-Bedingungen erreicht wurden. Grundsätzlich ist bei dem Einsatz von Entrauchungsventilatoren zu berücksichtigen, dass mindestens ein Gerät mit der Funktionsklasse von F200 einzusetzen ist.

HINWEISE ZUM EINSATZ DER PRODUKTE

In der aktuell gültigen Fassung der DIN 18232-5 ist ein Abschnitt mit Regeln für den Einbau vorhanden. Allerdings handelt es sich nur um rudimentäre Regeln – Hinweise für die Aufstellung der Entrauchungsventilatoren werden nicht gegeben. Derzeitige Praxis ist es, die Entrauchungsventilatoren zum Beispiel in der Lüftungszentrale aufzustellen. Hier entsteht schon der erste Widerspruch zur Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (M-LüAR) [9]. Dort wird bestimmt, dass Lüftungszentralen nicht anderweitig genutzt werden dürfen. Ergibt sich nun eine andere Nutzung, wenn sich Teile einer maschinellen Entrauchungsanlage in der Lüftungszentrale befinden?

Auch wenn eine Entrauchungsanlage mit als Abluftanlage genutzt wird, so muss die Entrauchung im Brandfall ebenfalls funktionieren, während dies von der Lüftungsanlage nicht zwingend notwendig ist. Als bauordnungsrechtlich vorgeschriebene sicherheitstechnische Anlage ist die Stromversorgung sowie der dazugehörige Verteiler- oder Schaltschrank im Allgemeinen mit einem Funktionserhalt von 90 Minuten auszuführen (siehe Abschnitt 5 der MLAR [10]). Der Entrauchungsventilator selbst wird bei Aufstellung in der Lüftungszentrale so ausgeführt werden, dass er zur Aufstellung außerhalb des zu entrauchenden Bereiches aufgestellt werden darf.

Mit der Anforderung, dass eine Entrauchung über eine Zeitdauer entsteht ein neuer Konflikt: Es gibt zwar die verschiedenen Klassen mit unterschiedlichen Temperaturen für die Ventilatoren (siehe Tabelle 2), doch nicht alle Klassen gelten über den Zeitraum von 90 Minuten. Für einen Zeitraum von mindestens 90 Minuten sind nur die Klassen F200 und F400 einsetzbar. Die Produktnorm lässt allerdings einen Ausweg zu: Entsprechend Tabelle 2 der aktuellen Version von DIN EN 12101-3 ist eine Klasse „nicht klassifiziert“ vorgesehen, bei der die Prüftemperatur und die Mindestfunktionsdauer seitens des Auftraggebers festgelegt werden kann. Somit sind längere Prüfdauern durchaus möglich.

Entsprechend der M-LüAR ist es möglich, dass die Lüftungsleitungen aus den Geschossen ohne Absperrvorrichtungen gegen Feuer und Rauch in Lüftungsleitungen (Brandschutzklappen) in die Lüftungszentrale geführt werden (siehe beispielsweise Bild 3).

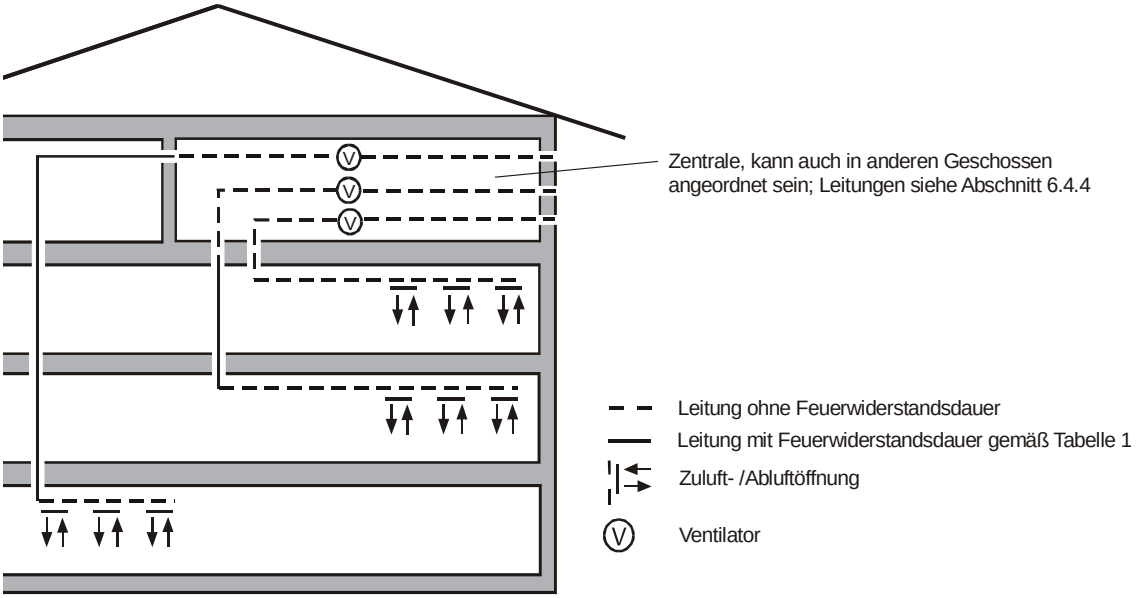


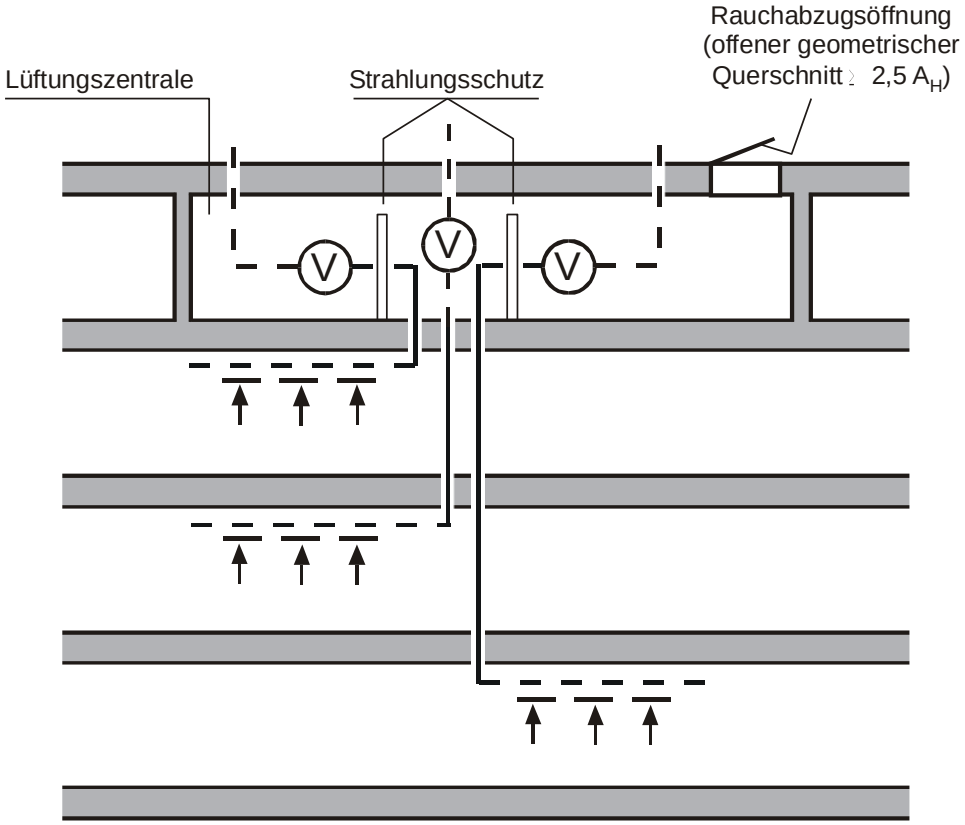
Bild 3 Lüftungsanlagen mit getrennten Haupt- und getrennten Außenluft- oder Fortluftleitungen ohne Absperrvorrichtungen nach [9]

Bei einem Brand in einem der Geschosse können Feuer und Rauch über die angeschlossen Lüftungsleitungen in die Lüftungszentrale gelangen und die zulässigen Leitungen ohne Feuerwiderstandsdauer stark erwärmen. Dadurch kann die Umgebungstemperatur in der Lüftungszentrale erheblich ansteigen. Zum anderen werden Lüftungsleitungen mit elastischen Stutzen an die Lüftungsventilatoren angeschlossen. Die Stutzen können mit einem Gewebe der Baustoffklasse DIN 4102-B2 hergestellt sein. Die Stutzen versagen nun und Feuer und Rauch breiten sich in der Lüftungszentrale aus.

Nicht zuletzt werden auch Filtereinsätze, Schmierstoffe oder andere Ersatzteile in der Lüftungszentrale – alles Produkte, die zur Lüftungsanlage gehören – vor Staub und Schmutz im Pappkarton aufbewahrt. Oder werden die Schaltschränke, die zur Lüftungsanlage gehören und in der Lüftungszentrale installiert sind, betrachtet; sie beinhalten elektronische Bauteile, die durchaus die Zündquelle darstellen können.

Noch risikoreicher ist die Aufstellung von wesentlichen Teilen einer Entrauchungsanlage in einer Lüftungszentrale, wenn für die Installation der Lüftungsleitungen Leitungsbaustoffe der Baustoffklasse DIN 4102-B1 in Lüftungszentralen verwendet werden (siehe auch Bild 4). Hier gibt es zwar noch weitere Randbedingungen wie die Lage der Lüftungszentrale im Gebäude, die Art der „Fenster“, Rauchabzugseinrichtungen, Abstand zu anderen Lüftungsleitungen, die ebenfalls aus brennbaren Baustoffen bestehen – siehe auch [9], Abschnitt 6.4.4), die einzuhalten sind. Dennoch können auch hier hohe Temperaturen entstehen.

Hier sind mehrere Möglichkeiten aufgeführt, die zu einer Brandausbreitung, zumindest aber einer Ausbreitung hoher Temperaturen in der Lüftungszentrale führen können. Unter hinreichenden Umständen führt dies zu dem Versagen des Entrauchungsventilators und damit der gesamten Entrauchung.



Leitung mit Feuerwiderstandsdauer (feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitung mit brennbarer Innenschale)

Leitung ohne Feuerwiderstandsdauer, jedoch Klasse B1 gemäß DIN 4102/1

Abluftöffnung

V Ventilator

A_H lichter Querschnitt der größten Einzelleitung

Bild 4 Abluftanlagen mit Leitungen und Ventilatoren aus brennbaren Baustoffen ohne Brandschutzklappen (z.B. für Laborabluft) nach [7]

Für die Entrauchung ist ein wesentlicher Parameter die richtig dimensionierte und funktionierende Zuluftversorgung. Diese Zuluft kann ebenfalls mit einer maschinellen Anlage zugeführt werden. Aber an die Ventilatoren, die für die

Zuluft sorgen, werden keine Anforderungen gestellt. Das heißt, dass bei einem Szenario wie oben beschrieben, bei dem lediglich die Temperaturen in der Lüftungszentrale erheblich ansteigen, der Ventilator für die Zuluft ausfallen kann.

Zuletzt noch ein Hinweis auf die Ausführung der Verkabelung mit Kabel der Funktionserhaltsklasse E 90 nach DIN 4102-12: Ein Hinweis in dieser Norm besagt, dass die Versagenstemperatur (Verlust der Fähigkeit, den Strom zu leiten oder Kurzschluss) bei ca. 150 °C liegt. Die maximale Umgebungstemperatur, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb einer MSR-Anlagen genannt wird, liegt um die 50 °C. Auch dadurch kann es zu Fehlfunktionen oder Ausfall der Entrauchungsanlage kommen.

Die Entrauchungsventilatoren müssen mit elektrischen Leitungen an die Stromversorgung angeschlossen werden, für die eine ausreichende Funktionserhaltsdauer vorhanden ist. Der Funktionserhalt der Leitungen ist gewährleitet, wenn die Leitungen beispielsweise die Prüfanforderungen der DIN 4102-12 erfüllen. Die Prüfanordnung nach DIN 4102-12 beinhaltet aber nicht, dass die Kabel an einen Anschlusskasten angeschlossen werden, der Vibrationen ausgesetzt ist. Weiterhin ist die Datensicherheit der Steuerleitungen im Brandfall nicht nachgewiesen. Durch die Brandprüfung nach DIN 4102-12 werden lediglich die Parameter Stromleitung und Kurzschluss geprüft, nicht aber die Qualität der gesendeten Daten.

Die Anlagenteile der Entrauchungsanlage müssen mit einer der Anforderungen an die Betriebsdauer entsprechenden Feuerwiderstandsdauer ausgeführt werden – d.h. Entrauchungsleitungen besitzen eine Feuerwiderstandsdauer, die Ventilatoren müssen entsprechend bekleidet und eine sichere Stromversorgung muss gewährleistet sein. Das Fazit hieraus ist, dass die Bauteile einer Entrauchungsanlage grundsätzlich in einem eigenen Raum aufgestellt werden sollten, nicht aber in der Lüftungszentrale.

Weitere Beispiele können dem Referat „Planungsgrundlagen und Lösungen für die Ausführung von maschinellen Entrauchungsanlagen“ entnommen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Referat wurden die wesentlichen Änderungen vorgestellt, die während der Überarbeitung der DIN 18232-5 aufgenommen wurden. Es wurde der Grundsatz aufgenommen, dass sich ein Feuer in gleicher Art entwickelt, unabhängig davon, ob die Raumeinheit mit Hilfe einer maschinellen oder einer natürlichen Rauchabzugsanlage entraucht wird. In den vorhergehenden Versionen lag der Fokus auf dem Prinzip, dass die Schwächen einer natürlichen Entrauchung bei einer geringen Energiefreisetzungsrate (300 kW/m²) und bei einer maschinellen Entrauchung bei einer hohen Energiefreisetzungsrate (600 kW/m²) liegen. Sowohl für die natürliche als auch für die maschinelle Entrauchung soll nun derselbe Plume-Ansatz verwendet werden.

Das Ergebnis der Überarbeitung ist eine Rückführung der fünf Bemessungstabellen für verschieden hohe Räume auf eine Tabelle, in der die Bemessung entsprechend der Parameter Bemessungsgruppe und Dicke der raucharmen Schicht vorgenommen werden kann. Diese Basisbemessungstabelle beruht im Wesentlichen auf denselben Berechnungen wie die des Teils 2 zur natürlichen Entrauchung für einen Raum mit der Grundfläche von A_G = 400 m². Allerdings wurde keine Wärmeabgabe an die vom Rauchgas benetzten Bauteile berücksichtigt, sondern lediglich eine Rückstrahlung in die raucharme Schicht.

Eine Änderung des Bemessungsvolumenstromes für Räume mit einer größeren Grundfläche als 400 m² oder eine Wärmeabgabe an Bauteile können im Nachgang hinzugefügt werden. Optional werden im informativen Anhang weitere Möglichkeiten, wie der Einfluss des vorhandenen Auftriebs in der Rauchgasschicht oder Veränderung des Betriebspunktes der Anlage durch höhere Temperaturen, aufgezeigt.

Ziel der mit der Erarbeitung dieses Entwurfes befassten Normen-Arbeitsgruppe ist es, die Freigabe zum Gelbdruck durch den Hauptausschuss DIN NA-005-52-32 AA noch in diesem Jahr zu erhalten.

Neu ist weiterhin, dass die notwendigen Bauteile jetzt auf der Grundlage der Bauprodukte entsprechend den harmonisierten europäischen Produktnormen festgelegt werden. Somit wird dem innereuropäischen freien Warenverkehr Rechnung getragen.

Wie schon in dem Referat aus dem Jahre 2006 [11] festgestellt wurde, gibt es noch immer keine mit der M-LüAR vergleichbare bauaufsichtliche Richtlinie für die Ausführung einer Entrauchungsanlage. In der Praxis ergeben sich immer wieder Fragen zur Aufstellung von Bauprodukten einer Entrauchungsanlage in der Lüftungszentrale. Im schlimmsten Fall werden die entsprechenden Bauprodukte gleichzeitig als Teil der Lüftungsanlage in der Lüftungszentrale eingesetzt, ohne dass die notwendigen Vorkehrungen zum Schutz der Funktionsfähigkeit der Entrauchungsanlage fachgerecht überprüft werden. Die fehlenden bauaufsichtlichen Anforderungen führen zu Diskussion zwischen Fachplanern und Bauherren, wenn ein weiterer Raum für die Aufstellung von Entrauchungsventilatoren oder zusätzliche Brandschutzmaßnahmen gefordert werden.

LITERATURHINWEISE

[1] DIN 18232-5: Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 5: Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA). Anforderungen, Bemessung. Ausgabe April 2003

[2] DIN 18232-2: Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA). Bemessung, Anforderungen und Einbau. Ausgabe November 2007

[3] Thomas, P.H. et al.: Investigations into the flow of hot gases in roof venting. Fire Research Technical Paper No. 7, London, HMSO 1963

[4] Zukoski, E.E.: Entrainment in the near field of a fire plume. Report NBS-GCR-81-346, CFR NIST, August 1981

[5] Thomas: The size of flames from natural fires. 9th symposium on combustion (1961), S. 844–859

[6] VDI 6019-2: Ingenieurverfahren zur Bemessung der Rauchableitung aus Gebäuden – Ingenieurmethoden. Verein Deutscher Ingenieure, Ausgabe 2009

[7] Normenreihe EN 12101 – Rauch- und Wärmefreihaltung

Teil 1: Bestimmungen für Rauchschürzen

Teil 3: Bestimmungen für maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsgeräte

Teil 7: Entrauchungsleitungen

Teil 8: Entrauchungsklappen

Teil 10: Energieversorgung

[8] DIN EN 13501-4:2007/2009: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 4: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen von Anlagen zur Rauchfreihaltung

[9] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR). Fachkommission Bauaufsicht; Stand 29.09.2005, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht am 1. Juli 2010

[10] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR). Fachkommission Bauaufsicht; Stand 17.11.2005

[11] Blume, G; Siegfried, W.: Planungsgrundlagen und Lösungen für die Ausführung von maschinellen Entrauchungsanlagen. In: Brandschutz bei Sonderbauten : Praxisseminar 2006, 26. und 27. September 2006 in Braunschweig ; Tagungsband. Braunschweig: iBMB, 2006. (Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz ; H. 192). S.39-56.

NEUE BRANDSCHUTZLÖSUNGEN IM BEREICH DER TECHNISCHEN GEBÄUDEAUSRÜSTUNG (TGA)

Manfred Lippe
ML Consultant, Krefeld

EINLEITUNG

Die Technische Gebäudeausrüstung dominiert immer stärker die Funktion von Gebäuden. Um dies zu realisieren, ist es notwendig, auch die Schnittstellen des vorbeugenden Brandschutzes mit der Technischen Gebäudeausrüstung in Einklang zu bringen.

Dazu müssen die Produkte, Zulassungen und Fachplanungen Brandschutz / Technische Gebäudeausrüstung in praxisgerechter Form umgesetzt werden. Die baustellengerechte Umsetzbarkeit muss gewährleistet sein, um einen durchgängigen Erfolg zu sichern.

In diesem Beitrag möchte der Referent folgende Themen aufgreifen:

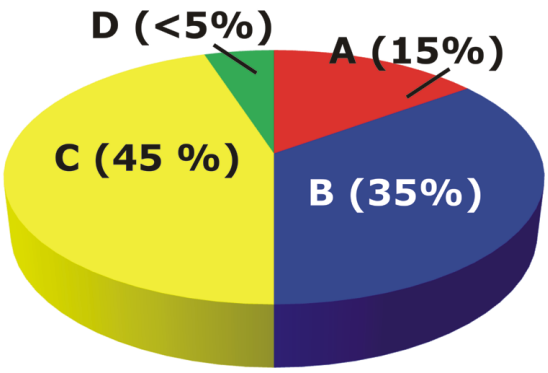
- Problemfelder des Brandschutzes in der TGA,
- Anwendung der Regeln und Zulassungen für Überströmelemente,
- Anwendung der Regeln und Zulassungen für Kabelvollbandagen,
- Anwendung der Regeln und Zulassungen für Funktionserhaltsverteiler mit Typprüfung,
- Abschottung von brennbaren Rohren mit brennbaren Medien,
- Abschottung von Elektroleerrohren,
- Kälteleitungen in notwendigen Fluren,
- Abstandsregeln zwischen Abschottungen,
- Anwendung von baurechtlichen Abweichungen.

PROBLEMFELDER DES BRANDSCHUTZES IN DER TGA

Aussagen in Brandschutzkonzepten wie „Die Leitungsanlagen-Richtlinie“ oder „Die Lüftungsanlagen-Richtlinie“ ist einzuhalten reichen in der Regel nicht aus, um eine qualifizierte Umsetzung des gebäudetechnischen Brandschutzes zu erreichen. Genau so wenig hilfreich ist das schlichte auszugsweise Einkopieren der Eingeführten Technischen Baubestimmungen in die Brandschutzkonzepte. Eine Folge sind zahlreiche brandschutztechnische Mängel in der TGA (Bild 1).

Die beiden Kommentare zur Leitungs- und Lüftungsanlagen-Richtlinie an denen der Referent als Herausgeber und Autor beteiligt ist, zeigen die wesentlichen Knackpunkte in der baulichen Umsetzung auf (Bild 2).

≫Die häufigsten brandschutztechnischen Mängel in der TGA (Erfahrungswerte des Referenten)



A = Nicht ausreichende Vorgaben in den Brandschutzkonzepten
B = Planungsmängel der TGA-Gewerke im Bereich Brandschutz
C = Ausführungsmängel, u.a. auf Grund von Planungsmängeln
D = Produktmängel, bzw. mangelhafte Einbauanleitungen

Bild 1 Problemfelder des Brandschutzes in der TGA

Bild 2a Kommentare zur M-LüAR 1. Auflage (seit 12/2009

Bild 2b Kommentar zur MLAR 4. Auflage (ab 12/2010)

In der 4. Auflage des Kommentars zur MLAR werden alle Erfahrungen der letzten Jahre in einer überarbeiteten Struktur herausgearbeitet.

Bild 1 zeigt, dass ein großes Problem der brandschutztechnischen Umsetzung des gebäudetechnischen Brandschutzes in der Planung A) und B) zu suchen ist. Ein wenig ist dieses Schnittstellenproblem auch in der nicht schnittstellenübergreifenden Ausbildungsstruktur zu suchen.

Der Referent führt zur Umsetzung dieses Zieles seit Jahren entsprechende Vorlesungen zum gebäudetechnischen Brandschutz für die Planungsebene -

Architekten, Bauingenieure und TGA-Fachingenieure aller Fachrichtungen - durch.

Ein weiteres langfristiges Problem stellen die unter extremem Kosten- und Zeitdruck leidenden Ausführungsqualitäten dar. Bei Großprojekten wird durch eine wirkliche Baubegleitung von Brandschutzsachverständigen versucht, die Qualität in den Griff zu bekommen.

Die geprüften und zugelassenen Produkte sind nicht das Problem, jedoch die teilweise für die Baustellenpraxis nicht umsetzbaren Randbedingungen. Hier müssen die Hersteller mehr Baustellenpraxis in die Einbauanleitungen und Zulassungen mit einbringen. Die wirklichen Schnittstellen zu dem Hochbau, der Technischen Gebäudeausrüstung und dem Miteinander in der Gesamtfunktion sind besser zu beachten.

Das Baurecht hat dem Problem über die Möglichkeit von Abweichungen Rechnung getragen. In der Praxis sind die Anwendung und Bewertung auf Grundlage nicht immer ausreichender Kenntnisse zu den baurechtlichen Anwendbarkeiten und den Wirkprinzipien im Brandverhalten nur schwer umsetzbar.

Aus diesen Erkenntnissen ergeben sich folgende Aufgabenstellungen für die Zukunft des gebäudetechnischen Brandschutzes:

- Die Produkte des TGA-Brandschutzes sind gut, aber die Anwendbarkeit muss sich den baulichen Anforderungen besser anpassen.
- Die Verwendbarkeitsnachweise müssen die baulichen Anforderungen, insbesondere die Schnittstellen besser berücksichtigen → immer weniger Platz vor Ort.
- Alle Fachplaner müssen sich mehr mit den Schnittstellen des Brandschutzes zwischen Hochbau und TGA beschäftigen → Schnittstellenprobleme lassen sich durch Fortbildung und Verständnis zueinander lösen.

ANWENDUNG DER REGELN UND ZULASSUNGEN FÜR ÜBERSTRÖMELEMENTE

Über dieses Thema wurde und wird aktuell sehr viel diskutiert. Bei vielen TGA-Fachingenieuren, z. B. Elektro in Verbindung mit elektrischen Betriebsräumen, ist die Botschaft nur bedingt angekommen.

Die Anforderung am Beispiel der MBO 2002:

(5) Öffnungen in Trennwänden nach Absatz 2 sind nur zulässig, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind; sie müssen feuerhemmende, dicht- und selbstschließende Abschlüsse haben.

Feststellungen:

- Öffnungen sind Türen = Feuerabschlüsse.
- Brandschutzklappen sind keine Feuerabschlüsse und keine Überströmklappen *).
- Überströmbausteine sind keine Feuerabschlüsse und keine Überströmklappen *).
- Überströmelemente mit ABZ sind keine Feuerabschlüsse *).

*) Es muss eine materielle Abweichung vom Baurecht beantragt werden. Bei Einbau von Brandschutzklappen ist zusätzlich eine ZIE zu beantragen.

≫Die Anforderung am Beispiel der MBO 2002:

Ansicht Raumseite

Variante I:

BSK mit beidseitigem Gitter mit Schmelzlotauslösung

- **Entspricht nicht MBO § 29 „Trennwände"**
- **Lösung ist abzulehnen, da Schutzzielerfüllung bei Schwelbränden nicht gewährleistet (Bestand bis ca. 2007)**

Bild 3 Überströmelemente Variante I - Anwendung einer Brandschutzklappe

≫Die Anforderung am Beispiel der MBO 2002:

Ansicht Raumseite

Variante II:

BSK als Überströmklappe
+ Ansteuerung über BMA
+ Funktionserhalt -Warum?

- **Akzeptable Lösung, jedoch baurechtlich nicht in Ordnung.**

  Abweichung zu § 29 MBO „Trennwände"
  + Antrag auf ZIE für BSK erforderlich

≫Die Anforderung am Beispiel der MBO 2002:

Ansicht Flurseite

Da hilft auch kein Typenschild für Rohrabschottungen neben der BSK.

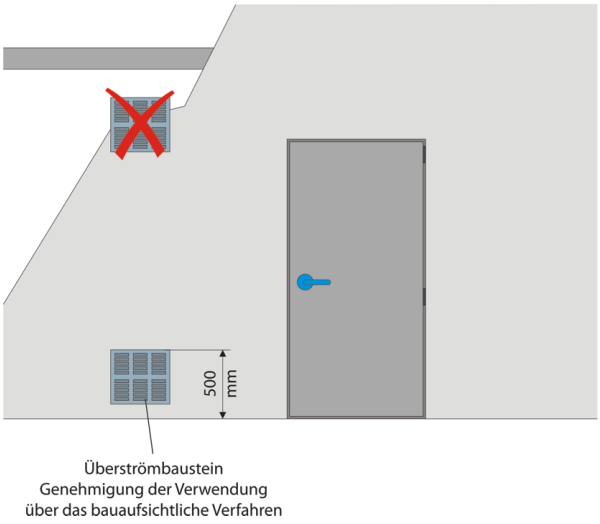
≫Die Anforderung am Beispiel der MBO 2002:

- **Die Betreiberlösung macht alles kaputt**

Lüftungsauslass im L90-Kanal als Fortluftlösung des Raumes.

Bild 4 Überströmelemente Variante II - Anwendung Brandschutzklappe als Überströmklappe mit Ansteuerung

≫Anwendung von Überströmbausteinen:



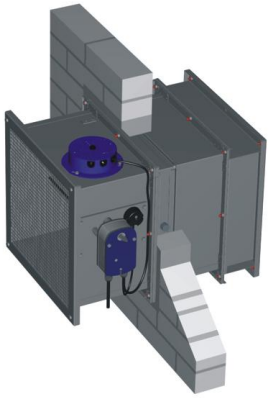
Variante III:

Überströmbaustein mit Zulassung (ABZ)

- **Abweichungsantrag vom § „Trennwände" der Bauordnung erforderlich**
- **Zustimmung ist einer Abwägung zu unter-ziehen**

Bild 5 Überströmelemente Variante III - Anwendung als Überströmbaustein

≫Anwendung von Überströmelementen Z-6.50-xxx:



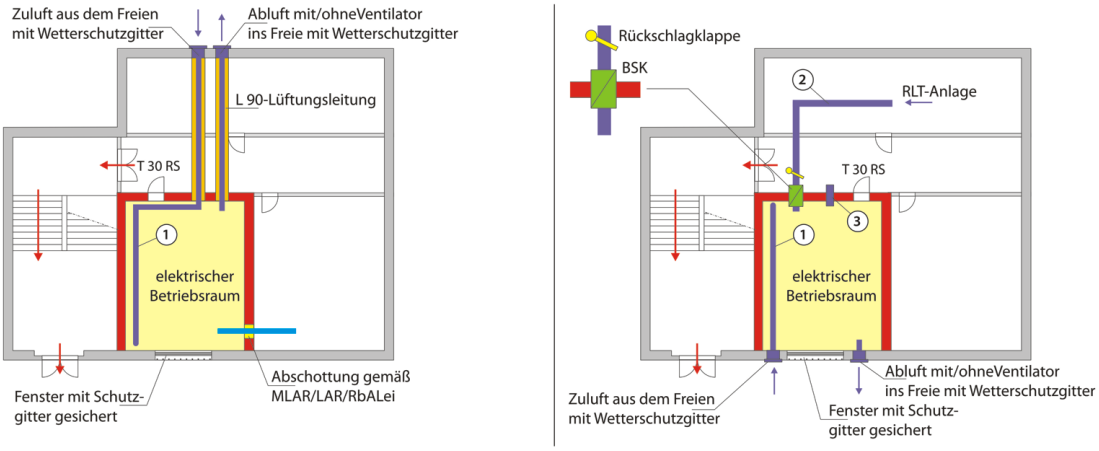
Variante IV:

Überströmelement mit Zulassung (ABZ) Z-6.50-xxx inkl. integriertem Kanal-rauchmelder (stromlos geschlossen)

- **Abweichungsantrag vom § „Trennwände" der Bauordnung erforderlich**
- **Es kann i.d.R. zugestimmt werden.**

Bild 6 Überströmelement Variante IV - Anwendung von Überströmelementen

≫Anwendungsbeispiel Überströmelement Z-6.50-xxx:



Be- und Entlüftung eines elektrischen Betriebsraumes, z.B. Batterieraum

Die Alternativen:
1 = Zuluft von außen
2 = Zuluft über RLT-Anlage
3 = Zuluft über Überströmelement

Bild 7 Varianten der Belüftung eines elektrischen Betriebsraumes, z.B. Batterie-raum

Bei diesen im Laufe der Zeit umgesetzten Varianten steht z. B. der Elektro-fachplaner vor einem Entscheidungsproblem:

- Wer ist für die brandschutztechnisch fachgerechte Umsetzung der Be- und Entlüftung des Batterieraumes zuständig?
- Nebengewerk des Elektrofachplaners?

- Gewerk des Lüftungsplaners?

Sicher ist nur, dass der Fachbauleiter Brandschutz die Verantwortung trägt und der Prüfsachverständige für die Sicherheitslichtanlage die Prüfung durchführen muss.

ANWENDUNG DER REGELN UND ZULASSUNGEN FÜR KABELVOLLBANDAGEN

Das Thema ist alt und wird täglich neu diskutiert.

Die Anforderungen am Beispiel der MBO 2002:

§ 36 Notwendige Flure, offene Gänge

(1) 1Flure, über die Rettungswege aus Aufenthaltsräumen oder aus Nutzungseinheiten mit Aufenthaltsräumen zu Ausgängen in notwendige Treppenräume oder ins Freie führen (notwendige Flure), müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung im Brandfall ausreichend lang möglich ist….

(6) In notwendigen Fluren sowie in offenen Gängen nach Absatz 5 müssen

1. Bekleidungen, Putze, Unterdecken und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen,

2. Wände und Decken aus brennbaren Baustoffen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben.

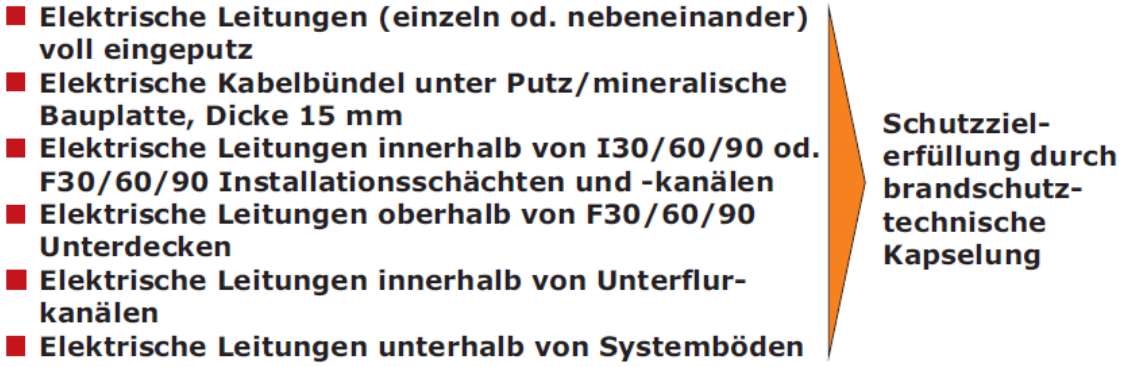
§ 40 Leitungsanlagen

…..

(2) In notwendigen Treppenräumen, in Räumen nach § 35 Abs. 3 Satz 3 und in notwendigen Fluren sind Leitungsanlagen nur zulässig, wenn eine Nutzung als Rettungsweg im Brandfall ausreichend lang möglich ist.

Die Anforderungen am Beispiel der MLAR, Abschnitt 3.2 (Bild 8)

- Schutzzielerfüllung durch brandschutztechnische Kapselung



- Schutzzielerfüllung ohne Brandlastbegrenzung

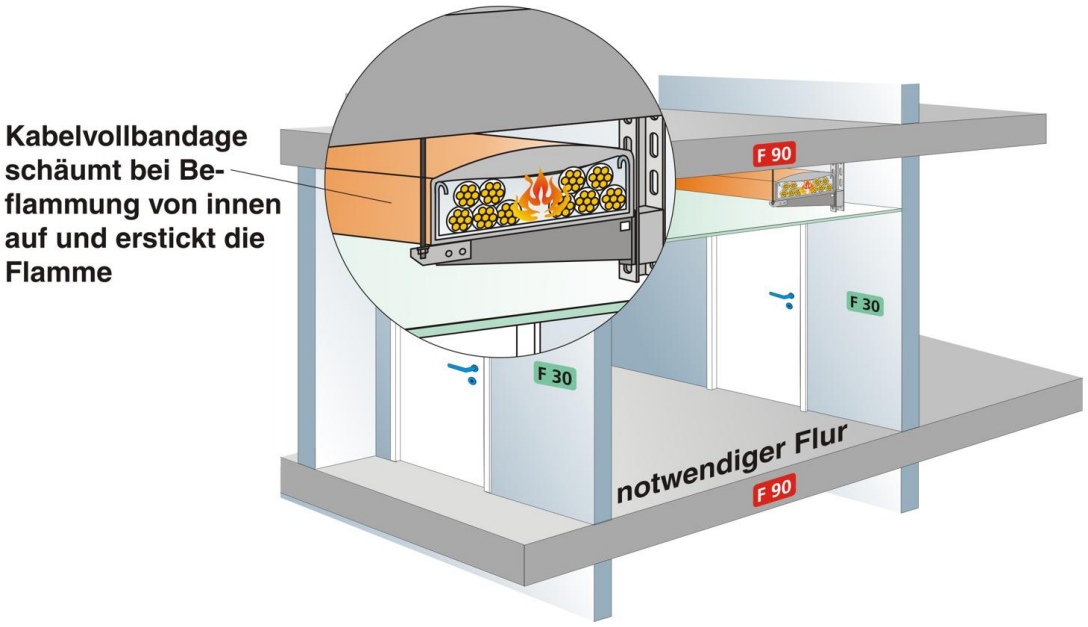
Bild 8 Möglichkeiten der Schutzzielerfüllung nach MLAR

Das übergeordnete Schutzziel:

Das brandschutztechnische Schutzziel ist die Verhinderung der Brandweiterleitung in Längsrichtung der notwendigen Flure.

Betrachtet man die Schutzziele in Verbindung mit dem Wirkprinzip der Kabelvollbandagen, muss eine Unterscheidung in „Brand von innen“ und „Brand von außen“ vorgenommen werden (Bild 9).

≫ Das Wirkungsprinzip einer Kabelvollbandage, Brand von Innen



≫ Das Wirkungsprinzip einer Kabelvollbandage, Brand von Außen

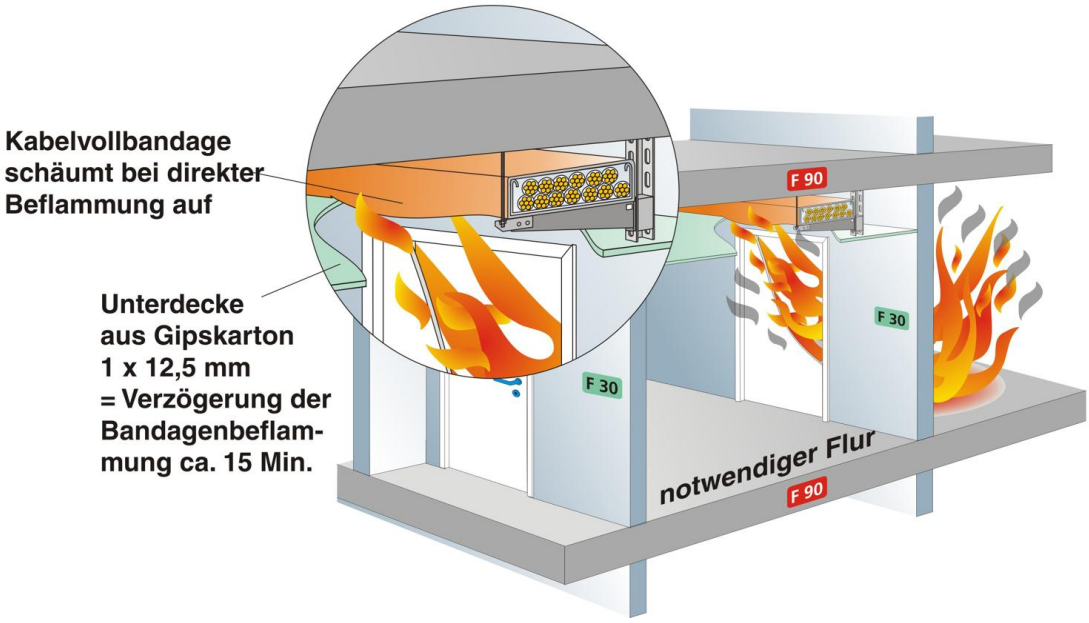


Bild 9 *Das Wirkprinzip einer Kabelvollbandage als praktische Anwendung in notwendigen Fluren*

Gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (ABZ) ist eine Abweichung vom materiellen Bauordnungsrecht zu beantragen:

Abweichung = Dämmstoff aus brennbaren Baustoffen.

Dieser Abweichung kann z. B. bei Vorhandensein einer geschlossenen nichtbrennbaren Unterdecke in der Regel zugestimmt werden.

Es ist eindeutig richtig, wenn bei Verwendung von Kabelvollbandagen in notwendigen Fluren in der Zulassung vermerkt ist, dass für die Abweichung der „brennbaren Dämmung“ eine Zustimmung der unteren Bauaufsicht als materielle Abweichung im Sinne von § 67 MBO erfolgen muss. Bei Vorhandensein von geschlossenen nichtbrennbaren Unterdecken kann in der Regel eine Genehmigung erfolgen. Das Prinzip der geschlossenen nichtbrennbaren Unterdecken in Verbindung mit einer darüber liegenden Brandlast von bis zu 7 kWh/m² wurde in der MLAR 1988 und 1993 angewendet (siehe http://www.MLPartner.de/Download/Richtlinien/Leitungsanlagen-Richtlinien).

ANWENDUNG DER REGELN UND ZULASSUNGEN FÜR FUNKTIONSERHALTSVERTEILER MIT TYPPRÜFUNG

Die Herausforderungen an den Elektrofachplaner wurden mit der Formulierung gemäß MLAR, Abschnitt 5.1.1 „Beachtung von Wechselwirkungen“ erheblich gesteigert.

Als Wechselwirkungen können im Brandfall gelten:

- Veränderungen der Funktionen durch Temperaturanstieg im Verteilergehäuse und an den Leitungen (Widerstandsveränderung),
- Veränderungen der Funktionen durch Anstieg der Luftfeuchtigkeit im Verteilergehäuse,
- Zerstörung durch Herunterfallen fremder Teile.

Die Anforderungen am Beispiel der MLAR, Abschnitt 5.2.2 b) für Funktionserhaltsverteiler E 30/60/90:

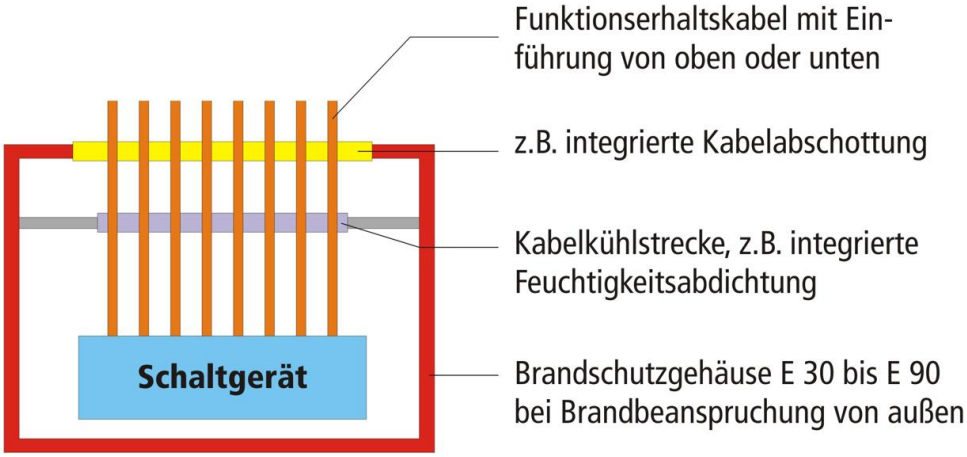
Verteiler für elektrische Leitungsanlagen mit Funktionserhalt nach Abschnitt 5.3 müssen durch Gehäuse abgetrennt werden, für die durch einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis die Funktion der elektrotechnischen Einbauten des Verteilers im Brandfall für die notwendige Dauer des Funktionserhaltes nachgewiesen ist...

Die Typenprüfung wird als Brandversuch des zugelassenen Funktionserhaltsgehäuses mit einer wiederkehrenden elektrotechnischen Ausstattung (Schaltgerät) geprüft und dadurch der Nachweis geführt, dass dieses Schaltgerät in Verbindung mit dem zugelassenen Leergehäuse den Nachweis der Wirksamkeit im Brandfall erbracht hat. Dabei wird auch der Temperaturanstieg für die Brandbeanspruchung von außen und für den Temperaturanstieg durch Eigenwärme geprüft.

Die Typenprüfung ist somit ein notwendiger ergänzender Nachweis zur Zulassung, um die elektrotechnische Funktion für häufige Ausstattungen, z. B. Brandmeldeanlage, Sicherheitslichtgeräte, nachzuweisen. Dies dient zur Absicherung der Elektrofachplaner, die den Nachweis sonst zu führen haben.

≫Variante I zur MLAR 5.2.2 b)

Funktionserhaltsverteiler E30/60/90 inkl. standardisierten elektrischen Einbauten geprüft



Zulassung (ABZ) inkl. der Schaltgeräte, Kennzeichnung: Typenschild ABZ

Bild 10 Funktionserhaltsverteiler

ABSCHOTTUNG VON BRENNBAREN ROHREN MIT BRENNBAREN MEDIEN

Die Anwendung erfolgt in Verbindung mit Erdgasinstallationen innerhalb von Gebäuden aller Art:

- Die Installation der Rohrleitungen erfolgt auf Grundlage der TRGI 2008 (Technische Richtlinie Gasinstallationen).
- Die Abschottungen können nur mit R 30/60/90-Abschottungen auf Basis von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (ABZ) Z-19.17-xxx erfolgen.
- Eine Abschottung gemäß den Erleichterungen der LAR, Abschnitt 4.2 und 4.3 ist nicht zulässig.
- Eine offene Verlegung in notwendigen Fluren ist nicht zulässig, es sei denn die Anwendung wurde über das Brandschutzkonzept genehmigt.

ABSCHOTTUNG VON ELEKTROLEERROHREN

Die Abschottung von Elektroleerrohren wird sehr oft vergessen und nicht beachtet. Erfolgt keine fachgerechte Abschottung von Elektroleerrohren d > 32 mm, kann es sehr schnell zu einem Durchbrand und zur Übertragung von Rauch kommen.

Um dies zu verhindern, sind folgende Abschottungsregeln einzuhalten:

- Durchgängige Elektroleerrohre d ≤ 32 mm dürfen gemäß den Erleichterungen der LAR, Abschnitt 4.3 geschottet werden.
- Abstand a ≥ 5 x d
- Bündel von brennbaren Elektroleerrohren* müssen mit S 30/60/90 Abschottungen qualifiziert abgeschottet werden

  *gilt auch für einzelne Elektroleerrohre d > 32 mm

Mögliche Abschottungsvarianten S 30/60/90 sind in Bild 11 und 12 dargestellt.

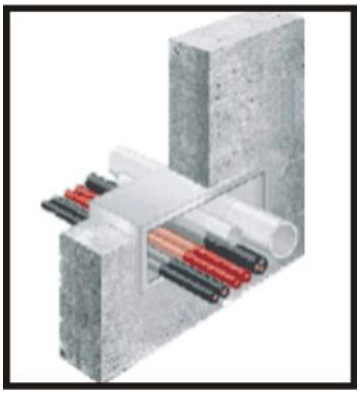


Bild 11 Elektroleerrohrabschottung S 30/60/90 mit einer Kabelbox

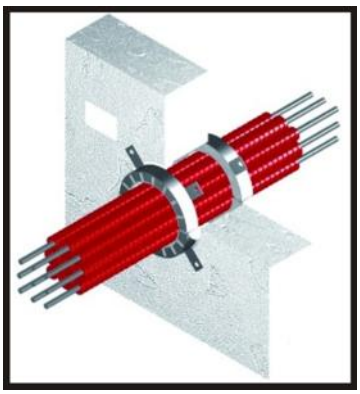


Bild 12 Elektroleerrohrabschottung S 30/60/90 mit Brandschutzmanschetten

VERLEGUNG VON KÄLTELEITUNGEN IN NOTWENDIGEN FLUREN

Moderne Gebäude werden in einem sehr hohen Maß gekühlt. Dementsprechend ist eine hohe Anzahl von Kälteleitungen mit diffusionshemmenden Dämmstoffen wirtschaftlich orientiert umzusetzen. In der Praxis stoßen die wirtschaftlichen Lösungen immer wieder auf die formalen Problemstellungen des vorbeugenden Brandschutzes.

Folgende Unterscheidungen können getroffen werden:

- Schutzzielerfüllung durch nichtbrennbare Dämmstoffe, z. B. Schaumglas,
- Probleme: Hohe Kosten, schwierig zu verarbeiten,
- Schutzzielerfüllung durch brandschutztechnische Kapselung (Bild 13).

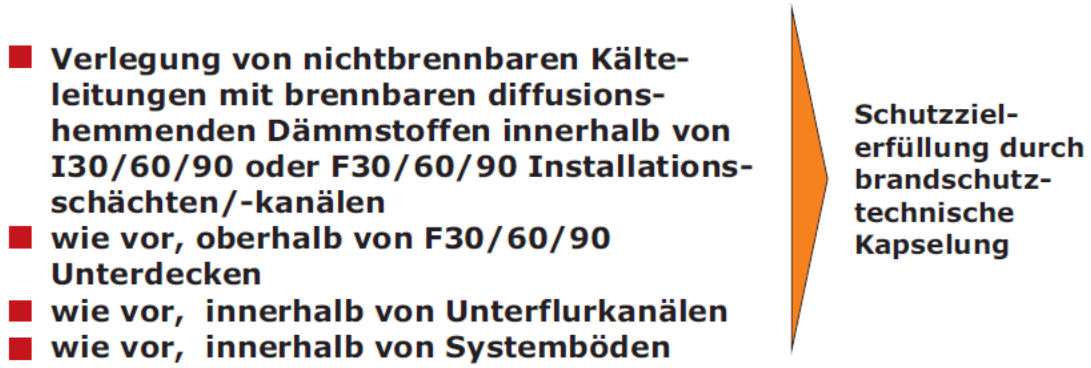


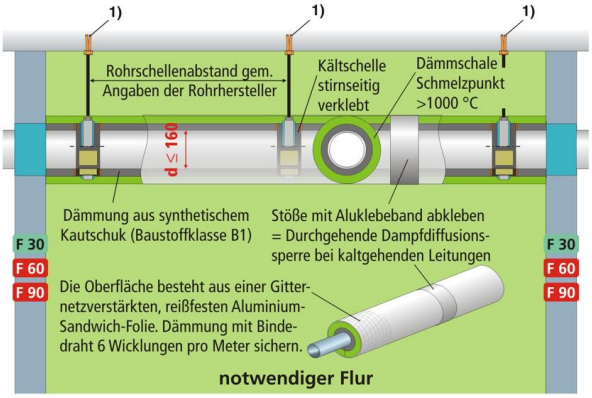
Bild 13: Schutzzielerfüllung durch Kapselung

Gesamtschutzziel

Das baurechtliche Schutzziel ist die Verhinderung der Brandweiterleitung in Längsrichtung der notwendigen Flure.

Um eine wirtschaftliche Optimierung zu erreichen, wurden zur Schutzzielerfüllung zwei Varianten herausgearbeitet, die analog zu den Abweichungen bei den Kabelvollbandagen bewertet werden können (Bild 14 und 15).

≫ Abweichende Möglichkeiten der brandschutztechn. Kapselung



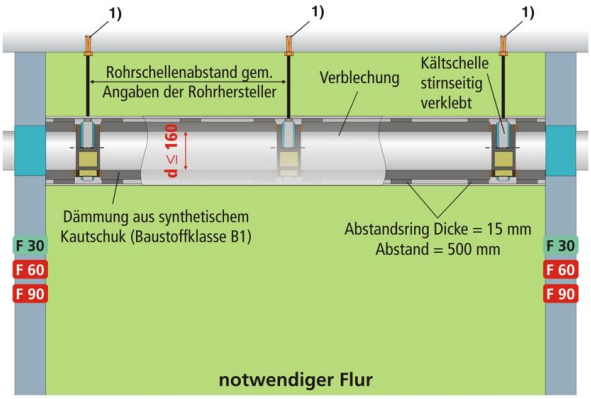
Dieser Abweichung kann z.B. bei offener Verlegung, auch ohne geschlossene nichtbrennbare Unter-decke i.d.R. zugestimmt werden.

„Frankfurter Lösung"

- **nichtbrennbare Kälte-leitung bis d = 160 mm + diffusionshemmende Kältedämmung (B1) + Mineralfaserschale, Schmelzpunkt > 1000°C, Dicke ≥ 30 mm**
- **Nachweis z.B. über gutach-terliche Stellungnahme der MPA-BS erforderlich = Nachweis der Gleichwer-tigkeit zu den LAR-Lösungen**
- **Antrag auf materielle Abweichung erforderlich. (Abweichung = Dämmstoff aus brennbaren Baustoffen)**

Bild 14 „Frankfurter Lösung" mit brandschutztechnischer Kapselung des brennbaren diffusionshemmenden Dämmstoffs (B1) mittels einer Mineralwolldämmschale, Schmelzpunkt > 1000°C, Rohgewicht ca. 90-120 kg/m³, Dicke ≥ 30 mm

≫Abweichende Möglichkeiten der brandschutztechn. Kapselung



Dieser Abweichung kann z.B. bei offener Verlegung, auch ohne geschlossene nichtbrennbare Unterdecke i.d.R. zugestimmt werden.

„Verblechungslösung"

- **nichtbrennbare Kälteleitung bis d = 326 mm + diffusionshemmende Kältedämmung (B1) + Verblechung gemäß DIN 4140, mit Stahlblech verz., Dicke 0,4 mm auf Aufstandsringen aus B1-Dämmstoff**
- **Nachweis z.B. über gutachterliche Stellungnahme des Referenten auf Grundlage von Brandversuchen = Nachweis der Gleichwertigkeit zu den LAR-Lösungen**
- **Antrag auf Abweichung erforderlich**

Bild 15 „Verblechungslösung" mit brandschutztechnischer Kapselung des brennbaren diffusionshemmenden Dämmstoffes (B1) mittels einer Verblechung gemäß DIN 4140

Bei beiden Lösungen wird sichergestellt, dass eine Brandweiterleitung in Längsrichtung der notwendigen Flure nicht erfolgt. Im Bereich der direkten Beflammung wird der diffusionshemmende Kautschuk-Dämmstoff (B1) zwar thermisch zersetzt, beteiligt sich aber durch die „Umhüllung" nicht direkt am Brand. Eine wesentliche Freisetzung von Rauch wurde bei den Brandversuchen nicht erkannt. Dabei ist zu beachten, dass bei äußerer Beflammung sich schon Rauch im Rettungsweg befindet. Eine Brandentstehung von innen ist nicht möglich.

ABSTANDSREGELN ZWISCHEN ABSCHOTTUNGEN

Die Abstandsregeln zwischen identischen Abschottungen mit identischer abP/abZ-Nummer z. B., S 30/60/90 oder R 30/60/90 oder K 30/60/90 stellen kein Problem dar, weil diese Mindestabstände in den Verwendbarkeitsnachweisen eindeutig geregelt sind.

Das größere Problem in der Baupraxis stellen die Mindestabstände zwischen jeweils „fremden" Abschottungen und Leitungsdurchführungen nach den Erleichterungen dar.

Die Anforderungen am Beispiel der MLAR, Abschnitt 4.1.3

4.1.3 Der Mindestabstand zwischen Abschottungen, Installationsschächten oder -kanälen sowie der erforderliche Abstand zu anderen Durchführungen

(z.B. Lüftungsleitungen) oder anderen Öffnungsverschlüssen (z.B. Feuerschutztüren), ergibt sich aus den Bestimmungen der jeweiligen Verwendbarkeits- oder Anwendbarkeitsnachweise; fehlen entsprechende Festlegungen, ist ein Abstand von mindestens 50 mm erforderlich.

Die Umsetzung der Abstandsregel wird beispielhaft in den folgenden Bildern 16 bis 18 dokumentiert

≫ Die Anforderungen am Beispiel der MLAR, Abschnitt 4.1.3

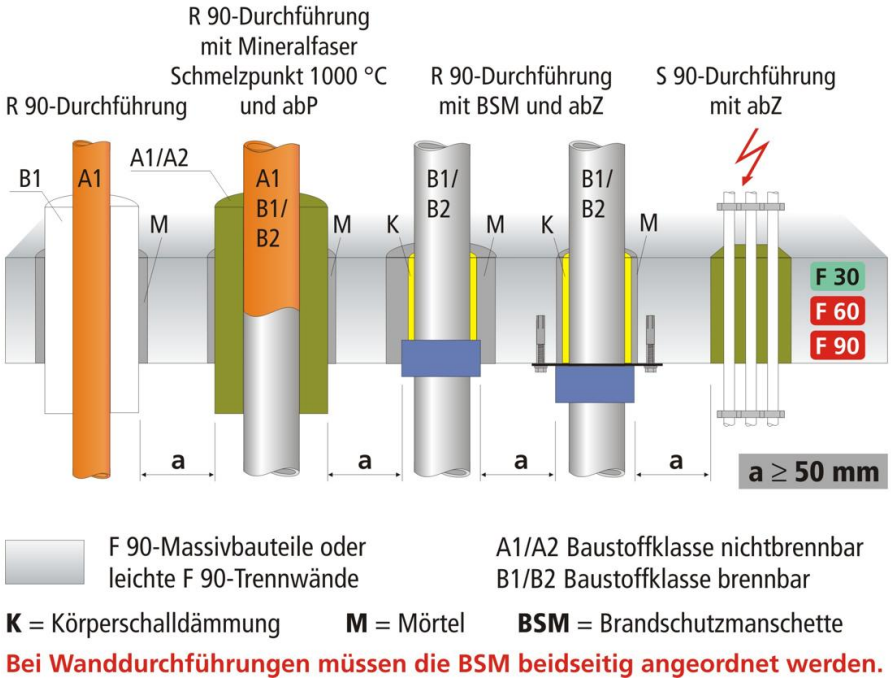


Bild 16 Umsetzung der Abstandsregel zwischen „fremden“ Abschottungen gemäß MLAR, Abschnitt 4.1.3

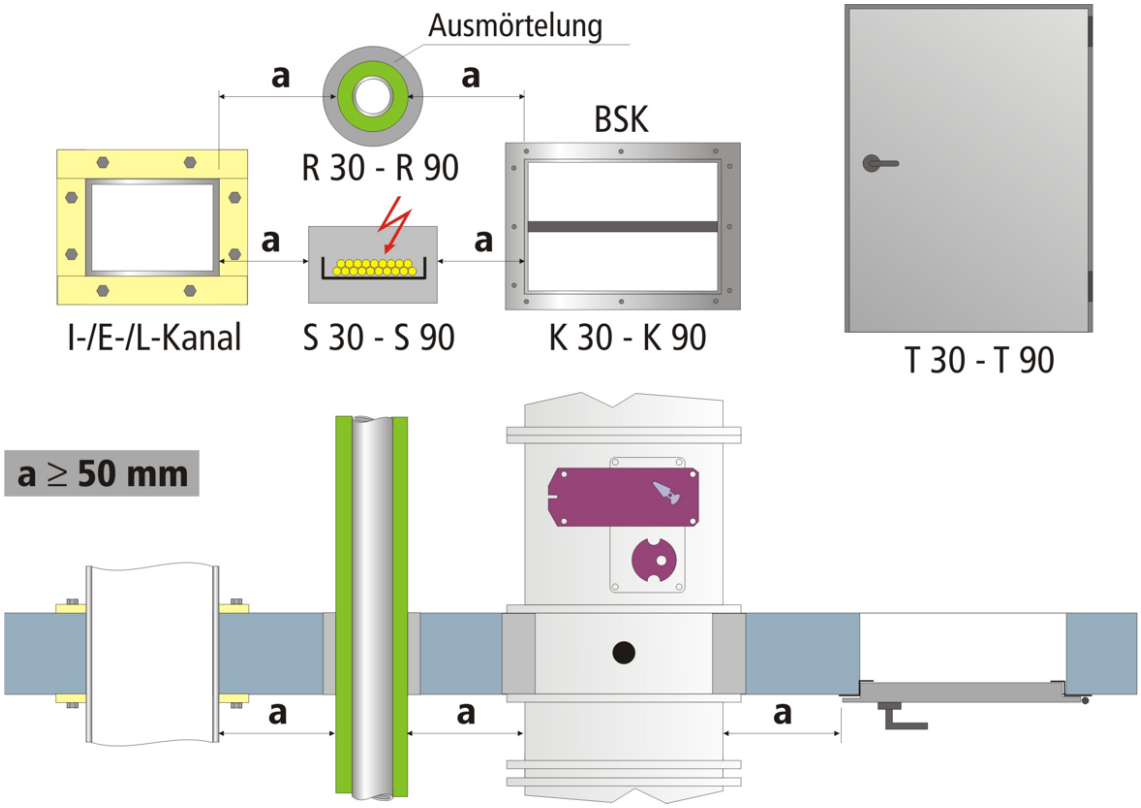


Bild 17 *Umsetzung der Abstandsregel zwischen „fremden“ Abschottungen gemäß MLAR, Abschnitt 4.1.3*

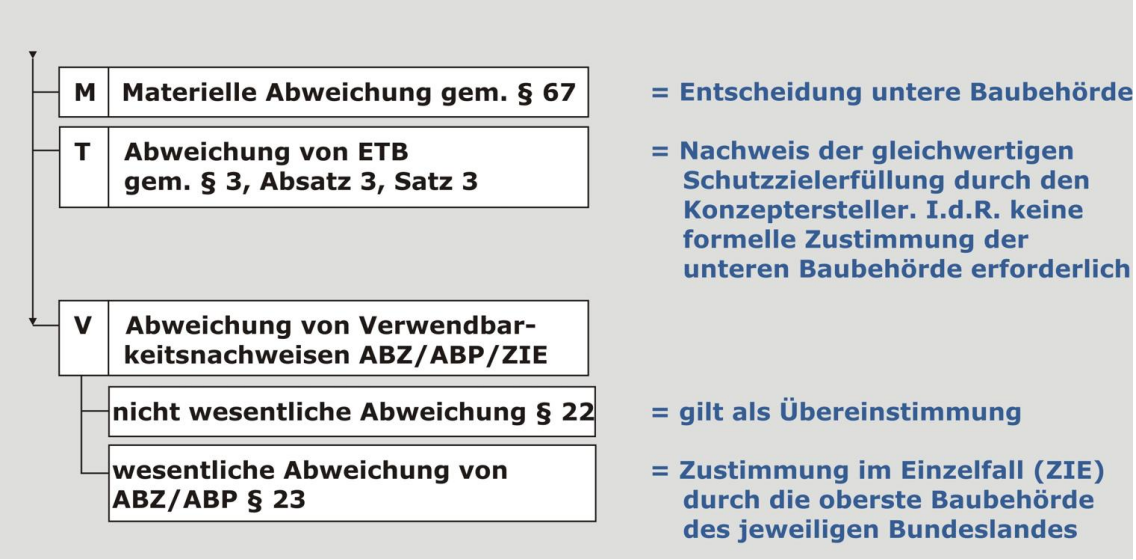


Bild 18 *Die Grenzen der Abstandsregel. In diesem Fall ist der Grundsatz der Schutzzielerfüllung im Beispiel MBO § 3 (1) zu beachten.*

BAURECHTLICHE ABWEICHUNGSMÖGLICHKEITEN AM BEISPIEL DER MBO 2002

Bei der brandschutztechnischen Bewertung von Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung in Verbindung mit den Schnittstellen des Brandschutzes ergibt sich aus der Erfahrung des Referenten, dass eine Umsetzung moderner Bauten ohne Abweichungen nicht möglich ist.

Der Gesetzgeber hat die Möglichkeiten über das individuelle projektspezifische Brandschutzkonzept und die Regeln zu den Abweichungen ausführlich beschrieben (Bild 19).

- **Wer baut, muss zulässige baurechtliche Abweichungen zulassen und akzeptieren**
- **Es gibt keine zulassungskonformen Gebäude**
- **Nicht alle Abweichungen können akzeptiert werden, z.B. wenn die allgemeinen Schutzziele mit der Lösung nicht erfüllbar sind (MBO § 3, I)**

Bild 19 Die 3 Grundprinzipien bei baurechtlichen Abweichungen.

Das Problem ist die Beachtung und Einhaltung der formalen Regeln.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfahrungen des Referenten aus der Praxis, der Arbeit in der Projektgruppe „Leitungsanlagen der ARGEBAU“ (MLAR 2000 und 2005) und der Kommentierung lässt sich in folgenden Stichworten zusammenfassen.

- Wer baut, muss baurechtliche Abweichungen zulassen und akzeptieren.
- Es gibt keine zulassungskonformen Gebäude.
- Nicht alle Abweichungen können akzeptiert werden, z. B. wenn die allgemeinen Schutzziele mit der Lösung nicht erfüllbar sind (MBO § 3 (1)).

Meine Vortragsinhalte beziehen sich auf bekannte Produkte der letzten Jahre. Sie beschäftigen uns jeden Tag neu, weil die Umsetzung auf der Baustelle Probleme bereitet.

Die Regeln und Zulassungen prägen die baurechtlichen Anforderungen. Leider werden die am Bau Beteiligten nicht gefördert, um dieses umzusetzen.

BRANDSCHUTZTECHNISCHE LÖSUNGSANSÄTZE FÜR TROCKENBAUSYSTEME

Thorsten Mittmann
Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA), Braunschweig

EINLEITUNG

Trockenbausysteme stellen im Bausektor eine feste Größe dar. Durch die Fertigung aus Einzelkomponenten vor Ort sind auch im bestehenden und im Betrieb befindlichen Bauwerk Umbauten ohne größere Einschränkungen möglich. Weiterhin stellen diese Systeme durch ihr geringes Eigengewicht praktische Lösungen für Bestandsbauten im Zuge von Umnutzungen dar, da meistens bei der aussteifenden Konstruktion kaum Tragreserven für zusätzliche ständige Lasten (z.B. aus neuen Wandkonstruktionen) vorhanden sind.

Wenn bei Verwendung solcher Konstruktionen auch brandschutztechnische Anforderungen mit erfüllt werden müssen, sind bestimmte Randbedingungen zu beachten. Werden diese nicht Sofern diese, wenn sie nicht bereits bei der Ausführungsplanung berücksichtigt, kann das bei der Ausführung bzw. Abnahme zu großen Schwierigkeiten führen.

Im Rahmen dieses Beitrags sollen die wesentlichen Problempunkte bei Verwendung von Trockenbausystemen benannt und Lösungsansätze in brandschutztechnischer Hinsicht aufgezeigt werden.

ANWENDUNGEN FÜR TROCKENBAUSYSTEME

Als "Trockenbausysteme" bezeichnet man alle Formen der Ausführung von Konstruktionen mit Materialien, die trocken, d. h. in der Regel durch mechanische Befestigung wie Schrauben, Klammern oder Nieten miteinander verbunden werden. Mit solchen Systemen können nahezu alle wesentlichen Konstruktionen in einem Bauwerk realisiert werden. Die System finden z. B. Anwendung als

- tragende und nichttragende, raumabschließende Wandkonstruktionen mit Metall- oder Holzständerunterkonstruktion,
- tragende, nichtraumabschließende Wandkonstruktionen in Holzständerbauweise,
- Bekleidungen von Stahl- und Holzbauteilen,
- Unterdeckenkonstruktionen,
- Trockenestrich-Systeme,
- Installationskanäle,

- Kabelkanäle sowie
- Lüftungs- und Entrauchungskanäle.

Die Unterkonstruktionen dieser Systeme sind in der jeweiligen Anwendungsart häufig ähnlich. Unterschiede gibt es aber bei der Verwendung der Bekleidungsmaterialien. Hier stehen z. B. Gipskartonplatten, Gipsfaserplatten, Silikatplatten, zementgebundene Bauplatten oder auch Holzwerkstoffplatten zur Verfügung. Welche Art der Bekleidung zum Einsatz kommt, hängt zum einen von dem jeweiligen Anwendungsfall im Bauwerk und zum anderen von den dafür geltenden bauaufsichtlichen Anforderungen ab.

Für alle diese Systeme gelten besondere Randbedingungen hinsichtlich des Anwendungsbereichs. Dieses ergibt sich zum einen aus den unterschiedlichen Anwendungsfällen in einem Gebäude, zum anderen aber auch hier wieder aus den unterschiedlichen Anforderungen aus dem Bauordnungsrecht.

Weiterhin gibt es auch verschiedene bauaufsichtliche Nachweise für den Feuerwiderstand. Die Nachweisführung kann z. B. durch DIN 4102-4:1994-03, ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erfolgen. Bei einer wesentlichen Abweichung von den vorgenannten Nachweisen kann auch eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich werden.

Da die Anwendungsbereiche der einzelnen Konstruktionen sehr komplex sind, wird im Folgenden der Schwerpunkt der Betrachtung auf Wandkonstruktionen gelegt.

SCHWERPUNKT WANDKONSTRUKTIONEN

Bevor eine Wandkonstruktion in einem Gebäude errichtet werden soll, müssen zunächst die bauaufsichtlichen Anforderungen an diese geklärt sein. Es kann sich bei der Wandkonstruktion z. B. um

- eine Außenwand nach § 28 MBO,
- eine Trennwand nach § 29 MBO,
- eine Brandwand nach § 30 MBO,
- eine Flurwand nach § 36 MBO

handeln.

Die Begriffe "Außenwand" und "Brandwand" wird man direkt in einem bauaufsichtlichen Nachweis finden. Des Weiteren erfolgt in allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen der Hinweis, auf welcher Grundlage diese erteilt wurden. Dieses wird durch die laufende Nummer des jeweiligen Teils der

Bauregeliste A angegeben. Bei nichttragenden inneren Trennwänden ist dieses die laufende Nr. 2.2 des Teils 3 der Bauregelliste A.

Im Regelfall wird in dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis die klassifizierte Feuerwiderstandsdauer (meistens in Verbindung mit der Kurzbezeichnung, d. h. die Angabe der Kombination der Feuerwiderstandsklasse mit dem Anteil der brennbaren bzw. nichtbrennbaren Baustoffe) angegeben.

Der Planer muss also zunächst klären, an welcher Stelle im Gebäude die Wandkonstruktion verwendet werden soll und welche Funktion in bauordnungsrechtlicher Hinsicht diese Wand zu erfüllen hat.

Die nächste wesentliche Fragestellung ist der Anwendungsbereich der zur Auswahl stehenden Wände. Hier sind die Anschlussmöglichkeiten an angrenzende Bauteile, Wandhöhen und ggf. zusätzliche Erfordernisse zu beachten. An welchen Konstruktionen muss gemäß dem Verwendbarkeitsnachweis angeschlossen werden und wie ist die tatsächliche Situation im Bauwerk? Hierbei ist neben der Art der Konstruktion, also z. B. Anschluss Trockenbauwand an Unterdecke, bekleidete Holzbalkendecke oder Massivdecke, auch die vorhandene Feuerwiderstandsklasse der Konstruktion entscheidend. Der Anschluss einer mindestens feuerhemmenden Flurwand an ein ungeschütztes Stahltrapezblechdach macht daher keinen Sinn, da damit die brandschutztechnische Funktion der Flurwand aufgehoben wird: im Brandfall ist der obere Wandkopf nicht gehalten und die Standsicherheit der Wand somit nicht gewährleistet.

In einem abschließenden Schritt muss geklärt werden, welche Installationen oder Einbauten in der Wand erfolgen sollen und ob es für deren Einbau weitergehende Nachweise gibt. Deren Randbedingungen sind dann bei der Errichtung der Wandkonstruktion mit zu berücksichtigen.

Weiterhin müssen die in Bauordnung und dem jeweils gültigen Verwendbarkeitsnachweis angegebenen Randbedingungen eingehalten werden.

Praxisbeispiel Flurwand

In einem Gebäude soll eine nichttragende Flurwand in einem Obergeschoss errichtet werden. Nach § 36 MBO müssen Flurwände

- als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sein und
- bis an die Rohdecke geführt werden.

Ein Anschluss der Wandkonstruktion an Unterdecken ist möglich, wenn die Unterdecke feuerhemmend ist und ein vergleichbarer Raumabschluss sichergestellt wird. Ein entsprechender Nachweis hierüber muss geführt werden.

Türen in Flurwänden müssen dicht schließen.

Weiterhin müssen "1. Bekleidungen, Putze, Unterdecken und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. 2. Wände und Decken aus brennbaren Baustoffen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben." [1]

Mit diesen Angaben ist es möglich, eine "F 30-A" Wandkonstruktion aus einem Trockenbausystem auszuwählen. Diese erfüllt die Anforderungen von § 36 (6). Eine Ausführung mit einer Holzunterkonstruktion, die entsprechend den Vorgaben von DIN 4102-2 : 1977-09 als "F 30-B" klassifiziert wird, ist aber auch möglich, wenn eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke vorhanden ist. Bei der, was ist eine "ausreichende Dicke" ist, könnte die Formulierung aus § 26 (2) MBO herangezogen werden:

"Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen haben".

Diese Forderung gilt jedoch nach Satz 3 nur für hochfeuerhemmende Bauteile, für die in bauaufsichtlichen Nachweisen ein entsprechender Zusatz vorhanden ist. Eine solche Bekleidungsdicke ist in der Regel jedoch schon dicker als eine Bekleidung für "F 90" Bauteile. Für feuerhemmende Bauteile ist daher eine Schutzzielbetrachtung maßgebend. Es ist zu gewährleisten, dass es nicht zu einer Brandausbreitung über die Oberfläche der Flurwände kommt. Dafür kann eine 12,5 mm dicke Gipskartonbauplatte (GKB nach DIN 18 180) als "ausreichende Dicke" angesehen werden, da diese als "nichtbrennbar" klassifiziert ist. Es ist daher nicht der Nachweis über eine "$K_2$30"-Klassifizierung nach DIN EN 13501-2 erforderlich.

Da es sich bei der Flurwandkonstruktion um eine Wand im Inneren eines Gebäudes handelt, muss diese Wandkonstruktion auch die Anforderungen der DIN 4103-1 ("Nichttragende innere Trennwände; Anforderungen, Nachweise") erfüllen. Diese Norm regelt in Abhängigkeit der Einbaubereiche die statischen Anforderungen an die Trennwände. Bei Verwendung von Wandkonstruktionen nach DIN 4102-4:1994-03 sind die dazu erforderlichen Angaben für die Trockenbauwände mit Gipskartonplatten und Metallunterkonstruktion der DIN 18 183 zu entnehmen, d. h. bei Einhaltung der Angaben aus DIN 18 183 erfüllt diese Wandkonstruktion die Anforderungen nach DIN 4103-1. Bei Konstruktionen, die über ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis geregelt sind, sind die Angaben im allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis enthalten.

Die Angabe von Wandhöhen für brandschutztechnisch klassifizierte Konstruktionen ist zur Zeit in der Diskussion, da üblicherweise Brandprüfungen an Wandkonstruktionen mit einer Höhe von 3,0 m durchgeführt werden und Unklarheit besteht, ob dieses Ergebnis auch für größere Wandhöhen noch gilt. Sicher ist zur Zeit nur, dass für Wandkonstruktionen mit einer beidseitigen Bekleidung, die mit einer Höhe von 3,0 m geprüft wurden, eine Übertragung des

Ergebnisses auf Wandhöhen bis maximal 5 m möglich ist, sofern nicht weitere Ergebnisse aus Prüfungen an gleichen Wandkonstruktionen größerer Höhe vorliegen oder aufgrund der Prüfergebnisse (z. B. große Verformung) Einschränkungen nötig sind. Die nach dem gewählten bauaufsichtlichen Nachweis zulässige maximale Wandhöhe sollte eingehalten werden, da Abweichungen hiervon brandschutztechnisch und ggf. statisch kompensiert werden müssten.

Die Randbedingungen zum Anschluss der Wandkonstruktion können ebenfalls dem jeweiligen bauaufsichtlichen Nachweis entnommen werden. Üblicherweise erfolgt der Anschluss an Massivbauteile bzw. auf Estrichen entsprechender Stärke. Bei Anschlüssen an bekleidete Stahlbauteile oder Unterdecken sind weitere Randbedingungen zu beachten oder sogar weitere Prüfungen zum Nachweis der Eignung erforderlich.

Insbesondere beim Anschluss an bekleidete Stahlbauteile ist zu beachten, dass die Stahlbauteile ausschließlich auf Tragfähigkeit des Stahlprofils bei einer mehrseitigen Brandbeanspruchung geprüft sind (Bild 1).

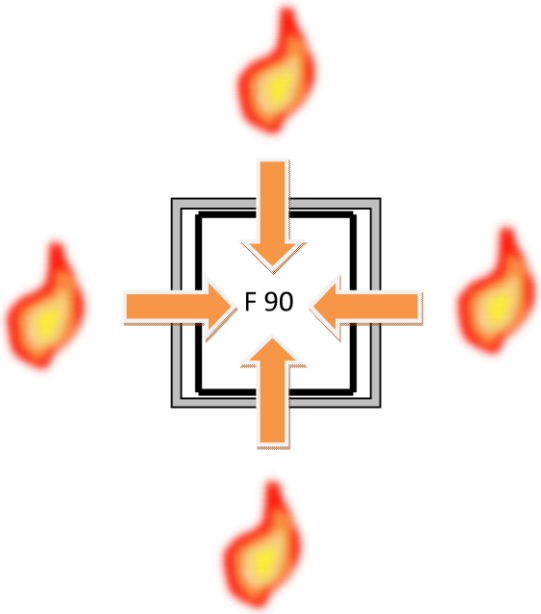


Bild 1 Brandbeanspruchungsrichtungen für tragende Stahlstütze (Horizontalschnitt)

Das bedeutet, dass es hinsichtlich des Temperaturdurchgangs von einer Seite des Stahlprofils zur anderen Seite des Stahlprofils keine Aussage gibt. Hier kann nur ein Abgleich mit bezüglich der verwendeten Plattenbekleidung vergleichbaren Wandkonstruktionen erfolgen, wobei die entsprechende Mindestbekleidungsdicke einzuhalten ist, sofern sich aus der Bekleidung des Stahlträgers bzw. der Stahlstütze größere Werte ergeben (Bild 2).

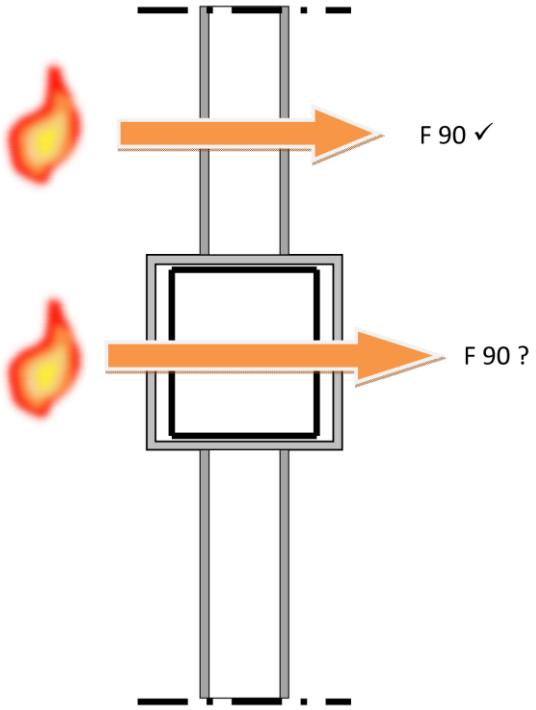


Bild 2 Beispiel für eine Stahlstütze in einer Wandkonstruktion integriert (Horizontalschnitt)

Besonderes Augenmerk muss auch auf die Ausführung der Ecken von Wandkonstruktionen gelegt werden. Bisher waren bei den Trockenbausystemwänden Eckkonstruktionen in den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses enthalten. Diese wurden in der Regel ingenieurmäßig bewertet und aus den in DIN 4102-4:1994-03 enthaltenen T-Stößen für Gipskartonwänden mit Metallunterkonstruktion abgeleitet (Bild 3). Wesentlicher Punkt bei der Konstruktion ist, dass durch kraftschlüssige Verbindungen der Ständerprofile untereinander sichergestellt wird, dass im Brandfall die Eckkonstruktion sich nicht öffnet und somit der Raumabschluss verloren geht.

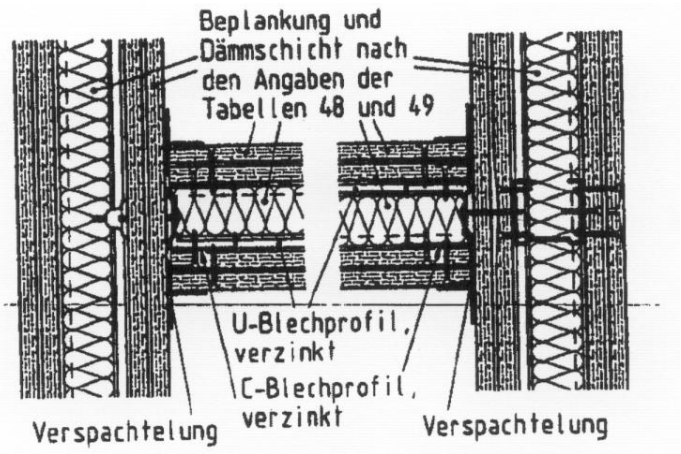


Bild 3 Beispiele für einen T-Stoß aus [2]

Da in der Regel für diese Eck-Konstruktionen keine eigenständige Brandprüfung vorliegt und diese auch in den Prüfverfahren nach DIN 4102-2:1977-09 bzw. den entsprechenden EN-Prüfnormen nicht enthalten ist, sollen diese Bauarten zukünftig aus den brandschutztechnischen Nachweisen entfallen. Die Prüfstellen sollten sich dahingehend einigen, dass derartige Details konstruktiv (ggf. unter Zuhilfenahme von ingenieurmäßigen, rechnerischen Nachweisen) gelöst werden. Dieses erscheint insbesondere deshalb sinnvoll, weil ein Prüfverfahren in diesem Fall nicht alle Randbedingungen realistisch darstellen kann. Hier kann als mögliche Zwischenlösung eine gutachterliche Stellungnahme dienen, in der diese Konstruktionsformen brandschutztechnisch bewertet werden.

Als weiterer Punkt müssen die Einbauten betrachtet werden. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass die Klassifizierungen in den bauaufsichtlichen Nachweisen nur für Konstruktionen gültig sind, wenn keine Einbauten vorgenommen werden. Ausnahmen stellen nur die Einbauten dar, die im Rahmen des Anwendungsbereichs des Verwendbarkeitsnachweises zulässig sind. In der Regel bestehen diese Einbauten in den Nachweisen für Wandkonstruktionen nur aus Elektroinstallationsdosen und den vereinzelt angeordneten elektrischen Leitungen. Bei der Durchführung von gebündelten elektrischen Leitungen, Einbau von Verglasungen und Feuerschutzabschlüssen wird der Nachweis durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen geführt. In diesen Zulassungen sind die jeweils gültigen Randbedingungen für den Einbau in der Wandkonstruktion geregelt.

Insbesondere bei Trockenbaukonstruktionen müssen die zusätzlichen Randbedingungen bekannt sein, da z. B. zusätzliche Riegel oder verstärkte Profile im Bereich des geplanten Einbaus anzuordnen sind. Wenn dieses erst nach Fertigstellung der Wandkonstruktion erfolgt, sind umfangreiche Arbeiten erforderlich, da meistens die Bekleidung angebracht ist und wieder entfernt werden muss. Da nach Fertigstellung der Wandkonstruktion das "Innenleben" in den seltensten Fällen bekannt ist, kann bei mangelhafter Planung und Bauüberwachung unter Umständen nicht mehr garantiert werden, dass die entsprechende Abschottungsmaßnahme ihre Funktionsfähigkeit im Brandfall behält.

Auch bei Wandkonstruktionen mit einer Unterkonstruktion aus Holz sollten im Vorfeld die weiteren Nachweise für Einbauten abgeglichen werden, da Wandkonstruktionen mit Holzunterkonstruktion z. B. nicht in jeder Zulassung für Abschottungen enthalten sind.

Der Einbau von dichtschließenden Türen in Flurwänden stellt in der Regel kein Problem dar. Grundsätzlich gilt, dass der Öffnungsverschluss ohne klassifizierte Feuerwiderstandsdauer die Feuerwiderstandsdauer der Wandkonstruktion aufhebt. Dieses ist jedoch aus bauordnungsrechtlicher Sicht in dem vorliegenden Fall zulässig. Allerdings wird davon ausgegangen, dass diese "Schwächung" der Wandkonstruktion lokal begrenzt bleibt, also nur für den Bereich der Türöffnung gilt. Es muss daher beim Einbau der dichtschließenden

Tür sichergestellt werden, dass die restliche Wandkonstruktion in ihrer feuerhemmenden Ausführung weiterhin die Anforderungen erfüllt. Es sollten also, ähnlich wie beim Einbau eines Feuerschutzabschlusses, z. B. Aussteifungsprofile angeordnet werden, die die Last aus der Tür sicher ableiten, ohne dass die Wandkonstruktion hiervon beeinträchtigt wird.

Bei den Installationsdurchführungen durch feuerhemmende Wände kommt es oft zu Unklarheiten, wie diese auszuführen sind. Häufig hört man, dass keine Maßnahmen nötig sind, da es kaum Abschottungen für die Klassifizierungszeit von 30 Minuten gibt. Eine andere Begründung lautet, dass wenn der Einbau von Türen ohne klassifizierte Feuerwiderstandsdauer in Flurwänden erlaubt ist, die Abschottung dann auch nicht "besser" als eine Tür zu sein braucht und somit "dicht schließend" ausreichend ist.

Grundsätzlich gilt auch hier die Anforderung der MBO, dass "Leitungen [...] durch raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden [dürfen], wenn eine Brandausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind" [1].

Zur Konkretisierung dieser Anforderungen kann die "Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen" [3] dienen. Hier kann aus Abschnitt 4.1.2 entnommen werden, dass diese Anforderung als erfüllt gilt, wenn die Leitungen durch Abschottungen geführt werden, die mindestens die gleiche Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen wie die raumabschließenden Bauteile. Erst anschließend werden die Erleichterungen für feuerhemmende Wände aufgezählt, sofern diese nicht Wände notwendiger Treppenräume und Räume zwischen notwendigen Treppenräumen und den Ausgängen ins Freie sind. Für Leitungen gilt z.B. die Brandausbreitung als ausreichend lang behindert, wenn der Raum zwischen den Leitungen und dem umgebenden Bauteil mit nichtbrennbaren Baustoffen oder mit im Brandfall aufschäumenden Baustoffen vollständig ausgefüllt wird. Bei Verwendung von Mineralfasern müssen diese eine Schmelztemperatur von mindestens 1.000°C aufweisen. Bei Verwendung von im Brandfall aufschäumenden Baustoffen und von Mineralfasern darf der Abstand zwischen der Leitung und dem umgebenden Bauteil nicht mehr als 50 mm betragen."

Für Flurwände und "F 30"-Trennwände ist eine Brandausbreitung daher nicht zu befürchten, wenn die Erleichterungen nach Abschnitt 4.2 der MLAR umgesetzt werden.

Bei Anwendung dieser Erleichterungen ist aber auch darauf zu achten, dass die Wandkonstruktion für diese Durchführungsart geeignet ist, d.h. dass z.B. bei Verwendung von aufschäumenden Baustoffen sichergestellt wird, dass diese beim Aufschäumen nicht in den Wandzwischenraum hineindrücken und somit die Schutzwirkung verlieren.

Praxisbeispiel Installationsschächte

Zurzeit unterliegen die Installationsschächte einer besonderen Betrachtung bei der Bauausführung. Hintergrund sind die sogenannten "Schachtwände", die in der Regel wie eine Trennwandkonstruktion mit Metallunterkonstruktion ausgeführt werden, allerdings nur einseitig beplankt sind. Diese Wandkonstruktionen können zur Abtrennung von Installationsschächten oder auch als Vorsatzschalen zur Ertüchtigung von Wandkonstruktionen herangezogen werden.

In Bild 4 ist ein Beispiel für eine solche Wandkonstruktion dargestellt.

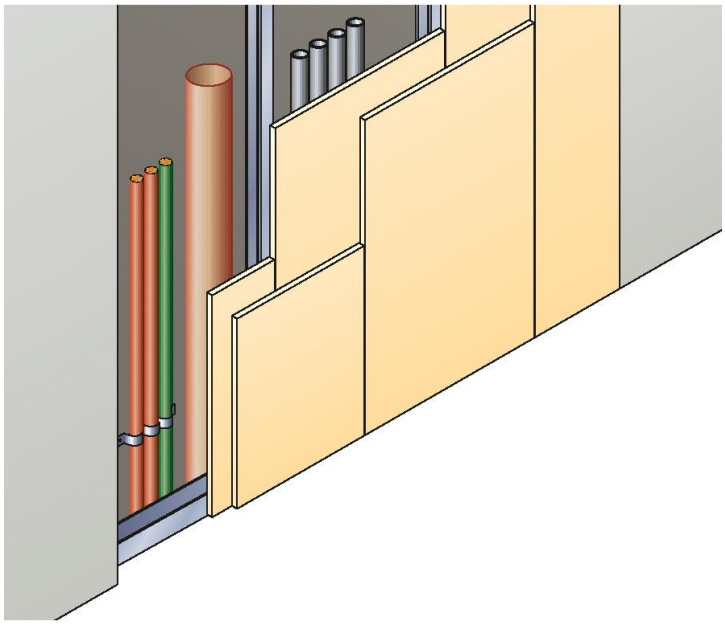


Bild 4 Beispiel für eine "Schachtwand"

Bei der Ausführung von Installationsschächten werden in der Praxis geschoßweise Abschottungen in der Decke als störend empfunden, da bei einer Nachbelegung alle einzelnen Schottungen geöffnet und anschließend wieder geschlossen werden müssen. Außerdem will man häufig den Schacht der angeschlossenen Technikzentrale zuordnen, um hier die Abschottung in der Deckenebene zu umgehen und nur die einzelnen Austrittspunkte aus dem Schacht zu verschließen. Bei einer solchen Konstellation kann allerdings nicht eine Installationsschachtwand mit der Klassifizierung "I..." nach DIN 4102-11:1985-12 herangezogen werden, da bei dieser nur die brandschutztechnische Klassifizierung bei einem Brand von der Schachtinnenseite vorliegt (Bild5). Hierdurch würde bei einem Brand in einem Raum unter Umständen eine Brandausbreitung auf den Schacht und die angrenzende Technikzentrale nicht verhindert werden (s. Bild 6). Daher werden häufig für diesen Anwendungsfall "F..." klassifizierte Wände vorgezogen, da in diesen auch Feuerschutzabschlüsse zu Revisionszwecken angeordnet werden können, wenn es der Anwendungsbereich der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Feuerschutzabschlusses erlaubt.

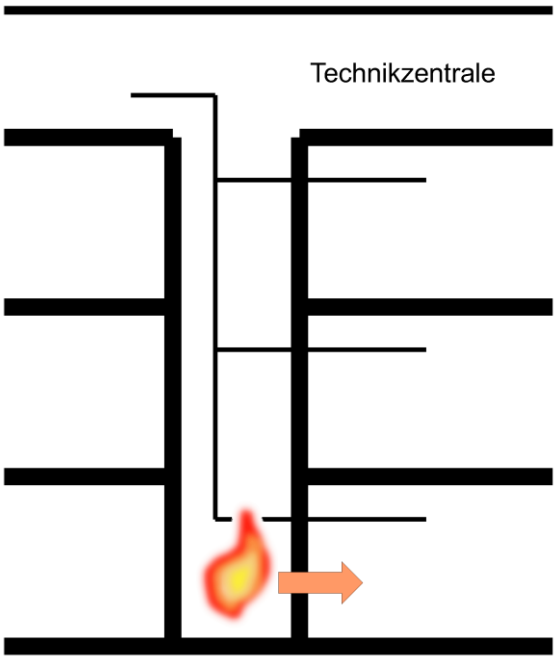


Bild 5 Installationsschacht mit Brand von der Schachtseite ("I...")

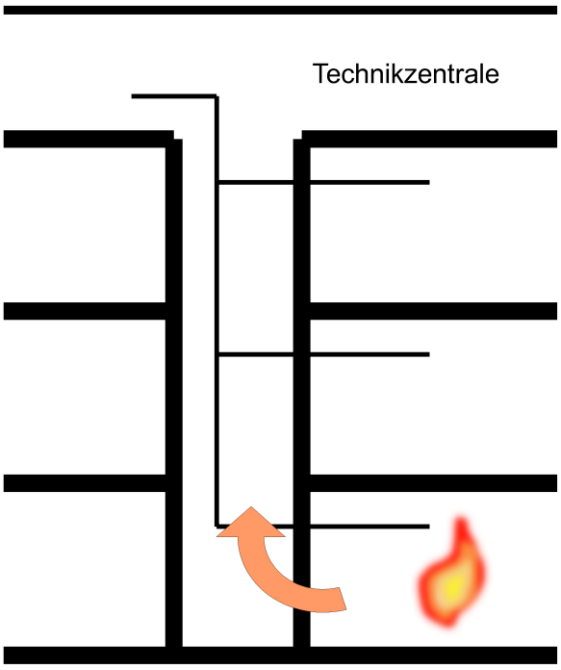


Bild 6 Installationsschacht mit Brand von der Raumseite ohne Abschottungen innerhalb des Schachtes ("F...")

Die in der Vergangenheit ausgestellten allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse für einseitig beplankte Wandkonstruktionen mit einer Metallunterkonstruktion erfüllen die prüftechnischen Nachweise an eine Wandkonstruktion mit einem klassifizierten Feuerwiderstand. Weiterhin erfüllen diese Konstruktionen auch die Anforderungen der DIN 4103-1 und es können, in Abhängigkeit

des Einbaubereiches, unterschiedliche zulässige Wandhöhen angegeben werden. Es handelt sich somit um Wandkonstruktionen im eigentlichen Sinn mit einer "F"-Klassifizierung nach DIN 4102-2:1977-09.

Diese Vorgehensweise ist abgedeckt durch die bisherige Praxis nach DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 8.6 in Verbindung mit Abschnitt 8.5. Als Wände von Installationsschächten und Installationskanälen sind Wandkonstruktionen der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse nach Abschnitt 4 von DIN 4102-4:1994-03 ("F"-klassifizierte Wände) zulässig sowie Wände mit einem entsprechenden Anwendbarkeitsnachweis.

Da diese Wandkonstruktionen auch als "Vorsatzschalen" zur Ertüchtigung von bestehenden Wandkonstruktionen oder zum Verschluss von Öffnungen herangezogen wurden, bestand teilweise der Wunsch, hinter diesen Wandkonstruktionen Installationen zu verlegen, sie also als "Installationswand" zu nutzen, auch wenn damit nicht der bauaufsichtliche Begriff eines Installationsschachtes gemeint ist. Um an die in dem Zwischenraum befindlichen Installationen zu gelangen, wurden in zusätzlichen Brandprüfungen sogenannte Revisionsöffnungsverschlüsse geprüft. Diese hatten in der Regel Größen von 200 mm x 200 mm bis 800 mm x 1000 mm. Es wurden durch die Prüfstellen allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse ausgestellt, die diese Revisionsöffnungsverschlüsse als Einbauten im Sinne der Bauregelliste enthielten.

Diese Sichtweise wurde zwischenzeitlich als bauaufsichtlich nicht korrekt angezweifelt, da nach § 29 MBO Öffnungen in Trennwänden nur zulässig sind, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind und feuerhemmende, dicht- und selbstschließende Abschlüsse haben [1].

Die Revisionsöffnungsverschlüsse als Einbau der Wand verfügen immer über die gleiche Feuerwiderstandsdauer wie die Wandkonstruktion, in der sie eingebaut werden, allerdings sind sie nicht selbstschließend. Somit erfüllen sie formal nicht die Anforderungen des § 29 MBO, aber ansonsten die die Anforderungen, wie sie für Revisionsöffnungsverschlüsse nach DIN 4102-11:1985-12 bzw. Bauregelliste A Teil 2 bzw. Teil 3, laufende Nr. 2.7 vorgegeben sind.

Sofern der Schacht mit der Technikzentrale einen gemeinsamen Abschnitt bildet, also keine Abtrennung zwischen Schacht und Zentrale vorhanden ist, bildet die zur Abtrennung des Schachtes verwendete Wandkonstruktion eine "Trennwand" im Sinne des § 29 MBO, da sie Räume mit erhöhter Brandgefahr abschließt bzw. auch Räume unterschiedlicher Nutzung trennt.

In diese Wandkonstruktion kann ein Feuerschutzabschluss eingebaut werden, sofern in dem Anwendungsbereich seiner allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung eine derartige Wandkonstruktion (mit einseitiger Beplankung) enthalten ist. Falls nicht, sind Konstruktionen erforderlich, bei denen im Bereich um den Feuerschutzabschluss eine Ausführung einer Wandkonstruktion vorhanden ist, die der in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Feuerschutzabschlusses enthaltenen entspricht. Dabei muss berücksichtigt werden, dass es

durch den Wechsel der Bekleidung nicht zu einem unzulässigen Temperatureintrag in den Wandzwischenraum kommt, der die Funktionsfähigkeit der Wandkonstruktion negativ beeinträchtigt. Dieses kann z. B. durch Anordnung von Aufdoppelungen aus dem Plattenmaterial der Wandkonstruktion an den Ständerprofilen der Wand geschehen.

Hinsichtlich der bauaufsichtlichen Einordnung der Problematik werden in den nächsten Monaten noch Diskussionen zu führen sein. Bis zum 01.04.2014 werden die bisher bestehenden allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse für die Wandkonstruktionen mit Revisionsöffnungsverschlüssen verlängert werden, sofern die Größe der Revisionsöffnungsverschlüsse in ihnen nicht größer als das geprüfte Maß und die Gesamtöffnungsgröße des Revisionsöffnungsverschlusses nicht größer als 1 m² ist. In den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen wird zusätzlich der Hinweis aufgenommen, dass die Verwendung der Revisionsöffnungsverschlüsse nur möglich ist, wenn die nichtragende, raumabschließende Wandkonstruktion als Schachtwand eines Installationsschachtes nach DIN 4102-4:1994-03, Abschnitt 8.6 angewendet wird. Dadurch soll verhindert werden, dass diese Revisionsöffnungsabschlüsse als quasi "Türen" die Feuerschutzabschlüsse in den Wandkonstruktionen unterlaufen und durch eine deutlich geringere nachgewiesene Dauerfunktionstüchtigkeit eine Herabsetzung des Schutzniveaus zur Folge haben.

Da die einseitig beplankten Trennwände in der Regel nicht als Trennwände in bauordnungsrechtlicher Sicht eingesetzt werden (es fehlt auf einer Seite die Beplankungslage, so dass von dieser Seite aus das Metallständerwerk und ggf. auch noch eine Mineralwolle zu sehen ist), kann die Verwendung dieser Wandkonstruktionen in der Praxis als Trennwand im bauordnungsrechtlichen Sinn ausgeschlossen werden.

Daher ist die vorgenannte Vorgehensweise für den Übergangszeitraum pragmatisch und führt nicht zu einer Verschlechterung des brandschutztechnischen Sicherheitsniveaus. Zukünftig müssen natürlich Regeln erarbeitet werden, wie die in der Baupraxis auftretenden "Installationsschächte" mit größeren Abmessungen aus brandschutztechnischer Sicht sicher abgetrennt werden können. Zum anderen müssen für die in diesen Wänden erforderlichen Abschlüsse verbindliche Regeln aufgestellt werden, die eine sinnvolle Lösung darstellen und für die Revisionsöffnungsverschlüsse in diesen Wänden, als nur im Bedarfsfall genutzte Bauprodukte, eine entsprechende bauaufsichtliche Regelung ermöglichen.

Auf Bild 7 sind die beiden zurzeit möglichen Alternativen zur Anwendung bei Installationsschächten zusammengestellt.

Dieses Thema bedarf jedoch hinsichtlich der zukünftigen Regelung tiefergehender Überlegung, da für die Ausführung von Installationen aus den nach DIN 4102-11:1985-12 klassifizierten Schächten Abschottungen erforderlich sind, die einen Durchtritt von Feuer und und Rauch über einen definierten Zeitraum verhindern. Da bei den nach DIN 4102-11:1985-12 geprüften Schäch-

ten keine Messung auf den herausgeführten Installationen durchgeführt wird, muss eine Regelung gefunden werden, wie hiermit zukünftig umgegangen wird. Im Anwendungsbereich der Rohrabschottungen für brennbare Rohre sind z. B. Installationsschächte nach DIN 4102-11:1985-12 nicht enthalten.

Ein sinnvoller Ansatz für die Zukunft könnte sein, die Bauregelliste A in den Teilen 2 und 3 in der laufenden Nr. 2.7 um die Prüfverfahren nach DIN 4102-2:1977-09 und DIN EN 1364-1 zu ergänzen.

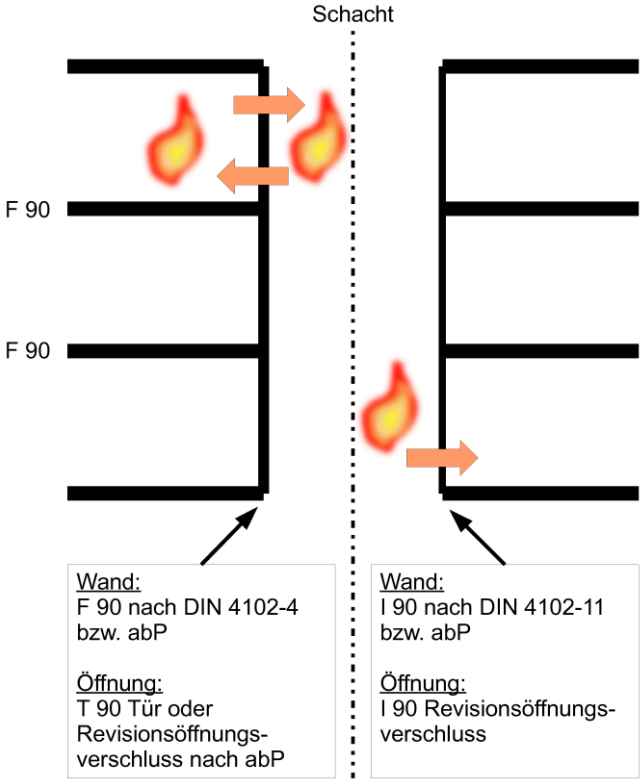


Bild 7 Zusammenstellung der beiden Alternativen zur Anwendung bei Installationsschächten.

Neben den bisher vorgestellten Konstruktionen, gibt es zurzeit noch weitere Nachweismöglichkeiten für "Revisionsöffnungsverschlüsse". Diese sind allerdings hinsichtlich ihres jeweiligen Anwendungsbereiches zu unterscheiden und auch nicht in allen Fällen zum Einsatz für Installationsschächte bestimmt. In der Praxis wird das teilweise verwechselt, weil häufig von der Funktion ausgegangen wird und die bauordnungsrechtliche Stellung außer Acht gelassen wird.

- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis nach Ziffer 2.41 Bauregelliste A, Teil 2: Hierbei handelt es sich um das Bauprodukt "Revisionsöffnungsverschluss für vorgefertigte Installationskanäle". Regelungsgegenstand ist die Klappe an sich, die zum Einbau in vorgefertigte Installationsschächte oder Kanäle geeignet ist. Da die meisten Installationsschächte als Bauart (nach Bauregelliste A, Teil 3) gefertigt werden, ist die Bedeutung für die Praxis als eher gering einzuschätzen.

- Zulassungsbereich Z-6.55-...: Hierbei handelt es sich um Revisionsöffnungsabschlüsse, die in Installationsschächte nach DIN 4102-4:1994-03 bzw. Installationsschächte nach allgemeinem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis der Feuerwiderstandsklasse "I ..." eingebaut werden dürfen. Diese Abschlüsse verhindern den Durchtritt von Feuer und Rauch über den entsprechend angegebenen Zeitraum. Da diese Abschlüsse in der Regel nicht nach DIN 4102-11:1985-12 geprüft wurden, erfolgt keine Klassifizierung.
- Zulassungsbereich Z-86.1-...: Hierbei handelt es sich um Brandschutzabtrennungen, die in den Regelungsbereich der MLAR fallen. Sie trennen Elektroverteiler in notwendigen Treppenräumen oder Räumen zwischen notwendigen Treppenräumen und Ausgängen ins Freie ab. Es erfolgt keine Klassifizierung innerhalb der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Diese Abtrennungen dürfen nicht für Installationsschächte verwendet werden. In der Praxis schleichen sich jedoch Begriffe wie "I 30" bei der Verwendung dieser Abtrennungen ein. Dieses ist jedoch nicht korrekt.

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Beitrag werden die Anwendungsmöglichkeiten für brandschutztechnische Konstruktionen aus Trockenbausystem aufgezeigt. Es wurde darauf hingewiesen, dass entsprechend dem geplanten Anwendungsfall die Randbedingungen und Anwendungsgrenzen der jeweiligen bauaufsichtlichen Nachweise im Vorfeld miteinander abgeglichen werden sollten, um ein in brandschutztechnischer Hinsicht sicheres System zu errichten. Am Beispiel von Trennwandkonstruktionen werden Konstruktionsempfehlungen gegeben, um die in den Bauordnungen enthaltenen Forderungen mit Trockenbausystemen fachgerecht umzusetzen. Am Bespiel der Installationsschächte wird aufgezeigt, welche Randbedingungen in der Vergangenheit aus formaler Sicht anders gesehen wurden und mit welchen Änderungen hier in der Zukunft zu rechnen ist. Für die Übergangszeit werden Anregungen gegeben, wie mit diesem Thema umzugehen ist. Dabei steht die brandschutztechnische Seite im Vordergrund, da dieses das eigentliche Ziel der bauordnungsrechtlichen Reglungen ist. Zukünftig wird auch hier ein stärkerer Abgleich mit den bauordnungsrechtlichen Anwendungsgebieten erfolgen.

LITERATUR

[1] Musterbauordnung, Fassung November 2002, zuletzt geändert durch den Beschluss der Bauministerkonferenz vom Oktober 2008

[2] DIN 4102-4:1994-03

[3] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen - MLAR

[4] DIN 4102-11:1985-12

[5] Bauregelliste 2010/1

STELLENWERT DER ALLGEMEINEN BAUAUFSICHTLICHEN PRÜFZEUGNISSE (ABP) IM BAUAUFSICHTLICHEN VERFAHREN

Annette Rohling
Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA), Braunschweig

Jürgen Wesche
Leverkusen

EINLEITUNG

Es erscheint zunächst erstaunlich, dass dieser Beitrag in der Sitzung 1 – Neuerungen im Brandschutz - aufgenommen wurde, da die allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse (abP) seit 1992 Bestandteil der MBO sind und seit ca. 1995 in die Praxis umgesetzt werden. Sie haben die bis dahin als Nachweis verwendeten Prüfzeugnisse der Prüfstellen abgelöst, in denen neben den Prüfergebnissen auch Anwendungsregeln in den „Besonderen Hinweisen“ aufgenommen wurden.

Die abPs entsprechen im Aufbau den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) und sind im Hinblick auf ihre Bedeutung für viele Bauarten den abZ gleichzusetzen. In der heutigen Form sollen sie als allgemein gültige Anwendbarkeitsnachweise betrachtet werden, die es den Anwendern ermöglichen, z. B. eine Unterdecke oder eine Trennwand ohne Einschränkung im Bauwerk einzusetzen, wenn die Vorgaben des abP beachtet werden.

Leider hat es in den letzten Jahren Irritationen im Hinblick auf die Gestaltung der abP und die Umsetzung im Bauwerk gegeben, so dass der Ruf erheblich beschädigt wurde und das abP gerade von Vertretern der Bauaufsicht und des DIBt als zweitklassiger Nachweis bewertet wurde. Es ist Ziel dieses Beitrages, einerseits allen Beteiligten den Stellenwert der abPs zu verdeutlichen und andererseits die Probleme der Gestaltung und der Umsetzung herauszuarbeiten, damit auf der Baustelle für die Ausführenden aber auch für die Abnehmenden ein wenig mehr Klarheit geschaffen wird. Der Beitrag soll auch dazu führen, dass die Unstimmigkeiten zwischen den Prüfstellen, dem DIBt und der Bauaufsicht beseitigt werden.

GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Allgemeines

Grundlagen für die Nachweisverfahren im Allgemeinen und damit auch für die allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse bilden die jeweiligen Bauordnungen, stellvertretend wird die Musterbauordnung (MBO) gewählt, die auch auf weitere Technische Baubestimmungen und die Bauregellisten hinweisen.

Musterbauordnung

Bezug genommen wird im Wesentlichen auf die §§ 17 – 25 MBO, in denen die Verwendung von Bauprodukten und Bauarten aufgelistet sind sowie auf die materiellen Anforderungen in den §§ 26 – 41, in denen die Anforderungen dargestellt sind, die u. a. durch die allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse abgedeckt werden. Weitere Abschnitte geben Hinweise zur Umsetzung der Nachweise. Zur besseren Übersicht werden nachfolgend die entscheidenden Abschnitte der MBO aufgelistet:

§ 17	Bauprodukt, Absatz 3
§19	Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
§ 21	Bauarten, Absatz 1
§ 22	Übereinstimmungsnachweis, Absätze 1 bis 5
§ 23	Übereinstimmungserklärung des Herstellers
§ 25	PÜZ-Stellen
§§ 26 – 32	Wände, Decken, Dächer
§§ 33 – 38	Rettungswege, Öffnungen und Umwehrungen
§§ 39 – 41	Technische Gebäudeausrüstungen

Bauregellisten

Als weitere wesentliche Grundlagen sind die Bauregellisten (BRL) A, Teile 1, 2 und 3 heranzuziehen, die in Verbindung mit den §§ 17 und 21 MBO als Auflistung für Bauprodukte und Bauarten baurechtlich eingeführt sind, s. auch Bild 1.

In BRL A Teil 1 wird in der letzten Spalte dargestellt, welcher Verwendbarkeitsnachweis (P oder Z) bei wesentlicher Abweichung von den in Spalte 3 dargestellten Technischen Regeln erforderlich wird. Wenn dort ein P steht, wird ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis erforderlich, dieser Verwendbarkeitsnachweis steht jedoch im Rahmen dieses Beitrages nicht zur Diskussion.

Behandelt werden die Bauprodukte und Bauarten, für die es Technische Baubestimmungen oder anerkannte Regeln nicht gibt, die aber beurteilt werden können nach anerkannten Prüfverfahren. In der BRL A Teil 2 sind unter der lfd. Nr. 2 alle Bauprodukte aufgelistet, deren Verwendbarkeitsnachweis über ein abP geführt wird und für die es allgemein anerkannte Prüfverfahren gibt (s. Spalte 4). In der BRL A Teil 3 sind unter der lfd. Nr. 2 alle entsprechenden Bauarten aufgelistet.

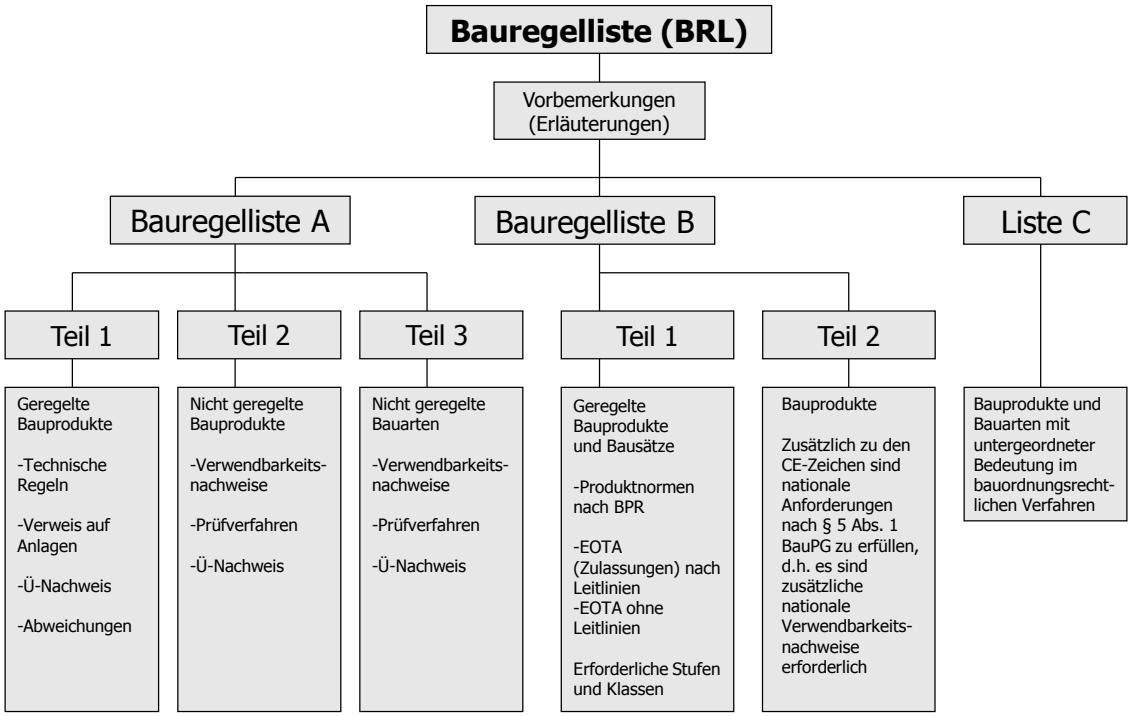


Bild 1 Schematische Darstellung der Bauregellisten

Erarbeitung von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen

Grundlage für die abPs sind die in den BRL aufgelisteten Bauprodukte und Bauarten in Verbindung mit den jeweiligen Prüfverfahren. Die Prüfstellen müssen für die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse für die jeweiligen Bauprodukte bzw. Bauarten durch die obersten Bauaufsichten bzw. durch das DIBt – das von den meisten obersten Bauaufsichten mit dieser Aufgabe betraut wurde – auf der Basis von § 25 der MBO anerkannt werden. Der Aufbau eines abPs ist schematisch in Bild 2 wiedergegeben.

Deckblatt	abP Nr. P..., Gegenstand, Antragsteller, Ausstellungsdatum, Geltungsdauer
Abschnitt 1	Beschreibung des Gegenstands, Angabe des Anwendungsbereiches in Bezug auf die Bauordnung, Angabe der lfd. Nr. der BRL
Abschnitt 2	Anforderungen an die Bauart
Abschnitt 3	Übereinstimmungserklärung des Anwenders
Abschnitt 4	Rechtsgrundlage
Abschnitt 5	Rechtsbehelfsbelehrung
Abschnitt 6	Allgemeine Hinweise

Bild 2 Aufbau eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses

Um hier eine einheitliche Linie zu erreichen, hat das DIBt den Prüfstellen in den „Hinweisen zur Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse“ formale Vorgaben gemacht, die unbedingt eingehalten werden müssen. Für den Anwendungsbereich gelten die Festlegungen der MBO bzw. der BRL und der Prüfnormen, wobei diese nicht immer eindeutig interpretierbar sind. Daher sollten die Prüfstellen im Rahmen eines Erfahrungsaustausches sicherstellen, dass einerseits gleiche Extrapolationsregeln angewendet werden und andererseits die Prüfverfahren in gleicherweise interpretiert werden. Aus Sicht der Bauaufsicht ist das zwingend notwendig, um sicherzustellen, dass in den Prüfstellen für die Industrie eine Gleichbehandlung gewährleistet wird.

Diese Auflagen in die Praxis umzusetzen, hat in der Vergangenheit zu Problemen geführt, da die Prüfstellen unterschiedliche Prüferfahrungen haben und gerade im Hinblick auf die Extrapolationen Auffassungen vertreten, die gemeinsame Beschlüsse fast unmöglich machten. Die Prüfstellen haben dadurch die Chance vertan, ihren Erfahrungsschatz aus einer Vielzahl von Prüfergebnissen als Fundus gemeinsam in die Waagschale zu werfen und den Beteiligten aufzuzeigen, dass gerade die Extrapolationsregeln ohne die Prüfstellen nicht erarbeitet werden können.

Es ist unbestritten, dass in wenigen Fällen abPs erteilt wurden, die durch die BRL in Verbindung mit den Prüfnormen vom Verfahren her nicht abgedeckt waren (aneinandergereihte Klappen als F-Wand) bzw. in denen Extrapolationen vorgenommen wurden, die überzogen waren (überhohe Trennwände). Als Folge gab es unterschiedliche Beurteilungen für vergleichbare Bauteile in verschiedenen Prüfstellen. Die Industrie, die im Vorfeld für möglichst weitgehende Extrapolationen eingetreten ist, hat sich dann über entsprechende Extrapolationen beschwert, weil in wenigen Fällen eine Wettbewerbsverzerrung nicht auszuschließen war. Leider hat man (die Bauaufsicht und das DIBt) diese Ausnahmen als Grundlage für die allgemeine Bewertung von abPs herangezogen und alles in Frage gestellt, obwohl nach Schätzung der Autoren mehr als 95 % der abPs keine technischen Falschaussagen enthalten. Es wird dringend erforderlich, dass Prüfstellen, Bauaufsicht und das DIBt wieder eine gemeinsame Sprachregelung finden, dazu ist es im ersten Schritt erforderlich, dass die Prüfstellen gemeinsame technische Lösungen präsentieren. Diese sind in sog. ABM-Beschlüsse zu fassen und mit dem DIBt abzustimmen. Die abgestimmten ABM-Beschlüsse sind dann von allen Prüfstellen einheitlich anzuwenden.

Prüfverfahren als Grundlage der abP

Die für die einzelnen Bauarten anerkannten Prüfverfahren sind in den Bauregellisten festgelegt. Dabei ist festzuhalten, dass die den Anwendbarkeitsnachweisen zugrunde liegenden Prüfnormen - vorzugsweise die Normenreihe DIN 4102 und auch teilweise ihre vergleichbaren europäischen Nachfolgeregelungen – als „Stellvertreternormen“ zu bewerten sind, die lediglich die Leistung einer idealisierten Bauwerkskomponente (Bauteil) dokumentieren und einen Vergleich zu andern Bauteilen herstellen, um einen Handel zu ermöglichen. Die

in den Normen festgelegten Abmessungen sind den vorhandenen Prüföfen angepasst, eine unmittelbare Umsetzung in die Praxis ist nicht möglich, da die Abmessungen im Bauwerk häufig wesentlich größer sind und die Randbedingungen bezogen auf den Einbau anders sind als im Prüfofen. Leider kennen die wenigsten der im Verfahren Beteiligten diese Hintergründe, da sie an der Normungsarbeit nicht unmittelbar beteiligt waren. Sie betrachten daher die Prüfnormen als „Anwendungsnormen“ und versuchen die Vorgaben dieser Normen in die Praxis umzusetzen.

Die Normenreihe DIN 4102 weist i. A. zwar keine detaillierten Extrapolationsregeln auf, sie ist aber eine Prüfnormenreihe, die ausdrücklich auf die Notwendigkeit von Extrapolationen hinweist. In DIN 4102-2, Abschnitt 6.1 wird ausgeführt, dass die Bauteile in ihren Prüfabmessungen den praktischen Anwendungen entsprechen müssen, wenn das nicht möglich ist, müssen sie bestimmten Mindestabmessungen entsprechen.

Die Prüfnormen der Reihe DIN 4102 sind zum größten Teil mehr Als 30 Jahre alt und entsprechen nur noch bedingt dem heutigen technischen Stand. Die Prüfpraxis hat sich in einigen Punkten geändert, diese Änderungen wurden auch in den Normungsgremien abgestimmt. Die nationalen Prüfnormen jetzt anzupassen ist nicht möglich, da vergleichbare europäische Normen erarbeitet wurden und werden und damit das Stillhalteabkommen zum Tragen kommt. Auch Extrapolationsregeln für die nationalen Prüfnormen jetzt zu erarbeiten macht wenig Sinn, da der Aufwand erheblich wäre – man versucht es z. Zt. auf europäischer Ebene – und das zu erwartende Ergebnis auch nicht alle Extrapolationen erfassen wird. Begrenzte Prüfofenabmessungen, nicht darstellbare Anschlüsse und auch der zumutbare Aufwand stehen in keinem Verhältnis zum möglichen Erfolg. Die Prüfnormen sind nur Stellvertreternormen und bei der Erstellung der Anwendbarkeitsnachweise darf eine technische „Denkleistung“ nicht ausgeschlossen werden. Dies sollten alle Beteiligten, d. h. auch die Bauaufsicht und das DIBt, bei ihren Aktionen bezogen auf die abPs berücksichtigen.

Die Industrie kann ohne Extrapolationen der Prüfergebnisse nicht leben, da in der Praxis im Vergleich zur Prüfsituation ganz andere Abmessungen und Anschlusskomponenten vorhanden sind. Die Prüfstellen haben daher schon immer – auch bevor es das Instrument der allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse (abP) gab – in den Prüfzeugnissen (die früher den Stellenwert eines Anwendbarkeitsnachweises hatten) miteinander abgestimmte Hinweise eingearbeitet, die für das Bauteil einen sinnvollen Einsatz in der Praxis ermöglichte. Die Abstimmung erfolgte über die ABM (Arbeitsgemeinschaft der Prüfstellen) in der Regel auch mit Wissen des DIBt und der entsprechenden Normungsgremien, in denen auch die Bauaufsicht vertreten war. Nach Einführung der abPs als allgemeine Anwendbarkeitsnachweise für die Bauarten flossen diese Erkenntnisse in die „Anwendungsbereiche“ der jeweiligen Bauteile ein. Es ist davon auszugehen, dass der größte Teil der so erarbeiteten Anwendbarkeitsnachweise technisch in Ordnung ist und vor allem keine Gefährdung für die öffentliche Sicherheit abzuleiten ist.

Die Anzahl der europäischen Prüfnormen, die in die BRL aufgenommen wurde, ist begrenzt, so dass die Ausstellung von abP mit europäischer Klassifizierung und dem in diesen Normen enthaltenen direkten Anwendungsbereich im Wesentlichen nur für Wände und Decken möglich ist. Von den Herstellern wird das derzeit auch nicht gewünscht, da dieser direkte Anwendungsbereich geringere Extrapolationen zulässt als es bisher national Praxis war. Ein denkbarer gangbarer Weg für die Zukunft wäre, die vermehrte Aufnahme von europäischen Prüfnormen und die Ausstellung von abP mit nationaler Klassifizierung und dem direkten Anwendungsbereich der EN. Dies würde auch dazu führen, dass kostenintensive Doppelprüfungen für die Firmen entfallen.

STELLENWERT DER ALLGEMEINEN BAUAUFSICHTLICHEN PRÜFZEUGNISSE

Ohne die allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse für die verschiedensten Bauteile wäre ein Nachweis für viele Konstruktionen nicht zu führen, da es für viele Bauteile keine Technischen Regeln für die Brandschutzausführung gibt und das DIBt kurzfristig nicht in der Lage sein wird, für alle diese Konstruktionen allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen zu erarbeiten. Das bezieht sich insbesondere auf den Ausbau mit den Bekleidungen für Tragkonstruktionen, den Innenausbau mit Unterdecken und Trennwänden aber auch auf die technische Gebäudeausrüstung mit den Installationskanälen und Schächten sowie den Lüftungskomponenten um nur einige Bauteile zu benennen.

In den abPs werden die Bauteile beschrieben und auch einige Anschlusskomponenten dargestellt, es ist jedoch unmöglich, alle in der Praxis vorkommenden Details in diesen Anwendbarkeitsnachweisen aufzulisten. Im Bild 3 ist eine typische Ausbausituation dargestellt mit Unterdecken, die an Trennwände anschließen. Wenn man weiß, wie viele verschiedene Trennwand- und Unterdeckentypen auf dem Markt sind und an wie vielen Rohbaukonstruktionen diese Ausbaukomponenten angeschlossen werden können, wird deutlich, dass nicht alle Details der unterschiedlichen Anschlüsse aufgelistet werden können.

Das abP bleibt immer der Anwendbarkeitsnachweis für ein einzelnes Bauteil mit der beispielhaften Darstellung von Anschlüssen an andere Bauteile. Einen vernünftigen Stellenwert kann das abP jedoch nur dann erreichen, wenn die am Bau Beteiligten dieses Instrument sinnvoll spielen können. Zunächst müssen die Prüfstellen festlegen, welche Extrapolationen aufgrund ihrer Prüferfahrungen mit welcher Begründung möglich sind. Diese Extrapolationen in den Bauteilabmessungen, in den Anschlüssen und in den Ausführungsdetails hängen von vielen Parametern ab, z. B.

- die Vorlaufzeit im Prüfergebnis bezogen auf die Klassifizierungszeit,
- die Verformung des Bauteils,
- die Rauchentwicklung bei einem raumabschließenden Bauteil und
- die Resttragfähigkeit bei einem tragenden Bauteil.

Bild 3 Flursituation mit TW und Unterdecken

Das abP muss darüber hinaus der allgemeine Verwendbarkeitsnachweis sein, der nicht bei jedem Detail, das nicht ausdrücklich in dem abP beschrieben wird, in Frage gestellt wird. Das gilt im Übrigen auch für die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

Der Gesetzgeber hat seine Schuldigkeit getan und Instrumente aufgezeigt, wie mit diesen „Abweichungen“ umzugehen ist. Dieses Thema wurde bereits anlässlich der Braunschweiger Brandschutztage 2006 vertieft, aufgrund seiner Bedeutung in Verbindung mit den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen muss es jedoch noch einmal aufgegriffen werden. Im § 22 der MBO (Übereinstimmungsnachweis) und in der BRL A Teil 3, lfd. Nr. 2, Spalte 5 wird deutlich, dass der Anwender in seiner Verantwortung eine Übereinstimmungserklärung abgeben darf, auch wenn es Abweichungen gibt, die „nicht wesentlich“ sind. Die anderen Beteiligten, die Hersteller und Anwender ebenso wie die Prüfstellen und die „Abnehmenden“ sind zumindest unsicher, wie sie die Situation bewerten sollen. Daher wird diese Problematik im nächsten Abschnitt noch einmal aufgegriffen.

ABWEICHUNGEN VON DEN VORGABEN EINES ABP

Es muss unterschieden werden zwischen „wesentlichen“ Abweichungen und „nicht wesentlichen“ Abweichungen. Eine klare Abgrenzung gibt es nicht und es sollte herausgearbeitet werden, wie man mit dieser Thematik umgeht bzw. wer Hilfestellung geben kann bei Abweichungen von den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen.

Bei „wesentlichen“ Abweichungen sind die Spielregeln verhältnismäßig eindeutig umzusetzen, wobei dem Anwender mehrere Möglichkeiten zur Verfügung stehen:

a) Es wird versucht, einen Verwendbarkeits-/Anwendbarkeitsnachweis sinngemäß zu ergänzen, z. B. den Anschluss einer Unterdecken an eine nichttragenden Wand zu prüfen, da bisher der Nachweis lediglich für den Anschluss an eine Massivwand geführt wurde. Das abP kann bei positiver Prüfung angepasst werden, die Prüfstellen müssen dann entscheiden, für welche Trennwände der Anschluss gelten soll. Es kann hier nur empfohlen werden, die Aussage im abP möglichst weit zu fassen, damit in der Baupraxis viele Anwendungsfälle abgedeckt sind.

b) Es wird das Verfahren einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) bei der obersten Bauaufsicht des betreffenden Bundeslandes angestrebt, dabei muss nachgewiesen werden, dass trotz der wesentlichen Abweichung, z. B. durch Konstruktionsanpassung, die erforderliche Klassifizierung erreicht wird. Hierzu wird im Allgemeinen eine brandschutztechnische Bewertung durch eine anerkannte Prüfstelle erforderlich, da diese am Ehesten bewerten kann, welchen Einfluss die Abweichung und die Kompensationsmaßnahmen auf das Brandverhalten haben.

c) Es gibt wesentliche Abweichungen, die eine Klassifizierung der Bauteile nicht mehr möglich machen, bzw. Konstruktionen, für die es keine anerkannten Prüfverfahren gibt. Unter Berücksichtigung möglicher Kompensationsmaßnahmen kann nachgewiesen werden, dass das Bauprodukt bzw. die Bauart trotz der Abweichungen die von der MBO vorgegebenen Schutzziele erfüllt (MBO §§ 3 und 14). Als Beispiel mag eine 10 m hohe feuerbeständige Wandkonstruktion dienen, die im oberen Anschlusspunkt durch eine ungeschützte Stahlkonstruktion ausgesteift wird, wenn gleichzeitig nachgewiesen werden kann, dass im Anschlussbereich bei einem natürlichen Brand maximal Temperaturen von 400 °C auftreten können, s. Bild 4. Mit dem Nachweis ist eine Abweichung nach § 67 MBO bei der unteren Bauaufsicht zu beantragen, ggf. kann entsprechend § 20 Abs. 1 Satz 2 MBO die oberste Bauaufsicht erklären, dass eine ZiE nicht erforderlich ist. Dieser Nachweis sollte durch den Ersteller des Brandschutzkonzeptes – ggf. i. V. mit einer anerkannten Prüfstelle – erfolgen.

Bei „nicht wesentlichen“ Abweichungen gibt es keine konkreten Vorgaben, wie sie zu behandeln sind. Aus der MBO § 22 (1) ist jedoch eindeutig abzuleiten, dass „als Übereinstimmung auch eine Abweichung gilt, die nicht wesentlich ist“. Bei den Bauarten nach abP erfolgt die Übereinstimmung mit den Vorgaben des abP durch eine Übereinstimmungserklärung des Anwenders, er ist konsequenterweise verantwortlich für die Entscheidung, ob die Abweichung „nicht wesentlich“ ist. Es gibt jedoch i. A. keine Hinweise, unter welchen Randbedingungen und mit welchen Kriterien eine Abweichung als *nicht wesentlich* betrachtet werden kann. Dem Anwender, der bei den Bauarten i. A. mit der Prüfung der Bauarten nicht vertraut ist, fehlen häufig nachvollziehbare Argumente gegenüber seinem Auftraggeber, der das ebenso wenig entscheiden kann.

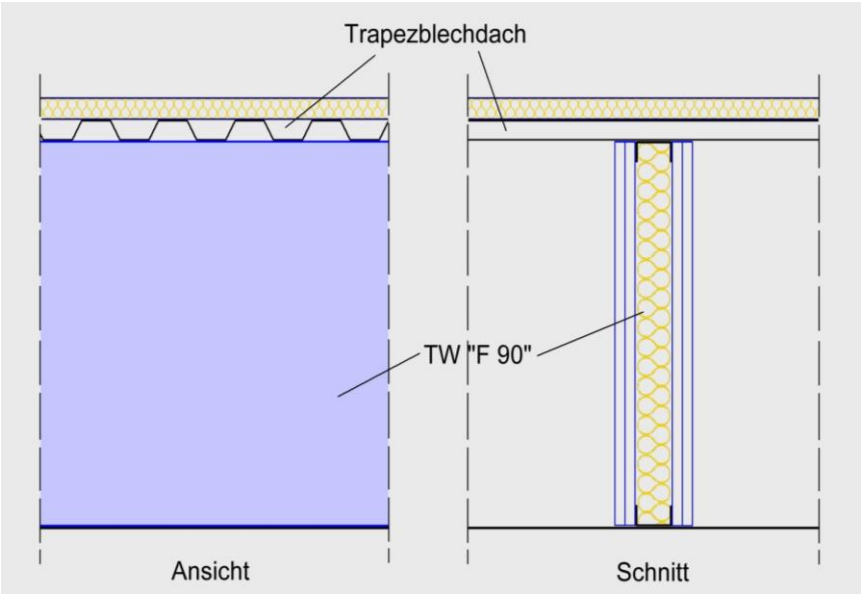


Bild 4 Hohe „F 90 – Wand“ nach abP mit Anschluss an Trapezblechdach

Bei „nicht wesentlichen“ Abweichungen gibt es keine konkreten Vorgaben, wie sie zu behandeln sind. Aus der MBO § 22 (1) ist jedoch eindeutig abzuleiten, dass „als Übereinstimmung auch eine Abweichung gilt, die nicht wesentlich ist“. Bei den Bauarten nach abP erfolgt die Übereinstimmung mit den Vorgaben des abP durch eine Übereinstimmungserklärung des Anwenders, er ist konsequenterweise verantwortlich für die Entscheidung, ob die Abweichung „nicht wesentlich“ ist. Es gibt jedoch i. A. keine Hinweise, unter welchen Randbedingungen und mit welchen Kriterien eine Abweichung als *nicht wesentlich* betrachtet werden kann. Dem Anwender, der bei den Bauarten i. A. mit der Prüfung der Bauarten nicht vertraut ist, fehlen häufig nachvollziehbare Argumente gegenüber seinem Auftraggeber, der das ebenso wenig entscheiden kann.

In Zweifelsfällen kann daher nur empfohlen werden, sich eine entsprechende Aussage vom Inhaber des abPs zu besorgen, der durch seine Kenntnisse bei der Entwicklung der Bauarten die Abweichungen besser beurteilen kann. Noch besser müssen die Prüfstellen die Abweichung bewerten können. Sie stellen dann Bewertungen aus, die es dem Anwender erleichtern, eine Übereinstimmungserklärung mit dem Hinweis auf eine „nicht wesentliche“ Abweichung abzugeben. Wenn über diesen Weg der Nachweis gelingt, dass die Klassifizierung durch die Abweichung nicht beeinflusst wird, kann der Anwender die Abweichung als „nicht wesentliche“ Abweichung betrachten und guten Gewissens die Übereinstimmungserklärung abgeben. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen auf der Hand:

- Das Verfahren einer Zustimmung im Einzelfall mit einem häufig sehr langen Weg kann vermieden werden.
- Es wird sichergestellt, dass eine Gefährdung bei Abweichungen nicht zu befürchten ist.

Sicherlich gibt es eine Grauzone und in Abhängigkeit von der vorhandenen Prüferfahrung kommen die Prüfstellen und Anwender bzw. Inhaber der abP auch einmal zu unterschiedlichen Bewertungen. Die Autoren gehen aber davon aus, dass „leichtfertige Bewertungen“ die Ausnahme sind ebenso wie „leichtfertige“ ZiE durch die obersten Bauaufsichten. Diese Gefahr steigt jedoch, wenn das abP „zurückgestutz“ wird auf das Geprüfte bzw. nur ein geringer Extrapolationsumfang zugelassen wird. Dies kann und sollte auch nicht im Interesse der Bauaufsicht sein.

UMSETZUNGEN IN DIE PRAXIS

Allgemeines

Den Beteiligten sollte klar werden, dass der Leistungsnachweis einer Konstruktion im Vordergrund steht, dass auf jeden Fall sichergestellt werden muss, dass eine Trennwand zwischen Nutzeinheiten trotz der Abweichung die erforderliche Feuerwiderstandsklasse erreicht. Von untergeordneter Bedeutung sollte dabei sein, ob die Abweichung sofort ins Auge fällt oder ob ein Außenstehender keinen Unterschied zu der Trennwand nach dem abP sieht. Alle Beteiligten sollten das schutzzielorientierte Brandschutzkonzept der MBO 2002 umsetzen und auch in der konkreten Auslegung nicht auf halbem Wege stehen bleiben.

Gerade bei den Bauteilen, insbesondere als Bauarten, bleiben wir im nationalen Bereich und außerhalb der Bauproduktenregelung, unter Berücksichtigung der Vergangenheit sollte man versuchen möglichst einfache Wege zu gehen, um einen erfolgreichen Abschluss von Baumaßnahmen zu ermöglichen.

Raumabschließende Bauteile

In diesen allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen sollte die weitestgehende Anwendung dokumentiert werden, sie muss im Vorfeld zwischen den Antragstellern und den Prüfstellen bei der Erarbeitung des Prüfprogramms abgestimmt werden. Trotz dieser Abstimmung gibt es immer Anwendungsfälle, die nicht im Vorfeld erfasst werden konnten bzw. die auch im Detail im abP nicht beschrieben werden konnten, um den Umfang des Nachweises nicht ausufern zu lassen, als Beispiel werden Wandecken ähnlich wie die Ecke der in Bild 4 dargestellten Verglasung genannt, die vom Anwender i. A. konstruktiv gelöst werden auf der Basis von Konstruktionshinweisen der Inhaber der abPs.

Wenn auf der Grundlage der Prüferfahrungen die Prüfstelle in der Lage ist, die konkrete Abweichung dahingehend zu bewerten, dass die Klassifizierung nicht beeinträchtigt wird, kann man diese Abweichung als *nicht wesentliche* Abweichung betrachten. Dabei sollte es keinen Einfluss haben, ob die Abweichung durch Zusatzmaßnahmen am Bauteil kompensiert wird oder aufgrund der vorhandenen Reserven im Bauteil beurteilt werden kann.

Bild 4 Eckausbildung einer raumabschließenden Verglasung

In zwei weiteren Beispielen sollen exemplarisch Anwendungsfälle dargestellt werden, die nicht im Detail im abP aufgelistet werden:

Ein I-Kanal ist als gerader vierseitiger Kanal im abP nachgewiesen, ggf. wurde eine dreiseitige Ausführung mit aufgenommen. In der Praxis kommen alle möglichen Ausführungsvarianten vor, z. B. eine gekrümmte Ausführung in Bild 5. Gegen diese Ausführungen bestehen brandschutztechnisch keine Bedenken, wenn die wesentlichen Vorgaben und die Konstruktionsgrundsätze des abPs umbesetzt werden:

- Abstand der Abhänger,
- Ausbildung der Stöße
- Befestigung an der Decke,
- Plattendicke und
- Ausbildung gekrümmter Platten.

Wenn diese Parameter positiv überprüft wurden, sind diese Ausführungen bisher als „nicht wesentliche“ Abweichungen bewertet worden, ggf. unter Berücksichtigung von Aussagen der Prüfstellen.

Auch brandschutztechnische Unterdecken sind in jedem Bauvorhaben Standard, sei es als eigenständige Unterdecken zur Kapselung von Brandlasten in notwendigen Fluren oder als Unterdecken zur Verbesserung des Brandverhaltens der Geschossdecken. In Bild 6 wird deutlich, welche Abweichungen aufgrund der Form der notwendigen Flure erforderlich werden, die die ausführenden Firmen seit Jahren auf der Basis der Konstruktionsvorgaben der Nachweisführenden als „nicht wesentliche“ Abweichung definieren.

Bild 5 I-Kanal Führung

Bild 6 Unterdecke im Verlauf eines notwendigen Flures

Es ist nicht auszuschließen, dass bei der Erarbeitung der abPs Formulierungen gewählt wurden, die diese Ansätze nicht sicher erkennen lassen. Für den Anwender musste aber zunächst das abP als der allgemeine Anwendbarkeitsnachweis gelten, der ihm jede in der Praxis übliche Form erlaubt.

VERANTWORTLICHKEITEN

Hersteller von Bauprodukten auf der Basis eines abP

Der Hersteller z. B. von Rauchschutztüren ist verpflichtet, das Bauprodukt unter Hinweis auf den Verwendungszweck und auf die Leistungsklassen zu kennzeichnen. Er dokumentiert mit dem Ü-Zeichen den Abschluss des Übereinstimmungsnachweisverfahrens, d. h. die Übereinstimmungserklärung und die Erklärung, dass ein Übereinstimmungszertifikat erteilt wurde. Ein vergleichbarer Weg ist die Kennzeichnung mit dem CE-Zeichen.

Der Hersteller übernimmt auch die Verantwortung für eine möglicherweise „nicht wesentliche“ Abweichung von dem abP.

Anwender von Bauarten

Er ist verantwortlich für den nachweiskonformen Einbau der Bauarten. Für alle nicht geregelten Bauarten muss er in Form einer Übereinstimmungserklärung die Verantwortung für die nachweiskonforme (abP) Ausführung übernehmen.

Er ist damit verantwortlich für möglicherweise „nicht wesentliche“ Abweichungen. Inwieweit er von seinem Wissen her dazu in der Lage ist, muss er selbst verantworten, es ist aber ggf. ratsam, sich bei dem Inhaber des abPs bzw. bei einer Prüfstelle abzusichern.

Damit wird aber auch deutlich, dass die Prüfstellen bei der Ausstellung eines abP sinnvollerweise vertretbare Extrapolationen mit in das abP aufnehmen sollten, da sie am Ehesten in der Lage sind diese Abweichungen zu bewerten.

Bauaufsicht

Die oberste Bauaufsicht, d. h. in den meisten Fällen das entsprechende Ministerium, ist u. a. zuständig für die „Zustimmung im Einzelfall“ (ZiE) bei „wesentlichen“ Abweichungen von den abPs oder die Freistellung von diesem Verfahren, s. § 20 MBO.

Die untere Bauaufsicht ist häufig konfrontiert mit der Aussage der Anwender, dass es sich bei einer Abweichung vom abP aber auch von einer abZ um eine „nicht wesentliche“ Abweichung handelt und sie müssen aber häufig in Streitfällen Stellung beziehen. Leider sind aufgrund der nicht existierenden generellen Festlegungen sehr unterschiedliche Aussagen zu erwarten und es hängt dann von der Überzeugungskraft der Argumente ab, ob die Begründung nachvollzogen werden kann. Auch aus diesem Grund wäre es hilfreich, viele häufig vorkommenden Details und Extrapolationen ggf. auch ohne Brandprüfung mit in das abP aufzunehmen.

Prüf- und Zertifizierungsstellen

Die Prüfstellen und ihre Anerkennungsorganisationen sollten erkennen, dass die allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse so abgefasst werden müssen, dass nicht das Prüfergebnis im Vordergrund steht, sondern die möglichst umfassende Verwendungsmöglichkeit des Nachweises. Dazu ist es notwendig, Ergebnisse ingenieurmäßig umzusetzen und mögliche Erweiterungen aufzunehmen, die die nachgewiesene Brandschutzleistung nicht beeinträchtigen. Einige Prüfstellen sind auf dem richtigen Wege, sie sollten aber auch Unterstützung finden auf diesem Wege bei ihren Anerkennungsorganisationen, die z. Zt. die ingenieurmäßigen Betrachtungen gerade bezogen auf die Bauarten häufig ausgrenzen.

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Das abP ist ein unverzichtbares Instrument im Brandschutz insbesondere für die Ausbaugewerke. Wenn zwischen der für den Prüfbereich anerkannten Prüfstelle und dem Antragsteller ein vernünftiges Prüfkonzept auf der Grundlage der BRL entwickelt wurde, sollte das abP einen Großteil der in der Praxis vorkommenden Anwendungsfälle abdecken. Allgemein gültige Extrapolationen über das Prüfergebnis hinaus sollten zwischen den Prüfstellen abgestimmt werden, damit eine Gleichbehandlung der Brandschutzindustrie gewährleistet wird.

Abweichungen im Einzelfall sind von den Anwendern (Hersteller bzw. ausführende Firmen) zu verantworten, wenn diese Abweichungen „nicht wesentlich“ sind und die Klassifizierung durch die Abweichung nicht beeinträchtigt wird. In Zweifelsfällen können die Prüfstellen Hilfestellung geben.

Bei „wesentlichen“ Abweichungen von dem abP bleiben nur zwei Wege offen:

- Es wird eine Zustimmung im Einzelfall beantragt, wenn trotz der Abweichung nachgewiesen werden kann, dass durch Kompensationsmaßnahmen an der Bauart die Klassifizierung eingehalten werden kann.
- Wenn aber die Klassifizierung nicht eingehalten werden kann, muss nachgewiesen werden, dass das bauaufsichtliche Schutzziel erreicht wird und es ist bei der unteren Bauaufsicht ein Antrag auf Abweichung im Sinne von § 67 MBO zu stellen.

Ziel der Gesetzgeber war eine Deregulierung der Vorschriften, um den Verwaltungsaufwand in der Baupraxis zu reduzieren. Konsequenterweise muss parallel die Produkt- und Ausführungshaftung hervorgehoben werden. Deshalb konnte es auch nicht Ziel sein, die Anzahl der Verfahren auf Zustimmung im Einzelfall zu erhöhen. Im Brandschutzkonzept der MBO hat man daher vor den Einzelanforderungen jeweils das Schutzziel platziert.

Neben den umfassenderen abPs mit sinnvollen Extrapolationen und Erweiterungen für die häufigen Anwendungsfälle ist der Nachweise der „nicht wesentlichen“ Abweichung vom abP für Einzelfälle daher konsequenterweise der richtige Weg. Er verlangt jedoch genaue „Ortskenntnis“ bezogen auf das Brandverhalten. Diese „Ortskenntnis“ kann man verbessern durch ein „Navigationssystem“ über die Prüfstellen, die am Ehesten wissen müssen, welche Einflüsse Abweichungen von einem abP auf das Brandverhalten einer Bauart haben und ob die Klassifizierung dadurch beeinträchtigt wird. Die Beteiligten an diesem Verfahren dürfen diesen Aussagen auch trauen, denn die Prüfstellen werden nicht leichtfertig ihre Anerkennung aufs Spiel setzen mit Gefälligkeitsgutachten.

Bei der Bewertung von Bauarten nach allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen sollten die Beteiligten nicht nur auf eine formale Betrachtung im Sinne der „Bauprodukte“ setzen, sondern im Hinblick auf einen optimalen Bauablauf unter Berücksichtigung der angestrebten Produkt- und Anwenderhaftung und der Kompetenz von Prüfstellen das Schutzziel in den Vordergrund zu stellen.

SITZUNG 2

NORMEN, RICHTLINIEN, VERORDNUNGEN

Sitzungsleitung: P. Schaumann, Hannover

STAND UND WEITERE ENTWICKLUNG DER BRANDSCHUTZNORMUNG IN DEUTSCHLAND UND EUROPA

Thomas Sommer
Deutsches Institut für Normung e. V.,Berlin

EUROCODES UND NATIONALE FESTLEGUNGEN - BEMESSUNG ZUM BRANDSCHUTZ

Die alten Eurocode Vornormen (DIN V ENV) aus dem Jahre 1997 sind zwar gegenwärtig noch zusammen mit den Nationalen Anwendungsdokumenten (NAD) anwendbar, sie wurden jedoch inzwischen überarbeitet und jeweils als DIN EN 199X-1-2 vom DIN veröffentlicht (s. Tabelle 1). Zu ihrer Anwendbarkeit wurden Nationale Anhänge erstellt, die zusammen mit alle anderen zur Kaltbemessung erforderlichen Eurocodes einschließlich deren Nationalen Anhängen für eine Gesamtbemessung nach Eurocode vorliegen müssen. Diese Nationalen Anhänge enthalten ähnlich wie die früher zu den Vornormen veröffentlichten Nationalen Anwendungsdokumente (NAD, s. u.) Festlegungen, um u. a. das deutsche Sicherheitsniveau zu gewährleisten.

Tabelle 1 Eurocodes und Nationalen Anhänge - Bemessung zum Brandschutz

Normbezeichnung	Titel
DIN EN 1991-1-2:2003-09	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen; Brandeinwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1991-1-2/NA:2010-12*	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1992-1-2:2006-10	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12*	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1993-1-2:2006-10	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1993-1-2/NA:2010-12*	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall

Normbezeichnung	Titel
DIN EN 1994-1-2:2006-11	Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton — Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1994-1-2/NA:2010-12*	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton — Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1995-1-2:2006-10	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1995-1-2/NA:2010-12*	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1996-1-2:2006-10	Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1996-1-2/NA:2011-?**	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 6 - Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln; Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1999-1-2:2007-05	Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1999-1-2/NA:2011-?**	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter — Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall
*) voraussichtliches Veröffentlichungsdatum **) in Vorbereitung	

Die Nationalen Anhänge werden voraussichtlich im Dezember 2010 als Normen vorliegen (mit Ausnahme des NA zum Mauerwerksbau). Der NA zum Aluminiumbau liegt als Entwurf vor und wird Anfang 2011 als Norm veröffentlicht. Parallel zur Veröffentlichung der NA werden alle bereits veröffentlichten Eurocodes zusammen mit etwaig vorliegenden Berichtigungen ebenfalls voraussichtlich im Dezember 2010 in einer konsolidierten Fassung vorliegen.

Die Anzahl der national festzulegenden Werte (NDP - Nationally Determined Parameters) in den „heißen“ Eurocode-Normen ist teilweise erheblich im Vergleich zu den bestehenden Vornormen reduziert worden, trotzdem liegen noch eine Reihe von national festzulegenden Parametern vor (Werte, für die auf

europäischer Ebene noch keine vollständige Harmonisierung möglich war). Diese wurden neben anderen Festlegungen (z. B. zur möglichen nationalen Anwendung von informativen Anhängen sowie Verweisen zur Anwendung der Eurocodes, soweit sie diese ergänzen und nicht widersprechen (NCI – Non-contradictory Complementary Information)) im Zuge dieser Bearbeitung der NA insbesondere auf Seiten der Bauaufsicht festgelegt.

Um zu gewährleisten, dass die Anwendung der „heißen Eurocodes“ das bisherige, allgemein akzeptierte Sicherheitsniveau nicht unterschreitet, hatte die Bauaufsicht eine Arbeitsgruppe gegründet, die diesen Nachweis zur Aufgabe hatte. Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hatte hierzu Forschungsvorhaben bewilligt. Die Forschungsberichte legen eine Gleichwertigkeit der Berechnung nach den „heißen Eurocodes“ zum gegenwärtigen deutschen Sicherheitsniveau dar.

Von bauaufsichtlicher Seite ist zurzeit geplant, die Eurocode-Pakete 2012 in der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen aufzuführen. Die Anwendung bestimmter Eurocodes „als gleichwertige Lösung“ soll jedoch bereits ab dem ersten Quartal 2011 möglich sein. Nationale Übergangsregeln für die gegenwärtigen, rein nationalen Bemessungsnormen wären noch festzulegen. Hier wird eine kurze Übergangsfrist erwogen.

Um den Anwendern einen Überblick zur Bemessung nach Eurocode zu geben und damit auch eine Arbeitshilfe, wurde bereits zu den Vornormen ein Beuth-Kommentar [2] mit Erläuterungen und Anwendungen zu den Eurocodes 1 bis 6 veröffentlicht. Dieser Beuth-Kommentar wird gegenwärtig an die neuen Eurocodes angepasst und soll Ende 2010 neu veröffentlicht werden.

Zur besseren Anwendbarkeit aller Eurocode-Teile einschließlich der Nationalen Anhänge und ggf. vorhandener Restnormen werden zeitnah zur Veröffentlichung des letzten für ein jeweiliges Paket erforderlichen Nationalen Anhangs Eurocode-Handbücher als „konsolidierte Eurocode-Fassungen“, die etwaige Berichtigungen (oder Änderungen, die im Bereich Brandschutz aber nicht vorliegen) sowie die Festlegungen der Nationalen Anhänge beinhalten, vom Beuth-Verlag veröffentlicht.

Die Eurocodes zur Bemessung im Brandfall werden wesentliche Teile von DIN 4102 4 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile“ ersetzen. Da in Deutschland die nationalen Bemessungsnormen für den „kalten Zustand“ entsprechend den Eurocodes überarbeitet wurden und veröffentlicht sind (Bemessung nach Teilsicherheitsbeiwerten), musste DIN 4102-4:1994 auch entsprechend überarbeitet werden. Wenn der rechnerische Nachweis im kalten Zustand nach den neuen Bemessungsnormen geführt wurde und wenn der Lastausnutzungsgrad nach DIN 4102-4 von Bedeutung ist, dann ist DIN 4102-22:2004 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4“ zusammen mit der Änderung DIN 4102-4/A1:2004, die in jedem Fall mit DIN 4102 4:1994 zu berücksichtigen ist, anzuwenden.

Da DIN 4102-4 insbesondere auch für raumabschließende tragende Bauteile (die nicht immer vollständig über die „heißen Eurocodes“ zu beurteilen sind, da es rechnerisch nicht möglich ist, das Leistungsverhalten zum Raumabschlusskriterium, das durch die europäische E-Klassifizierung beschrieben wird, zu bestimmen), wird DIN 4102-4 auch weiterhin von nationaler Bedeutung sein (neben vielen anderen Bauteilen/Bauarten, die von den Eurocodes nicht abgedeckt werden (d. h. sämtliche nichttragenden Bauteile, aber auch Brandwände, deren Stoßbeanspruchung, die zur „M“-Klassifizierung führt, nicht rechnerisch erfassbar).

Um nunmehr die Anwendbarkeit von DIN 4102-4 einschließlich ihrer Änderung A1 zusammen mit DIN 4102 22 zu verbessern und die Bemessung wieder auf eine Norm zu reduzieren, ist vorgesehen, wie folgt vorzugehen mit dem Ziel der Veröffentlichung einer konsolidierten Fassung:

a) um geringfügige Änderungen zur Anpassung an den Stand der Technik von DIN 4102-4:1994 zu ermöglichen, soll eine zweite Änderung A2 als Entwurf veröffentlicht werden (Ende 2010);
b) zur Überarbeitung (insbesondere zum Mauerwerksbau) soll eine Änderung A1 zu DIN 4102 22 als Entwurf veröffentlicht werden (Ende 2010);
c) die durch die Eurocodes abgedeckten Bereiche werden aus DIN 4102-4 und DIN 4102-22 herausgenommen;
d) in beiden Entwürfen wird angekündigt, dass deren endgültiges Ergebnis in eine konsolidierte Fassung von DIN 4102-4 einfließen wird, bestehend aus
    1) DIN 4102-4:1994 und der Änderung A1,
    2) DIN 4102-22:2004 sowie
    3) dem zu veröffentlichenden Ergebnis aus den Entwürfen zu E DIN 4102-4/A2 und E DIN 4102-22/A1.
e) DIN 4102-22:2004 soll bei Veröffentlichung der konsolidierten Fassung von DIN 4102-4 (dann auf der Basis des Eurocode-Teilsicherheitskonzepts für die verbleibenden tragenden Bauarten) zurückgezogen werden.

Dieses Vorhaben ist auf Grund der Komplexität sehr ambitioniert. Es liegen alleine ca. 170 normative, nunmehr datierte Verweise auf nationale Normen vor, die zu überprüfen und eventuell durch Verweise auf entsprechende europäische Normen (in der Regel Produktnormen) zu ersetzen sind. Dabei sind für die Bauarten nach DIN 4102-4 i. d. R. zusätzliche Aussagen zu den europäischen Produktnormen erforderlich, um die mit diesen Produktnormen in Konformität stehenden Produkte (z. B. Gipsplatten) im Wesentlichen auf die alten nationalen Produktnormen (hier von DIN EN 520 auf DIN 18180) zurückzuführen und damit das „alte“ Brandverhalten der neuen Produkte auf Basis von EN-Normen sicherzustellen. In diesem speziellen Beispiel wurde dieses „Zurückführen“ bereits zwischenzeitlich in der Neuausgabe von DIN 18180 berücksichtigt.

Unabhängig von dem großen Arbeitsumfang wird angestrebt, die Bearbeitungsdauer auf ein Minimum zu reduzieren unter Beibehaltung eines hohen Qualitätsanspruchs.

PRÜF- UND PRODUKTNORMEN

Europäische Prüfnormen zum Brandschutz einschließlich der Klassifizierung

Allgemeines

Neben der Erstellung von Bemessungsnormen (Eurocodes) für den Brandschutz sind auch Prüfnormen erforderlich, um bauaufsichtliche Nachweise für Bauprodukte führen zu können.

Die Prüfnormen werden in zwei wesentliche Bereiche unterteilt:

- die Prüfungen zum Brandverhalten von Baustoffen; und
- die Prüfungen zum Brandverhalten von Bauteilen (Feuerwiderstandsprüfungen).

Außerdem werden in diesem Bereich auch die zur Klassifizierung erforderlichen „Klassifizierungsnormen“ erstellt. Diese bilden ein Bindeglied zwischen den Prüfnormen auf der einen Seite und den Produktnormen auf der anderen Seite.

Brandverhalten von Baustoffen

Die Prüfverfahren sind erforderlich, um einen Baustoff hinsichtlich seines Brandverhaltens zu klassifizieren. Die neuen europäischen Prüfnormen und die zugehörige Klassifizierungsnorm sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Das wohl wichtigste Prüfverfahren für die brennbaren Bauprodukte ist das „SBI“-Prüfverfahren („Single Burning Item“ - „einzelner brennender Gegenstand“; Nachstellung eines gut gefüllten brennenden Papierkorbs oder Stuhls als Zündquelle) DIN EN 13823. Das „SBI“-Prüfverfahren spiegelt die Brandphase „Entstehungsbrand“ bis „flash-over“ wider.

In den augenblicklich in Bearbeitung befindlichen Produktnormen müssen Aussagen zur Prüfanordnung und Befestigung im SBI-Prüfverfahren gemacht werden.

Tabelle 2 Europäische Normen zur Prüfung und Klassifizierung von Bauprodukten zu ihrem Brandverhalten einschließlich Bodenbeläge

Europäische Norm	Titel der Norm	Veröffentlichung
DIN EN 13238	Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten - Konditionierungsverfahren und allgemeine Regeln für die Auswahl von Trägerplatten	2010-06
DIN EN ISO 1182	Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten - Nichtbrennbarkeitsprüfung (ISO 1182:2010)	2010-09 (ca.)
DIN EN ISO 1716	Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten - Bestimmung der Verbrennungswärme (ISO 1716:2010)	2010-10 (ca.)
DIN EN 13823	Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten - Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen	2010-11 (ca.)
DIN EN ISO 11925-2	Prüfungen zum Brandverhalten von Produkten - Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung - Teil 2: Einzelflammentest(ISO 11925-2:2010)	2011-01 (ca.)
DIN EN ISO 9239-1	Prüfungen zum Brandverhalten von Bodenbelägen - Teil 1: Bestimmung des Brandverhaltens bei Beanspruchung mit einem Wärmestrahler (ISO 9239-1 : 2010)	2010-11 (ca.)
DIN EN 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten	2010-01

Die Überarbeitungsphase der meisten o. g. Prüfverfahren ist abgeschlossen. Die hieraus resultierenden Änderungen sollten jedoch keinen Einfluss auf die Klassifizierung haben und im Wesentlichen der eindeutigeren Anwendung und Umsetzung der Prüfverfahren dienen mit dem Ziel einer verbesserten Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit dieser Prüfverfahren.

Zur zukünftigen Berücksichtigung von Aussagen zum sogenannten erweiterten Anwendungsbereich von Prüfergebnissen wurde auch die Klassifizierungsnorm angepasst.

Die anderen europäischen Prüfverfahren zur Beurteilung des Brandverhaltens von Bauprodukten entsprechen mehr oder weniger den Prüfverfahren in DIN 4102-1 und DIN 4102-14.

Das Brandverhalten von Baustoffen wird entsprechend den bauaufsichtlichen Entscheidungen (siehe auch Anlage zur Bauregelliste) entweder auf der Grundlage von DIN 4102-1 oder DIN EN 13501-1 klassifiziert. In den folgenden Tabellen werden die bauaufsichtlichen Anforderungen den Brandverhaltensklassen der jeweiligen Norm zugeordnet. Die Klassifizierungen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1 sind für den Nachweis des Brandverhaltens von Baustoffen alternativ anwendbar. Eine Korrelation zwischen den Klassifizierungssystemen besteht jedoch nicht. Entsprechend ist eine Übertragbarkeit von einem Klassifizierungssystem auf das andere nicht möglich.

Bauaufsichtliche Anforderungen mit der Klassifizierung nach DIN 4102-1 oder DIN EN 13501-1 mit Ausnahme von Bodenbelägen

Die nach DIN 4102-1 oder DIN EN 13501 1 klassifizierten Eigenschaften zum Brandverhalten von Baustoffen sind den bauaufsichtlichen Anforderungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften (es gilt jeweils die amtliche Bekanntmachung) gemäß Tabelle 3 bzw. Tabelle 4 zugeordnet.

Tabelle 3 Zuordnung der bauaufsichtlichen Anforderungen mit der Klassifizierung nach DIN 4102-1 mit Ausnahme von Bodenbelägen

Bauaufsichtliche Anforderungen	Baustoffklasse nach DIN 4102
nichtbrennbare Baustoffe	A A 1 A 2
brennbare Baustoffe schwerentflammbare Baustoffe normalentflammbare Baustoffe	B B 1 B 2
leichtentflammbare Baustoffe	B 3

Tabelle 4 Zuordnung der bauaufsichtlichen Anforderungen mit der Klassifizierung nach DIN EN 13501 1 mit Ausnahme von Bodenbelägen

Bauaufsichtliche Anforderungen	Zusatzanforderungen		Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1
	kein Rauch	kein brennendes Abfallen/Abtropfen	
Nichtbrennbar	X	X	A1
	X	X	A2 - s1 d0
Schwerentflammbar	X	X	B - s1,d0 C - s1,d0
		X	A2 – s2,d0 A2 – s3,d0 B – s2,d0 B – s3,d0 C – s2,d0 C – s3,d0
	X		A2 – s1,d1 A2 – s1,d2 B – s1,d1 B – s1,d2 C – s1,d1 C - s1,d2
			A2 – s3,d2 B – s3,d2 C – s3,d2
Normalentflammbar		X	D – s1,d0 D – s2,d0 D – s3,d0 E
			D – s1,d1 D – s2,d1 D – s3,d1 D – s1,d2 D – s2,d2 D – s3,d2
			E - d2
Leichtentflammbar			F

Bauaufsichtliche Anforderungen mit der Klassifizierung nach DIN 410211 und DIN EN 1350111 für Bodenbeläge

Die nach DIN EN 1350111 klassifizierten Eigenschaften zum Brandverhalten von Bodenbelägen entsprechen den bauaufsichtlichen Anforderungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften (es gilt jeweils die amtliche Bekanntmachung) gemäß Tabelle 5. Die zusätzlichen Angaben sind in Tabelle 6 erläutert.

Tabelle 5 Zuordnung der bauaufsichtlichen Anforderungen mit der Klassifizierung nach DIN EN 13501-1 für Bodenbeläge

Bauaufsichtliche Anforderungen	Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1
Nichtbrennbar	$A1_{fl}$
	$A2_{fl}$ - s1
Schwerentflammbar	B_{fl} - s1 C_{fl} – s1
Normalentflammbar	$A2_{fl}$ – s2 B_{fl} – s2 C_{fl} – s2 D_{fl} - s1 D_{fl} – s2 E_{fl}
Leichtentflammbar	F_{fl}

Tabelle 6 Erläuterungen der zusätzlichen Angaben zur Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen (einschl. Bodenbelägen) nach DIN EN 13501-1

Herleitung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
s (Smoke)	Rauchentwicklung	Anforderungen an die Rauchentwicklung
d (Droplets)	brennendes Abtropfen/Abfallen	Anforderungen an das brennende Abtropfen/Abfallen
$..._{fl}$ (Floorings)		Brandverhaltensklasse für Bodenbeläge

Brandverhalten von Bedachungen bei Brandbeanspruchung von außen

Für die Prüfung von Bedachungen, die durch Flugfeuer von außen beansprucht werden, wurde DIN V ENV 1187 „Prüfverfahren zur Beanspruchung von Bedachungen durch Feuer von außen“ veröffentlicht. Als Szenario wurde für die unterschiedlichen Prüfverfahren ein Brand eines benachbarten Gebäudes oder einer vergleichbaren außenseitigen Brandquelle gewählt, die durch Wärmestrahlung, verbunden mit Flugfeuer, auf das Dach des noch nicht in Brand geratenen Gebäudes einwirkt.

Das Prüfverfahren 1 nach DIN V ENV 1187 geht von DIN 4102-7 aus und verwendet als Brandeinwirkung ein simuliertes Flugfeuer, das selbstverständlich auch durch die von den Flammen und der entwickelten Glut der Feuerquelle durch Wärmestrahlung auf die Dachabdichtung einwirkt.

Das Prüfverfahren 2 nach DIN V ENV 1187 wendet eine Brandeinwirkung eines andersartig simulierten Flugfeuers an, dessen Einwirkung im Zusammenwirken mit der Wärmeentwicklung der gezündeten Dachabdichtung durch Windeinfluss

verstärkt wird. Es handelt sich um das in Skandinavien angewandte Prüfverfahren.

Das Prüfverfahren 3 nach DIN V ENV 1187 wurde von französischer Seite eingebracht. Unter erheblicher Wärmestrahlung und im Zusammenwirken mit einem mehr als Zündquelle wirkenden Flugfeuer wird das Dach unter Windeinfluss geprüft. Dieses Prüfverfahren ähnelt demjenigen, das ursprünglich in Deutschland für die Prüfung und Klassifizierung großflächiger Industriedächer im Rahmen der Normenreihe DIN 18234 entwickelt werden sollte.

Das Prüfverfahren 4 nach DIN V ENV 1187 wurde von englischer Seite aus auf CEN-Ebene eingebracht und ist als letztes der vier Prüfverfahren veröffentlicht worden. Es deckt die Anforderungen im Vereinigten Königreich ab.

DIN V ENV 1187, die gegenwärtig in Überarbeitung ist, stellt mit den vier vorliegenden unterschiedlichen Prüfverfahren keine vollständige Harmonisierung dar. Sie entspricht mehr regionalen Bedürfnissen und wurde bislang von Seiten der Kommission als Zwischenlösung angesehen, was jedoch gegenwärtig relativiert wird. Bis eine vollständig harmonisierte Lösung entwickelt wird, kann es noch viele Jahre dauern. Es ist vorgesehen, dass die Mitgliedsländer sich jeweils auf eines der vier Prüfverfahren einigen. Dieses wäre dann Grundlage des Verwendbarkeitsnachweises. In Deutschland wurde Prüfverfahren 1 zur Erstellung von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen gewählt (zum Nachweis der sogenannten „harten Bedachung“). Die Klassifizierungsnorm für die Bedachungen DIN EN 13501-5 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Dachprüfungen bei Feuer von außen“ liegt als Norm vor.

Zu allen vier Prüfverfahren ist gegenwärtig ein Dokument zum direkten und erweiterten Anwendungsbereich in Bearbeitung.

Bauaufsichtliche Anforderungen mit der Klassifizierung nach DIN EN 13501-5

Die nach DIN EN 13501-5 klassifizierten Eigenschaften zum Brandverhalten von Bedachungen entsprechen den bauaufsichtlichen Anforderungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften (es gilt jeweils die amtliche Bekanntmachung) gemäß Tabelle 7.

Tabelle 7 Zuordnung der bauaufsichtlichen Anforderungen mit der Klassifizierung nach DIN EN 13501 5

Bauaufsichtliche Anforderung	Klasse nach DIN EN 13501-5
Widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme (harte Bedachung)	B_{ROOF} (t1)
Keine Leistung festgestellt (weiche Bedachung)	F_{ROOF} (t1)

Brandverhalten von Bauteilen (Feuerwiderstandsprüfungen)

Die Prüfverfahren sind erforderlich, um ein Bauteil oder eine Bauart hinsichtlich seiner/ihrer Feuerwiderstandsfähigkeit zu klassifizieren. Der Stand der europäischen Prüfnormen und der zugehörigen Klassifizierungsnormen ist in Tabelle 8 aufgeführt. Die wesentlichen europäischen Prüfnormen sind bereits 1999 veröffentlicht worden und werden gegenwärtig überarbeitet. Die Prüfverfahren entsprechen wie oben angedeutet im Wesentlichen den zugehörigen Prüfverfahren der Reihe DIN 4102.

Tabelle 8 Stand der Normung zu Feuerwiderstandsprüfungen und Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten

Normenreihe DIN EN	Teil	Haupttitel/Untertitel (inhaltlich)	Veröffentlichung
1363	Feuerwiderstandsprüfungen		
	1	Allgemeine Anforderungen	1999-10
	2	Alternative und ergänzende Verfahren	1999-10
	3	Nachweis der Ofenleistung ((Vornorm))	1999-09
1364	Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile		
	1	Wände	1999-10
	2	Unterdecken	1999-10
	3	Vorhangfassaden; Gesamtausführung	2006-12
	4	Vorhangfassaden, Teilausführung	2007-06
	5*	Naturbrandprüfung an Fassaden und Vorhangfassaden	ca. 2012
1365	Feuerwiderstandsprüfung für tragende Bauteile		
	1	Wände	1999-10
	2	Decken und Dächer	2000-02
	3	Balken	2000-02
	4	Stützen	1999-10
	5	Balkone und Laubengänge	2005-02
	6	Treppen und Laubengänge	2005-02
13381	Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen		
	1	Horizontal angeordnete Brandschutzbekleidung (DIN CEN/TS 13381-1)	2006-03

Normenreihe DIN EN	Teil	Haupttitel/Untertitel (inhaltlich)	Veröffentlichung
	2	Vertikal angeordnete Brandschutzbekleidungen (DIN V ENV 13381-2)	2003-09
	3	Brandschutzmaßnahmen für Betonbauteile (DIN V ENV 13381-3)	2003-09
	4	Brandschutzmaßnahmen für Stahlbauteile (DIN V ENV 13381-4)	2003-09
	5	Brandschutzmaßnahmen für profilierte Stahlblech/Beton Verbundkonstruktionen (DIN V ENV 13381-5)	2003-09
	6	Brandschutzmaßnahmen für betonverfüllte Stahlverfüllte Stahlverbund-Hohlstützen (DIN V ENV 13381-6)	2003-09
	7	Brandschutzmaßnahmen für Holzbauteile (DIN V ENV 13381-7)	2003-09
	8	Reaktive Ummantelung von Stahlbauteilen	2010-09
	9*	Stahlträger mit Stegöffnungen	ca. 2012
1366	Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen		
	1	Leitungen	1999-10
	2	Brandschutzklappen	1999-10
	3	Abschottungen	2009-07
	4	Abdichtungssysteme für Bauteilfugen	2006-08
	5	Installationskanäle und –schächte	2003-12
	6	Doppel- und Hohlböden	2005-02
	7	Abschlüsse für Förderanlagen und bahngebundene Transportsysteme	2004-09
	8	Entrauchungsleitungen	2004-10
	9	Entrauchungsleitungen für einen Einzelabschnitt	2008-08
	10*	Entrauchungsklappen	ca. 2011
	11*	Funktionserhalt von Kabelanlagen	ca. 2012
1634	Feuerwiderstandsprüfungen für Tür- und Abschlusseinrichtungen		
	1	Feuerschutzabschlüsse	2009-01
	2	Baubeschläge für Feuerschutzabschlüsse	2009-05
	3	Rauchschutzabschlüsse	2005-01

Normenreihe DIN EN	Teil	Haupttitel/Untertitel (inhaltlich)	Veröffentlichung
13501	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten		
	2	Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen	2010-02
	3	Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen an Bauteilen von haustechnischen Anlagen: Feuerwiderstandsfähige Leitungen und Brandschutzklappen	2010-02
	4	Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen von Anlagen zur Rauchfreihaltung	2010-01
* In Vorbereitung			

Diese Prüfverfahren geben darüber Auskunft, wie lange ein Bauteil einer definierten Brandbeanspruchung im Großversuch standhält. Die Klassifizierung der Feuerwiderstandsdauer in Minuten wird in Klassen eingeteilt wie z. B. REI 30, R 60 oder EI 90 und beschreibt die Feuerwiderstandsfähigkeit des geprüften Bauteils. Ein raumabschließendes, tragendes Bauteil (z. B. eine Wand), das eine Klassifizierung von REI 90 erhalten hat, war in der Lage, der Brandbeanspruchung während der Prüfung mindestens 90 Minuten standzuhalten; d. h., sowohl das Tragverhalten (Kriterium „R“), als auch der Raumabschluss (z. B. keine großen, durch das Bauteil gehenden Risse; Kriterium „E“) und die Wärmedämmung (Temperaturkriterium an der dem Feuer abgekehrten Bauteilseite; Kriterium „I“) waren mindestens für diese Zeit erfüllt.

Die Klassifizierungsnorm DIN EN 13501-2 zu den Bauteilprüfungen gibt Auskunft unter anderem zu den oben genannten Feuerwiderstandsklassen.

Bauaufsichtliche Anforderungen an Bauteile zur Gewährleistung einer bestimmten Dauer der Feuerwiderstandsfähigkeit werden u. a. durch die Benennungen „feuerhemmend“ und „feuerbeständig“ ausgedrückt (siehe auch Anlage zur Bauregelliste). In den folgenden Tabellen werden die bauaufsichtlichen Benennungen den Klassen nach den relevanten Teilen der Reihe DIN 4102 sowie DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3 zugeordnet. Die Klassifizierungen nach den relevanten Teilen der Reihe DIN 4102 und nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3 sind für den Nachweis der geforderten Feuerwiderstandsdauer eines Bauteiles alternativ anwendbar. Eine Korrelation zwischen den Klassifizierungssystemen besteht jedoch nicht. Entsprechend ist eine Übertragbarkeit von einem Klassifizierungssystem auf das andere nicht gegeben.

Die nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3 oder den entsprechenden Teilen der Reihe DIN 4102 klassifizierten Eigenschaften zum Feuerwiderstands-

verhalten entsprechen den Benennungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften (es gilt jeweils die amtliche Bekanntmachung) gemäß Tabelle 9, Tabelle 10 und Tabelle 11. Die zusätzlichen Angaben werden in Tabelle 12 erläutert.

Tabelle 9 Zuordnung der bauaufsichtlichen Anforderungen mit der Klassifizierung zum Feuerwiderstand von Bauteilen nach DIN 4102-2

Bauaufsichtliche Anforderungen	Klassen nach DIN 4102-2	Kurzbezeichnung nach DIN 4102-2
feuerhemmend	Feuerwiderstandsklasse F 30	F 30 - B[1)]
feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerwiderstandsklasse F 30 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 30 - A[1)]
hochfeuerhemmend	Feuerwiderstandsklasse F 60 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 60 - AB[2)]
	Feuerwiderstandsklasse F 60 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 60 - A[2)]
feuerbeständig	Feuerwiderstandsklasse F 90 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90 - AB[3) 4)]
feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerwiderstandsklasse F 90 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F 90 - A[3) 4)]

[1)] bei nichttragenden Außenwänden auch W 30 zulässig

[2)] bei nichttragenden Außenwänden auch W 60 zulässig

[3)] bei nichttragenden Außenwänden auch W 90 zulässig

[4)] nach bestimmten bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften einiger Länder auch F 120 gefordert

Tabelle 10 Zuordnung der bauaufsichtlichen Anforderungen mit der Klassifizierung zum Feuerwiderstand von Bauteilen nach DIN EN 13501-2

Bauaufsichtliche Anforderung	Tragende Bauteile		Nichttragende Innenwände	Nichttragende Außenwände	Doppelböden	Selbständige Unterdecken
	ohne Raumab.	mit Raumab.				
feuerhemmend	R 30	REI 30	EI 30	E 30 (i→o) und EI 30 (i←o)	REI 30	EI 30(a↔b)
hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	EI 60	E 60 (i→o) und EI 60 (i←o)		EI 60(a↔b)
feuerbeständig	R 90	REI 90	EI 90	E 90 (i→o) und EI 90 (i←o)		EI 90(a↔b)
Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Min.	R 120	REI 120	--	--		--
Brandwand	--	REI 90-M	EI 90-M	--		--

Tabelle 11 Zuordnung der bauaufsichtlichen Anforderungen mit der Klassifizierung zum Feuerwiderstand von Bauteilen nach DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13501-41)

Bauaufsichtliche Anforderungen	Sonderbauteil										
	Feuerschutzabschlüsse (auch in Förderanlagen)		Rauchschutztüren [2]	Kabelabschottungen	Rohrabschottungen	Lüftungsleitungen	Klappen in Lüftungsleitungen	Installationsschächte und -kanäle	elektrische Leitungsanlagen mit Funktionserhalt	Abgasanlagen	Brandschutzverglasungen [3]
	ohne Rauchschutz	mit Rauchschutz									
feuerhemmend	$EI_2$30-C.[2]	$EI_2$30-C.S_m[2]		EI 30	EI 30-U/U[4] EI 30-C/U[5]	EI 30 ($v_e h_o$ i↔o)-S	EI 30 ($v_e h_o$ i↔o)-S	EI 30 ($v_e h_o$ i↔o)	P 30	EI 30(i↔o)-O oder EI 30 (i←o) und Gxx[6]	E 30
hochfeuerhemmend	$EI_2$60-C.[2]	$EI_2$60-C.S_m[2]		EI 60	EI 60-U/U[4] EI 60-C/U[5]	EI 60 ($v_e h_o$ i↔o)-S	EI 60 ($v_e h_o$ i↔o)-S	EI 60 ($v_e h_o$ i↔o)	P 60	EI 60 (i↔o)-O oder EI 60 (i←o) und Gxx[6]	E 60
feuerbeständig	$EI_2$90-C.[2]	$EI_2$90-C.S_m[2]		EI 90	EI 90-U/U[4] EI 90-C/U[5]	EI 90 ($v_e h_o$ i↔o)-S	EI 90 ($v_e h_o$ i↔o)-S	EI 90 ($v_e h_o$ i↔o)	P 90	EI 90 (i↔o)-O oder EI 90 (i←o) und Gxx[6]	E 90
Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Minuten	--	--		EI 120	EI 120-U/U[4] EI 120-C/U[5]	--	--	--			--
rauchdicht und selbstschließend			S_m-C.[2]								

1 zurzeit Entwurf, anwendbar mit Erscheinen der Norm
2 Festlegungen zur Lastspielzahl für die Dauerfunktionsprüfungen werden noch getroffen
3 Brandschutzverglasungen nach dieser Tabelle sind nicht als feuerhemmend, hochfeuerhemmend oder feuerbeständig zu verwenden; Brandschutzverglasungen, bei denen eine Übertragung von Feuer und Wärme über eine bestimmte Dauer (Feuerwiderstandsdauer) verhindert wird, werden nach Tabelle 10 klassifiziert
4 Für die Abschottung von brennbaren Rohren oder Rohren mit einem Schmelzpunkt $< 1000°C$
5 Für die Abschottung mit nichtbrennbaren Rohren mit einem Schmelzpunkt $\geq 1000°C$
6 Anwendung der Klasse in Verbindung mit G nur bei festen Brennstoffen; Rußbrandbeständigkeit G mit Angabe eines Abstandes in mm zu brennbaren Baustoffen (gemäß Prüfung)

Tabelle 12 Erläuterungen der Klassifizierungskriterien und der zusätzlichen Angaben zur Klassifizierung des Feuerwiderstands nach DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13501 4

Herleitung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
R (Résistance)	Tragfähigkeit	zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit
E (Étanchéité)	Raumabschluss	
I (Insulation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)	
W (Radiation)	Begrenzung des Strahlungsdurchtritts	
M (Mechanical)	Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbeanspruchung)	
S_m ($Smoke_{max.\ leakage\ rate}$)	Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckrate)	Rauchschutztüren (als Zusatzanforderung auch bei Feuerschutzabschlüssen), Lüftungsanlagen einschließlich Klappen
C... (Closing)	Selbstschließende Eigenschaft (ggf. mit Anzahl der Lastspiele) einschl. Dauerfunktion	Rauchschutztüren, Feuerschutzabschlüsse (einschließlich Abschlüsse für Förderanlagen)
P	Aufrechterhaltung der Energieversorgung und/oder Signalübermittlung	Elektrische Kabelanlagen allgemein
G	Rußbrandbeständigkeit	Schornsteine
K_1, K_2	Brandschutzvermögen	Wand- und Deckenbekleidungen (Brandschutzbekleidungen)
I_1, I_2	unterschiedliche Wärmedämmungskriterien	Feuerschutzabschlüsse (einschließlich Abschlüsse für Förderanlagen)
i→o i←o i↔o (in - out)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Nichttragende Außenwände, Installationsschächte/-kanäle, Lüftungsanlagen/-klappen
a↔b (above - below)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Unterdecken
v_e, h_o (vertical-horizontal)	für vertikalen/horizontalen Einbau klassifiziert	Lüftungsleitungen/-klappen
u/u (uncapped/ uncapped)	Rohrende offen innerhalb des Prüfofens/ Rohrende offen außerhalb des Prüfofens	Rohrabschottungen
c/u (capped/ uncapped)	Rohrende geschlossen innerhalb des Prüfofens/ Rohrende offen außerhalb des Prüfofens	Rohrabschottungen
u/c	Rohrende offen innerhalb des Prüfofens/Rohrende geschlossen außerhalb des Prüfofens	Rohrabschottungen

Europäische und nationale Produkt- und Bemessungsnormen im Bereich Industriebau/Sonderbauten

Zum Stand der Europäischen Normen insbesondere für Anlagen zur Sicherstellung von raucharmen Zonen siehe Tabelle 13. Der Teil 5 der Normenreihe DIN EN 12101 wurde auf europäischer Ebene als CEN-Bericht veröffentlicht, hat jedoch lediglich informativen Charakter und ist entsprechend als Bemessungsnorm für die Auslegung von Rauch- und Wärmeabzugsanlage nur bedingt geeignet. Entsprechend wurde dieser CEN-Bericht in Deutschland nicht veröffentlicht. Er soll auf CEN-Ebene in Anlehnung an die entsprechende BSI-Norm überarbeitet werden. Auch diese neue Fassung ist gegenwärtig nicht zur Veröffentlichung als DIN-Norm vorgesehen.

Tabelle 13 Stand der Normenreihe DIN EN 12101 „Rauch- und Wärmefreihaltung“

Teil	Untertitel	Veröffentlichung
1	Bestimmungen für Rauchschürzen - Anforderungen und Prüfverfahren	2006-06
2	Bestimmungen für natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte	2003-09
3	Bestimmungen für maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsgeräte	2002-06
4	Bausätze zur Rauch- und Wärmefreihaltung	nicht in Deutschland veröffentlicht
5	Funktionelle Anforderungen und Rechenverfahren für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	nicht in Deutschland veröffentlicht
6	Differenzdrucksysteme - Bausätze	2005-09
7	Entrauchungsleitungen	ca. 2011
8	Entrauchungsklappen	ca. 2011
9	Steuerungstafeln	ca. 2011
10	Energieversorgung	2006-01

Die meisten der schon veröffentlichten Teile der Normenreihe DIN EN 12101 befinden sich gegenwärtig in unterschiedlichen Stadien der Überarbeitung bzw. Erstellung.

In der Normenreihe DIN 18232 „Rauch- und Wärmefreihaltung“ wurde der Teil 2 zwischenzeitlich überarbeitet und mit Ausgabe 2007-01 veröffentlicht. Zwei neue Teile dieser Normenreihe liegen nunmehr zur Bewertung von Wärmeabzügen sowie zu Öffnungsaggregaten vor. Die Normenreihe DIN EN 12101 hat bzw. wird die produktbezogenen Teile der Reihe DIN 18232 ersetzen. Die verbleibenden Teile sind in Tabelle 14 aufgeführt.

Tabelle 14 Stand der Normenreihe DIN 18232 „Rauch- und Wärmefreihaltung“

Teil	Untertitel	Veröffentlichung
1	Begriffe, Aufgabenstellung	2002-02
2	Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA); Bemessung, Anforderungen und Einbau	2007-11
4	Wärmeabzüge (WA); Prüfverfahren	2003-04
5	Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA); Anforderungen, Bemessung	2003-04
6	Maschinelle Rauchabzüge (MRA); Anforderungen an die Einzelbauteile und Eignungsnachweise ((Vornorm))	1997-10
7	Wärmeabzüge aus schmelzbaren Stoffen; Bewertungsverfahren und Einbau	2008-02
8	Öffneraggregate für Gebäudeabdeckungen zur Entlüftung oder Rauchableitung ((Vornorm))	2008-07

Neben der nationalen Normenreihe DIN 18232 liegen die Normenreihen DIN 18234 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer, Brandbeanspruchung von unten“ sowie DIN 18230 „Baulicher Brandschutz im Industriebau“ vor, die in Tabelle 15 und 16 zusammengestellt sind.

Tabelle 15 — Stand der Normenreihe DIN 18234 „Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer, Brandbeanspruchung von unten“

Teil	Untertitel	Veröffentlichung
1	Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, geschlossene Dachflächen	2003-09
2	Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18234-1 erfüllen, geschlossene Dachflächen	2007-12
3	Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, Durchdringungen, Anschlüsse und Abschlüsse von Dachflächen	2007-12
4	Verzeichnis von Durchdringungen, Anschlüssen und Abschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18234-3 erfüllen	2007-12

Alle in Tabelle 15 benannten Teile der Normenreihe DIN 18234 befinden sich gegenwärtig in Überarbeitung. Aus unterschiedlichen Gründen ist vorgesehen, im Teil 1 einen verkleinerten Prüfstand als Regelprüfstand zu berücksichtigen. Der bislang verwendete Prüfstand verbleibt jedoch in der Norm in einem Anhang. Die Teile 2 und 4, die sich bislang auf rein nationale Produktnormen in

ihren jeweiligen Verzeichnissen bezogen haben, müssen nunmehr an die europäischen Produktnormen angepasst werden. Hier liegen entsprechend ähnliche Probleme vor, wie bei der Überarbeitung von DIN 4102-4. Ansonsten bezieht sich die Normenreihe DIN 18234 auf großflächige Dächer bei Brandbeanspruchung von unten. Die Dachaufbauten müssen derart sein, dass eine Brandweiterleitung über die Dachfläche möglichst verhindert wird. Die Prüfverfahren nach Teil 1 und 3 bieten entsprechende Beurteilungskriterien.

Tabelle 16 Stand der Normenreihe DIN 18230 „Baulicher Brandschutz im Industriebau“

Teil	Untertitel	Veröffentlichung
1	Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer	2010-09
2	Ermittlung des Abbrandverhaltens von Materialien in Lageranordnung - Werte für den Abbrandfaktor m	1999-01
3	Rechenwerte	2008-01
4	Ermittlung der äquivalenten Branddauer und des Wärmeabzugs durch Brandsimulation	ca. 2012

Die Normenreihe DIN 18230 behandelt den baulichen Brandschutz im Industriebau. Die Überarbeitung von Teil 1 ist nunmehr abgeschlossen. Im Zuge dieser Überarbeitung wurden die Erfahrungen der letzten gut 10 Jahre mit der Anwendung des Teil 1 berücksichtigt. Insbesondere werden nunmehr die Anrechenbarkeit von Öffnungen und Flächen spezifiziert aber auch die Abtrennung von Teilabschnitten unabhängig von der Brandlast behandelt. Mit dem neuen Teil 4, der sich gegenwärtig in Bearbeitung befindet, sollen die Ingenieurmethoden mehr berücksichtigt werden, um die Anwendbarkeit von Teil 1 indirekt zu erweitern.

ÜBERGANG VON DER NATIONALEN NORMUNG AUF DIE EUROPÄISCHE NORMUNG

Produktnormen

Das Leitpapier J (Guidance Paper J) [3] ist am 3. April 2000 erschienen, in dem die Richtwerte für Übergangsfristen angegeben sind.

In diesem Dokument wird vorgeschlagen, für alle Bauprodukte und Bausätze (kits) nach Erscheinen der Produktnormen eine Übergangsfrist von ca. 21 Monaten bzw. nach EOTA-Leitlinien eine Übergangsfrist von ca. 33 Monaten einzukalkulieren (9 Monate + 1 bzw. 2 Jahre), während der nationale und europäische Nachweisverfahren parallel laufen dürfen. Danach dürfen die nationalen Nachweisverfahren nicht mehr benutzt werden, d. h., dass auch entsprechende Produkte nicht mehr in den Verkehr gebracht werden dürfen.

Das Leitpapier J enthält auch eine Reihe von Ausnahmeregeln, die ein Abweichen der oben genannten Übergangsfristen zulassen. Insbesondere bei den aufwändigen Feuerwiderstandsprüfungen sind sicherlich längerer Übergangsfristen erforderlich.

Nach Veröffentlichung im Europäischen Amtsblatt folgt die Bekanntmachung im Bundesanzeiger. Von diesem Zeitpunkt an sind entsprechend CE-gekennzeichnete Bauprodukte in Deutschland anwendbar.

Wenn zu einem Bauprodukt keine technische Spezifikation vorliegt, gelten die entsprechend gültigen rein nationalen Spezifikationen weiter inklusive der gültigen nationalen Kennzeichnung (eine CE-Kennzeichnung ist selbstverständlich nicht möglich, da diese eine Kennzeichnung der Übereinstimmung mit europäischen technischen Spezifikationen darstellt).

Brandschutzklassen unter Berücksichtigung alter nationaler Klassen und neuer europäischer Klassen

Im obigen Teil dieses Beitrags wurde ausführlich auf die Möglichkeit eingegangen, im bauaufsichtlichen Nachweisverfahren in Deutschland sowohl Produkte zu verwenden, die die Anforderungen an die Normenreihe DIN 4102 erfüllen als auch Produkte, die die Anforderungen an die Normenreihe DIN EN 13501 erfüllen.

Da das europäische Klassifizierungssystem erheblich detaillierter ist als das nach der Normenreihe DIN 4102 sollte der Einfachheit halber in Ausschreibungen, aber natürlich auch im Normungsbereich, bei den klassifizierten Bauprodukten und Bauarten auf die bauaufsichtlich übliche Terminologie abgestellt werden. Geeignete und genormte Abkürzungen wären hilfreich; dies gilt insbesondere für die Klassifizierung der Baustoffe.

Fordert das Baurecht beispielsweise ein Produkt, das mindestens „schwerentflammbar“ ist, so sollte in der Ausschreibung auch diese Beschreibung verwendet werden und nicht die Bezeichnung DIN 4102-B1, da die ebenfalls zulässige europäische Klassifizierung zusammengenommen 17 Klassen (s. Tabelle 4) ermöglichen würde, z. B. nach DIN EN 13501-1 Euroklasse A2 – s1,d2 oder auch B – s1,d1.

AUSBLICK ZUR NATIONALEN UND EUROPÄISCHEN BRANDSCHUTZNORMUNG

Allgemeines

Die „heißen Eurocodes“ bilden für einen großen Teil der Bauteile eine kostengünstige Möglichkeit des brandschutztechnischen Nachweises. In einer weiteren Reihe von sieben Teilen von DIN V ENV 13381 „Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen“ (Vornor-

men) werden Prüfverfahren behandelt, deren Ergebnis die Verbesserung des Gesamt-Feuerwiderstandes von Bekleidung und Bauteil (wie z. B. Unterdecke und tragende Decke) darstellt. Diese sind nicht zuletzt auch für die Anwendung der Eurocodes wichtig und werden zurzeit überarbeitet, einschließlich der Erstellung von neuen Normen/Normen-Teilen mit dem Ziel, die Vornormen in europäische Normen zu überführen.

Erweiterter Anwendungsbereich von Brandschutzprüfungen

Bislang wurden im Bauteilbereich Abweichungen vom ursprünglich geprüften Probekörper auch über gutachterliche Beurteilungen geregelt. Man versucht nunmehr auf europäischer Ebene, Abweichungen vom ursprünglich geprüften Probekörper über das in der Prüfnorm festgelegte Maß hinaus über normative Festlegungen zu ermöglichen. Augenblicklich werden entsprechend für diverse Bauteilprüfungen Normen zum sogenannten „erweiterten Anwendungsbereich“ mit dem Ziel erarbeitet, das Maß der gutachterlichen Beurteilung zu minimieren. Nur so kann eine Harmonisierung erreicht werden, die auch für die Hersteller hinreichend kostengünstig ist. Die Normungsarbeit wird voraussichtlich noch eine ganze Reihe von Jahren dauern. Die ersten Normen hierzu liegen sowohl für Bauteile in detaillierter Form als auch für Baustoffe in allgemeiner Form vor. Die Tabelle 17 gibt einen Überblick hierzu.

Tabelle 17 Überblick zu Normenreihen zum erweiterten Anwendungsbereich von Brandschutzprüfungen

Normenreihe	Haupttitel	Produkte wie
DIN EN 15080	Erweiterter Anwendungsbereich der Ergebnisse aus Feuerwiderstandsprüfungen – Tragende Bauteile	Stützen, Balken, Decken
DIN EN 15254	Erweiterter Anwendungsbereich der Ergebnisse von Feuerwiderstandsprüfungen - Nichttragende Bauteile	Wände, abgehängte Decken
DIN EN 15269	Erweiterter Anwendungsbereich von Prüfergebnissen zur Feuerwiderstandsfähigkeit und/oder Rauchdichtigkeit von Türen, Toren und Fenstern einschließlich ihrer Baubeschläge	Feuerschutztüren aus Stahl, Holz, Glas
DIN EN 15882	Erweiterter Anwendungsbereich der Ergebnisse aus Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen	Lüftungsleitungen, Brandschutzklappen

Die genannten Normenreihen bestehen teilweise aus vielen Teilen. So sind für die Normenreihe DIN EN 15269 zurzeit 20 Teile in Vorbereitung bzw. zum Teil bereits veröffentlicht.

Überarbeitung der Prüfnormen

Sowohl im Bereich der Baustoffprüfungen als auch im Bereich der Feuerwiderstandsprüfungen werden beziehungsweise wurden die vor ca. 10 Jahren zunächst veröffentlichten Prüfnormen überarbeitet. Insbesondere bei den Prüfnormen zum Brandverhalten von Baustoffen liegen nunmehr die überarbeiteten Fassungen als Normen vor.

Nach europäischem Verständnis sind Prüfberichte immer unbegrenzt gültig (auf Grundlage einer bestimmten datierten Prüfnorm). Klassifizierungsberichte auf Basis der Normenreihe DIN EN 13501 sind in der Regel ebenfalls unbegrenzt gültig, wobei hier jedoch eine Gültigkeitsdauer angegeben werden darf.

Obschon es eine Selbstverständlichkeit zu sein scheint, zukünftige Erfahrungen auch dahingehend zu verwenden, Prüfverfahren besser reproduzierbar zu gestalten, das heißt ein Prüfverfahren mit geringeren Streuungen zu erreichen, liegen hier erhebliche Probleme vor. Es gibt immer Produkte, die aufgrund eines schlecht reproduzierbaren Prüfverfahrens deshalb bestehen, weil das Prüfverfahren ungenau ist. Diese Produkte würden nach einer zukünftig überarbeiteten Fassung einer Prüf- oder Klassifizierungsnorm unter Umständen die ehemals erteilte Klasse nicht mehr erreichen. Aus diesem Grund ist gegenwärtig auf europäischer Ebene eine Tendenz zu erkennen, keine wesentlichen Änderungen in den Prüfnormen, auch nicht im Sinne einer besseren Reproduzierbarkeit, zuzulassen.

Die nationalen Verwendbarkeitsnachweise (wie allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP) oder allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ)) sind nicht nur datiert, sondern weisen auch eine Gültigkeitsdauer auf. Der Besitzer eines entsprechenden Nachweises muss in der Regel spätestens nach fünf Jahren überprüfen lassen, ob eine ansonsten mögliche Verlängerung auch zulässig ist, um das entsprechende Produkt auch weiterhin zur Verwendung in Verkehr bringen zu dürfen. Die entsprechend verantwortliche Stelle muss dann jeweils entscheiden, ob die ursprünglichen Nachweise für eine Verlängerung hinreichend sind.

Dieser prinzipielle Vorgang setzt immer eine Gültigkeitsdauer voraus. Bei CE gekennzeichneten Produkten wird allerdings keine Gültigkeitsdauer im Zuge einer Klassifizierung angegeben. Nach allgemeinem europäischen Verständnis ist der Hersteller jeweils verantwortlich dafür, dass sein Produkt entsprechend dem Stand der Technik sicher ist.

Im Einzelfall wird ein Hersteller jedoch kaum in der Lage sein zu entscheiden, ob nach einer Überarbeitung einer Prüf- oder Klassifizierungsnorm eine Neubewertung seines Produkts erforderlich ist.

Es scheint deshalb geboten, dass z. B. diejenigen, die Änderungen in einer Prüf- oder Klassifizierungsnorm technisch zu vertreten haben, an geeigneter Stelle einen Hinweis geben, ob ein bereits nach bisheriger Norm geprüftes und bewertetes Produkt einer nochmaligen Prüfung nach neuer Norm zu unterziehen ist.

Brandschutzingenieurwesen (Fire Safety Engineering FSE)

Im Brandschutzingenieurwesen werden planerische Gesichtspunkte für die Bauwerksausbildung behandelt sowie:

- die Anwendung von Schutzzielen für den Brandschutz auf die Gebäudeplanung;
- Brandszenarien und -einwirkungen;
- Überprüfung und Bestätigung der Eignung mathematischer Brandmodelle;
- Brandbeginn und -entwickung sowie die Entstehung von Rauch und Brandgasen;
- Ausbreitung von Rauch und Brandgasen;
- statisches Verhalten und Brandausbreitung über den Raum der Brandentstehung;
- Brandentdeckung, Auslösung von Brandschutzvorkehrungen, Brandunterdrückung;
- Personenschutz: Verhalten, Lokalisierung und Evakuierung der Benutzer.

Von CEN wurde diese Arbeit zum geringen Teil schon aufgegriffen. Im Bereich von ISO wurden hierzu technische Berichte erstellt, die augenblicklich in der Überarbeitung sind mit dem Ziel, einige von ihnen in Normen zu überführen. Einige dieser Normen liegen bereits vor. In einigen Mitgliedsländern der EU besteht schon jetzt die Möglichkeit der Einbeziehung von FSE. Im Rahmen des Nachweises im Einzelfall ist FSE in Deutschland bereits anwendbar und wird auch genutzt.

Sinnvoll sind diese Nachweisverfahren insbesondere für Sonderbauten wie Industriebauten, Hochhäuser, große Einkaufszentren sowie auch für die Berücksichtigung von Kompensationsmaßnahmen bei Nutzungsänderungen in Bestandsgebäuden. Für den üblichen Wohnungsbau dagegen scheinen die herkömmlichen Nachweisverfahren in Anlehnung an die präskriptive Bauordnung der Bundesländer der geeignetere Weg, um ein allgemein anerkanntes Schutzniveau sicherzustellen.

Es darf davon ausgegangen werden, dass auch in nicht zu ferner Zukunft DIN-Normen im Bereich „Brandschutzingenieurwesen“ veröffentlicht werden. Diese können schlussendlich auf umfangreiche Veröffentlichungen im Bereich vfdb (s. z. B. [4]) aber auch auf die ISO-Normen zurückgreifen.

Überarbeitung der Bauproduktenrichtlinie

Die Bauproduktenrichtlinie (BPR) befindet sich seit ca. fünf Jahren in Überarbeitung mit dem Ziel, eine entsprechende europäische Verordnung (Bauproduktenverordnung) zu erstellen.

Aus unterschiedlichen Gründen hat sich die Veröffentlichung dieser Bauproduktenverordnung in den letzten Jahren immer wieder verzögert. Die nunmehr seit einigen Monaten vorliegende Fassung scheint jedoch hinreichend weit entwickelt zu sein, um einige grundlegende Änderungen im Vergleich zur Bauproduktenrichtlinie hier aufzuführen, die zum Teil auch Auswirkungen auf die Normung haben werden.

Über die letzten 20 Jahre konnte die Kommission entsprechende Erfahrungen mit der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie machen. Im Gegensatz zu einer europäischen Richtlinie, die in nationales Recht inhaltlich umgesetzt werden muss, ist eine europäische Verordnung per se auch nationales Recht in den Mitgliedsländern. Etwaig der europäischen Verordnung entgegenstehendes nationales Recht muss angepasst werden, um die Rechtseindeutigkeit zu gewährleisten.

Da eine Reihe europäischer Mitgliedsländer die Bauproduktenrichtlinie so interpretierten, dass zukünftig Produkte mit rein nationalem Verwendbarkeitsnachweis neben den CE gekennzeichneten Produkten auch nach der Übergangsfrist in den dortigen Verkehr gebracht werden dürfen, was der Auffassung der Kommission völlig widerspricht, erschien die Veröffentlichung einer Bauproduktenverordnung konsequent. Zusätzlich wurden eine ganze Reihe von neuen Bereichen aufgenommen beziehungsweise andere genauer beschrieben.

Im Folgenden werden stichpunktartig einige wesentliche Änderungen der Bauproduktenverordnung im Vergleich zur Bauproduktenrichtlinie aufgeführt. Anschließend wird beispielhaft in einem Bereich der Einfluss auf die Normung dargestellt.

Einige wesentliche Änderungen, Ergänzungen und Spezifizierungen zur BPR in der Vorlage zur Bauproduktenverordnung vom Juni 2010:

- eine europäische Verordnung ist direkt auch nationales Recht;
- kleinere und mittelständische Unternehmen (SMEs) sowie Hersteller von Kleinstserien und Einzelanfertigungen werden ausführlicher behandelt mit dem Ziel, die Kosten aufgrund der Harmonisierung durch den neuen Ansatz möglichst zu begrenzen;
- Förderung von Produkten im Sinne nachhaltiger Produktion und „grüner Produkte“ - Deklarierung gefährlicher Stoffe;
- Auflösung von EOTA (europäische Organisation für Technische Zulassungen) und Ersatz durch sogenannte technische Beurteilungsstellen (Technical Asessment Bodies TAB), durch die europäische Zulassungen in

Anlehnung an Europäische Beurteilungsdokumente (European Assessment Documents EAD - früher ETAGs), die in einer neuen Europäischen Organisation zu erstellen wären, mehr auf nationaler Ebene erteilt werden können; Europäische Technische Zulassungen (ETAs) verbleiben allerdings in der früheren Terminologie;

- effektive Marktüberwachung (detaillierte Festlegungen);
- Hersteller sollen Europäische Normen bereits nach Veröffentlichung im Europäischen Amtsblatt verwenden dürfen;
- vereinfachte Vorgehensweisen für Produkte, für die keine Europäische Normen vorliegen mit dem Ziel, die Herstellungskosten zu verringern;
- es werden expressis verbis Ausnahmen zur ansonsten vorhandenen CE Kennzeichnungspflicht (für harmonisierte ENs und ETAs auf Basis von EADs) aufgeführt, die sich zum Beispiel auf die Einzelanfertigung von Produkten für ein bestimmtes Gebäude beziehen (hierzu gab es auch eine Anlage zur BPR auf deutsche Veranlassung hin);
- keine zusätzlichen Kennzeichen neben dem CE Kennzeichen (außer, um dem Anwender Hilfestellung zu geben);
- vorhandene Prüfergebnisse sollen möglichst übertragbar sein (die Europäischen Normen sollen hierzu Regeln aufführen), um die Prüfkosten zu senken;
- Lizenznehmer und auch andere Hersteller sollen leichter die Ergebnisse von Dritt-Herstellern verwenden dürfen;
- allen Marktteilnehmern sollen über kostenfreie Produkt-Kontaktstellen (Product Contact Points) die jeweiligen nationalen technischen Regeln (insbesondere nationale Gesetze), auch in Form von Beratungen, zur Verfügung gestellt werden - die Mitgliedsländer sind verpflichtet, derartige Stellen, die nicht staatlich organisiert werden müssen, einzurichten (insbesondere zur Erleichterung des Marktzugangs von kleinen und mittelständischen Unternehmen);
- Berücksichtigung einer zusätzlichen wesentlichen Anforderung Nr. 7 zur Nachhaltigkeit.

Obschon bereits in der Bauproduktenrichtlinie die Notwendigkeit einer Marktüberwachung ableitbar war, wurde diese in den einzelnen Mitgliedsländern sehr unterschiedlich behandelt. Das Spektrum reichte von einer Stelle, die lediglich als Ansprechpartner zu werten ist, über eine Stelle, die die korrekte Verwendung des CE-Kennzeichens überwachte, bis hin zu einer Stelle, die aktiv Untersuchungen direkt am Markt vornahm.

In der gegenwärtigen Vorlage zur Bauproduktenverordnung wird dem Problem der Marktüberwachung ein eigenständiges Kapitel (Nr. VIII) gewidmet, was die besondere Bedeutung unterstreicht.

Für einen einfachen Mauerstein scheint eine entsprechende Marktüberwachung unproblematisch und mit überschaubaren Kosten verbunden. Selbst statistische Ansätze sind relativ problemlos umsetzbar, und man kann mit hinreichender Genauigkeit auf die im CE-Kennzeichen deklarierten Werte rückschließen.

Anders sieht es bei europäisch geregelten Bauprodukten mit Anforderungen an das Brandverhalten aus, für die zur Beurteilung aufwändige Brandprüfverfahren, die im Vergleich zu anderen Prüfverfahren erheblich schlechter reproduzierbar sind, erforderlich sind.

Aufgrund der zulässigen Änderungsmöglichkeiten für ein CE zu kennzeichnendes Bauprodukt auf Basis einer Erstprüfung, die sich aus dem sogenannten direkten Anwendungsbereich der Prüfnormen ergeben, oder aber auf Basis von Normen zum sogenannten erweiterten Anwendungsbereich und den sich daraus ergebenden zulässigen Änderungsmöglichkeiten, ist eine Überprüfung im Sinne eines Vergleichs zwischen dem Aufbau des Probekörpers und dem im Verkehr zu prüfenden Produkt kaum möglich.

Selbst dann, wenn ein Vergleich möglich wäre und daraus resultierend die Aussage, dass aufgrund der Ähnlichkeit der beiden Produkte auch ein entsprechendes Brandverhalten des zu überprüfenden Bauprodukts zu erwarten ist, wird hierdurch in keinster Weise unrechtmäßiges Verhalten aufgedeckt. Ein entsprechendes Vorgehen setzt immer eine ordentliche Prüfung im ersten Schritt voraus.

Nach den Aussagen der Bauproduktenverordnung (wie auch der Bauproduktenrichtlinie) müssen allerdings alle Bauprodukte sicher sein und damit die in der CE-Kennzeichnung angegebenen Werte prinzipiell erreichen. Eine Marktüberwachung muss also auch den Fall des Betruges mit erfassen können.

Dies kann nur über eine Brandprüfung erfolgen. Da aus Kostengründen ein statistischer Ansatz ausscheidet (eine Feuerwiderstandsprüfung kostet in der Regel mehr als 10.000 €), sind auf europäischer Ebene detaillierte Aussagen auch im Normungsbereich erforderlich.

Damit ein Hersteller z. B. einen Feuerschutzabschluss als feuerbeständig (d. h. EI2 90-Cxx) über ein zukünftiges CE Kennzeichen (die Produktnorm ist in Bearbeitung) deklarieren kann, muss er lediglich in einer frei wählbaren, europäisch hierfür notifizierten Stelle nachweisen, dass sein Produkt mindestens 90 Minuten in der Feuerwiderstandsprüfung erreicht hat. Hierzu ist jeweils nur eine einzige Prüfung (bei nicht symmetrischen Produkten von beiden Seiten) erforderlich.

Da insbesondere von bauaufsichtlicher Seite bislang das Klassifizierungssystem zum Brandverhalten, das lediglich eine Prüfung vorsieht mit einem zu erreichenden Mindestschwellenwert (um eine bestimmte Klassifizierung zu erreichen), akzeptiert wurde und es allgemein bekannt ist, dass Feuerwiderstandsprüfungen im Rahmen von circa 20 % streuen, wurde in Kauf genommen (und

dies bereits vor der europäischen Harmonisierung), dass Bauprodukte im Verkehr, die z. B. als feuerbeständig deklariert sind, im ungünstigen Fall nur (90 – 18) Minuten, also 72 Minuten, erreichen.

Damit in den einzelnen Mitgliedsländern möglichst einheitlich gehandelt wird, sollten in einer Norm Schwellenwerte festgelegt werden, die im Zuge von Marktüberwachungsprüfungen bei Brandprüfungen erreicht werden müssen. Diese sollten in jedem Fall unterhalb der erforderlichen Schwellenwerte für eine Erstprüfung liegen.

Es handelt sich bei der Marktüberwachung um einen komplexen Bereich, der hier nur kurz angesprochen werden kann.

LITERATURHINWEISE:

[1] Grundlagendokument Brandschutz. ABl. EG Nr. C 62, S. 23 ff. vom 28.2.94.

[2] Hosser, D. (Hrsg.): Brandschutz in Europa – Bemessung nach Eurocodes; Erläuterungen und Anwendungen zu den Brandschutzteilen der Eurocodes 1 bis 6; Beuth-Kommentare, 1. Auflage 2000. Berlin, Wien, Zürich: Beuth-Verlag GmbH ((2. Auflage 2010 in Vorbereitung))

[3] Guidance Paper J, siehe http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/guidpap/j.htm

[4] Hosser, D. (Hrsg.): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, 2. Auflage Mai 2009. Altenberge, Braunschweig: Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.

STAND UND ANWENDUNG DER EUROPÄISCHEN PRÜFNORMEN IM BAULICHEN BRANDSCHUTZ

Helmut, Haselmair
Hilti AG, Schaan

EINLEITUNG

Die mit der Bauproduktenrichtlinie (BPR) geplante Harmonisierung der technischen Bewertung und Kennzeichnung von Bauprodukten bedurfte zu ihrer Umsetzung eines Instruments, das eine Vereinheitlichung der in den einzelnen Mitgliedstaaten historisch gewachsenen Methoden zur Beurteilung des Brandverhaltens und Feuerwiderstands unter Beibehaltung der Möglichkeit, Schutzziele und Brandschutzanforderungen weiterhin national festzulegen erlaubte. Die Umsetzung stellte sich als ein Sisyphusarbeit heraus, aber etwa 10 Jahre nach Veröffentlichung der Bauproduktenrichtlinie war die Richtung klar und die Kommission konnte den Grundstein für eine neue Ära in der Beurteilung von Bauprodukten bezüglich ihres Brandverhaltens bzw. ihres Feuerwiderstandes durch die Veröffentlichung von zwei Kommissionsentscheidungen [1], [2] legen, welche das zukünftige europäische Klassifizierungssystem und die zu verwendenden Prüfnormen festlegten. Die Inhalte wurden in die Klassifizierungsnormen der Reihe EN 13501 übernommen und wo erforderlich präzisiert. Als Vehikel für die Umsetzung waren die harmonisierten technischen Spezifikationen, also Produktnormen bzw. Europäische Technische Zulassungen, gedacht. Nach Veröffentlichung einer Produktnorm konnte der Hersteller des betroffenen Bauprodukts über einen gewissen Zeitraum zwischen nationalen und europäischen Nachweisen wählen, ab Ende der sogenannten Übergangsperiode war ein Vertrieb des Produkts nur mehr mit europäischer Klassifizierung erlaubt. Ein ähnliches Prinzip galt für Produkte, für die europäisch technische Zulassungen (ETA) vorgesehen waren: in diesem Fall wurde die Übergangsfrist im Zusammenhang mit der Veröffentlichung der Zulassungsleitlinie (ETAG) festgelegt. Dabei stand die Überlegung im Raum, dass innerhalb der folgenden 10 Jahre der Großteil der notwendigen Produktnormen bzw. Leitlinien fertig gestellt sein würde und dann die Harmonisierung praktisch abgeschlossen sein würde. Diese 10 Jahre sind nun vorbei. Aber was ist aus der Harmonisierung geworden?

UMSTELLUNG AUF DAS EUROPÄISCHE KLASSIFIZIERUNGSSYSTEM – EINE „NEVER ENDING STORY“?

Nationales Baurecht als gesetzliche Grundlage

Die o. a. Kommissionsentscheidungen verpflichteten die Mitgliedstaaten, das europäische Klassifizierungssystem in deren nationalem Baurecht zu verankern, um die Verwendung von europäisch klassifizierten Produkten zu ermöglichen. Diese Aufgabe wurde relativ zügig erledigt, naturgemäß aufgrund der

unterschiedlichen Struktur des Baurechts auf unterschiedliche Weise. In den meisten Fällen wurden die europäischen Baustoffklassen, die eine weitergehende Differenzierung erlauben als viele nationale Klassensysteme, den im Baurecht verwendeten Begriffen wie z. B. „feuerhemmend“ oder den nationalen Klassen zugeordnet, entweder direkt im Baurecht oder in Normen. Bei den Bauteilen wurden in den meisten Fällen den einzelnen Bauteilen in Tabellenform sowohl die geforderten nationalen als auch die geforderten europäischen Feuerwiderstandsklassen zugeordnet. Dies bedeutet jedoch nicht, dass eine Übertragung von einer Richtung in die andere möglich ist, d. h. ein nationaler Nachweis kann keinen europäischen ersetzen und umgekehrt. In einzelnen Ländern sind inzwischen nur mehr die europäischen Klassen angegeben, z. B. in der OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“.

Einige Staaten haben in den letzten Jahren ihr Baurecht grundsätzlich überarbeitet und sind zu einem System übergegangen, das keine Detailvorgaben mehr macht („prescriptive system“), sondern nur mehr die zu erreichende Leistung festlegt („performance oriented system“). Die gesetzlichen Vorgaben werden von Richtlinien ergänzt, welche Standardmethoden zum Erreichen der Leistungsvorgaben angeben, aber nicht verpflichtend sind. Diese Richtlinien sind üblicherweise nach den sechs „Wesentlichen Anforderungen“ aus der BPR gegliedert, Beispiele dafür sind die „OIB-Richtlinien“ in Österreich oder die „Documentos Básicos“ in Spanien.

Das Europa der zwei Geschwindigkeiten

Die Verzögerungen bei der Erstellung von Produktnormen und Zulassungsleitlinien haben das Ziel, 10 Jahre nach der Veröffentlichung der Kommissionsentscheidung alle Bauprodukte bis auf einige unbedeutende Reste harmonisiert zu haben, in weite Ferne rücken lassen.

Nicht zuletzt deshalb haben mehr und mehr Mitgliedstaaten begonnen, die Forderung nach europäischen Eignungsnachweisen zum Feuerwiderstand vom Vorliegen einer harmonisierten Technischen Spezifikation zu entkoppeln und verlangen Nachweise der europäischen Klassen bei allen neu auf den Markt gebrachten Produkten, sobald die europäische Prüfnorm vorliegt. Das bedeutet, dass der Hersteller zwar europäische Prüfnachweise (Klassifizierungsberichte) vorlegen muss, ansonsten aber die nationalen Vorgaben bezüglich des Eignungsnachweissystems gelten, also z. B. nationale Zulassungen nötig sind.

Dies hatte unter anderem zur Folge, dass Klassifizierungsberichte zu Prüfungen nach europäischer Norm in manchen Staaten nur anerkannt wurden, wenn die Prüfungen in diesem Land durchgeführt wurden, wo die Zulassung beantragt wurde. Die Pflicht zur Anerkennung europäischer Nachweise besteht ja nur im Zusammenhang mit der CE-Kennzeichnung auf Basis harmonisierter Technischer Spezifikationen.

Für bestehende Produkte bleiben die vorhandenen nationalen Nachweise bis zu deren Ablaufen gültig. Einem Antrag auf Verlängerung wird normalerweise

nicht stattgegeben. Vor Ablauf der Nachweise ist das betroffene Produkt daher neu nach europäischen Normen zu prüfen.

Vorreiter Österreich

Ein einziger Mitgliedstaat hat den ursprünglichen Fahrplan eingehalten und eine komplette Umstellung auf das europäische Klassifizierungssystem vorgenommen: in Österreich dürfen seit 04.05.2010 nur mehr Bauprodukte mit europäischer Klassifizierung vermarktet werden. Alle bestehenden nationalen Nachweise wurden für ungültig erklärt – bis auf eine offizielle Ausnahme und einige Bereiche, die mangels Vorliegen von europäischen Prüfnormen keine europäische Klassifizierung erhalten können und daher im Einzelfall zu regeln sind. Dieses Datum wurde bereits 2002 in der ÖNORM B 3807, die als Grundlage für die Umstellung auf das europäische Klassifizierungssystem für Feuerwiderstand diente, festgelegt. Dem Argument des OIB und der Bauaufsicht, dass alle Beteiligten frühzeitig informiert waren und es daher keine Ausreden geben könne, ist daher wenig entgegenzusetzen.

Als einzige Ausnahme wurde den Herstellern von Brandschutzklappen gestattet, bis zum Vorliegen der harmonisierten Produktnorm bzw. zum Ablauf der zugehörigen Koexistenzperiode weiter nationale Nachweise zu verwenden [3]. Als Konsequenz werden auch für Abschottungen, in denen Lüftungsleitungen mit Brandschutzklappen gemeinsam mit anderen Leitungen durchgeführt werden - was in Österreich aufgrund einer speziellen, genormten Technik der starren Befestigung von Brandschutzklappen häufig der Fall ist – die nationalen Nachweise so lange gültig bleiben, da andernfalls ein Teil des Schotts einen nationalen und der andere Teil einen europäischen Nachweis hätte.

Zu den Produkt- bzw. Anwendungsbereichen, die „durch den Rost gefallen“ sind, gehören u. a. Produkte zur brandschutzmäßigen Ertüchtigung von elektrischen Bauteilen wie Schalter oder Steckdosen in Leichtbauwänden. Diese Anwendung wird in die nächste Revision der EN 1366-3 [4] aufgenommen werden.

Die Nachzügler

In einigen Mitgliedstaaten gibt es nach wie vor die Möglichkeit, auch bei Neueinführung von Produkten nationale Nachweise auf der Basis von nationalen Prüfnormen zu verwenden. Das sind insbesondere Großbritannien und Irland, die Niederlande und Deutschland. Dabei unterscheiden sich die Nachweissysteme in diesen Ländern erheblich. Während in Großbritannien ein Prüfzeugnis, gegebenenfalls ergänzt um eine gutachterliche Beurteilung (diese gutachterliche Tätigkeit ist aber nicht geregelt), ausreicht, ist in Deutschland je nach Produkttyp und Anwendung ein Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung notwendig. In keinem dieser Länder gibt es ein klar definiertes Zieldatum für eine verpflichtende Umstellung auf das europäische Klassifizierungssystem.

SITUATION IM BAULICHEN BRANDSCHUTZ

Die wesentlichen ETAGs

Im baulichen Brandschutz fällt der Großteil der Produkte in das europäische Zulassungssystem. Für manche Produktgruppen wie z. B. Brandschutztüren und Brandschutzklappen sind Produktnormen in Arbeit, die allerdings noch nicht veröffentlicht sind.

Als erste harmonisierte Technische Spezifikation im baulichen Brandschutz wurde im Dezember 1998 die Zulassungsleitlinie ETAG 03 für Trennwände veröffentlicht, innerhalb der die Kapitel zum Brandverhalten und Feuerwiderstand allerdings noch auf CEN-Projekte bzw. Vornormen verweisen. Bis 2005 wurden nur 3 ETAs erteilt, seit 2006 25 ETAs, von denen aber der Großteil keine Trennwände mit Feuerwiderstand sind. Die generelle Verpflichtung zur Klassifizierung nach EN 13501-2 in Österreich scheint aber eine Trendwende herbeizuführen. Mehr und mehr Hersteller tendieren offenbar dazu, den nächsten Schritt auch noch zu tun und eine ETA zu beantragen.

Die erste harmonisierte Technische Spezifikation für Brandschutzprodukte im engeren Sinn, die ETAG 018 [5], welche die Produkte zum Schutz von tragenden Bauteilen, das sind Platten, gespritzte Beschichtungen auf Zementbasis und intumeszierende Beschichtungen, beinhaltet, wurde Ende 2004 (Teil 1 und 4) bzw. im ersten Halbjahr 2006 (Teil 2 und 3) veröffentlicht. Die ETAG 026 [6] für Produkte zur Abschottung von Öffnungen und Fugen wurde erst Anfang 2008 veröffentlicht.

Die Verpflichtung zur CE-Kennzeichnung fällt de facto

Zwischen der Veröffentlichung der ETAG 018 und der ETAG 026 liegt ein für die Harmonisierung im Bereich baulicher Brandschutz wesentliches Ereignis. Im November 2006 veröffentlichte die Kommission ein Dokument [7], in dem mitgeteilt wurde, dass ab sofort keine Koexistenzperioden für ETAGs mehr definiert würden, da laut BPR dieselben für harmonisierte Technische Spezifikationen zu definieren seien, und das sei im Zulassungsbereich die ETA und nicht die ETAG.

Diese Interpretation ist zwar formaljuristisch so aus der BPR herauszulesen, da sie bezüglich der Teile, welche die europäischen Zulassungen betreffen, inkonsistent ist, widerspricht aber eindeutig der ursprünglichen Intention zur Harmonisierung und ergibt auch eine „Schildbürgersituation“. Wenn ein Hersteller freiwillig eine ETA beantragt hat, würde bei deren Ausstellung eine Koexistenzperiode festgelegt werden, d. h. der Hersteller darf wählen, ob er sie sofort verwenden will oder erst nach der Koexistenzperiode.

Obwohl dieses Dokument genaugenommen keine Rechtskraft besitzt und je nach Art der nationalen Implementierung der BPR die nationalen Bauproduktengesetze durchaus das Gegenteil verlangen (für weitere Details siehe [8]),

war damit de facto schlagartig eine ETA für die Brandschutzprodukte freiwillig und die Harmonisierung damit ad acta gelegt.

Ausnahme Frankreich

Als einziger Mitgliedstaat trotzte Frankreich bisher dieser Vorgabe der Kommission und erklärte zeitnah zur Veröffentlichung der ETAG 026 diese für verbindlich [8]. Damit müssen in Frankreich Produkte für Abschottungen und Fugenabdichtungen seit Februar 2010 auf Basis einer ETA produziert werden. Lagerware darf bis 01.04.2012 abverkauft werden.

In Österreich soll ETA ebenfalls verpflichtend werden

Eine Gruppe österreichischer und deutscher Hersteller, die den größten Teil des Marktes in Österreich bedienen, hat über die Wirtschaftskammer einen Antrag beim OIB gestellt, die ETAG 026 in die Bauregelliste ÖE aufzunehmen. Dies wird eine Verpflichtung zur ETA und damit zur CE-Kennzeichnung in ca. 2 Jahren zur Folge haben. Über die Liste ÖE werden außerdem die Verwendungsregeln definiert, z. B. zur Rohrendkonfiguration, zu einer Schottkennzeichnung und zum Bewegungsaufnahmevermögen bei Fugen, die für eine Aufnahme in die OIB-Richtlinie als zu detailliert erachtet wurden.

PARALLELSYSTEME UND DIE FOLGEN

Die Situation

Gegenwärtig sehen sich die Hersteller von Brandschutzprodukten mit vier verschiedenen Situationen konfrontiert:

a) Verpflichtung zur ETA / CE-Kennzeichnung (Frankreich),
b) Verpflichtung zum europäischen Klassifizierungssystem für alle Produkte (Österreich),
c) Verpflichtung zum Eignungsnachweis nach EN-Normen für neue Produkte, für bestehende gelten die nationalen Nachweise bis zu deren Ablaufdatum weiter (Großteil der Mitgliedstaaten),
d) Europäisches und nationales System parallel (GB, Irland, Niederlande, Deutschland).

Diese Situation bewirkt das genaue Gegenteil der ursprünglich vorgesehenen Harmonisierung. Warum?

Die Folgen

Traditionell beziehen sich alle nationalen Eignungsnachweise ausschließlich auf den Nachweis des Feuerwiderstands – mit Ausnahme der in Deutschland für intumeszierende Produkte erforderlichen Baustoffzulassung. Da die ETA im Gegensatz dazu aber alle „Wesentlichen Anforderungen“ entsprechend der BPR abdeckt, sind im Falle einer Verpflichtung zur ETA der Aufwand und damit die Kosten für den Hersteller deutlich höher. Man kann zwar für eine Reihe von Eigenschaften die Option „keine Leistung nachgewiesen“ wählen, doch speziell die aufwändigen Nachweise der Dauerhaftigkeit sind in jedem Fall zu führen.

Als Vorteil, speziell für den Anwender, kann man sehen, dass im Falle einer ETA eine gesamtheitliche Bewertung der Leistung des Produkts vorgenommen wird und insbesondere weitere Eigenschaften wie Schallschutz, Wasserdichtheit, Luftdichtheit etc. nach in der ETAG vorgegebenen, sorgfältig ausgewählten Prüfnormen oder in der ETAG definierten Verfahren zu prüfen sind. Damit ist für den Anwender eine bessere Vergleichbarkeit und eine einfachere Bewertung, ob das Produkt in seiner Anwendung den Vorgaben entspricht, möglich.

Ein Vorteil für den Hersteller – zumindest wenn er das Produkt nicht nur regional vertreiben will - besteht darin, dass die ETA in der gesamten EU akzeptiert werden muss und er auch im Einvernehmen mit der die ETA herausgebenden EOTA-Stelle die freie Wahl der Prüfstellen hat. Auch hier gibt es eine Ausnahme. Sie denken an ein bestimmtes Land? Richtig geraten: Deutschland. Hier wird zusätzlich zur ETA eine Bewertung hinsichtlich der im Produkt möglicherweise enthaltenen Gefahrstoffe verlangt, wozu dem DIBt die Rezeptur des Produkts zu übermitteln ist. Das Ergebnis wird in Form einer nationalen Zulassung festgehalten, und diese ist Voraussetzung für eine legale Vermarktung und Verwendung des Produkts in Deutschland. Diese Regel gilt für Produkte nach beiden ETAGs für Brandschutzprodukte, der ETAG 018 und der ETAG 026.

Das massivste Problem sind allerdings die unterschiedlichen Prüfnormen und die daraus resultierenden unterschiedlich „guten“ Ergebnisse in den Ländern mit Situation c) und d) – und diese sind im Moment noch in der absoluten Mehrheit.

Während man in Ländern mit Situation c) damit rechnen kann, dass sich eine de facto Harmonisierung in spätestens 2 bis 3 Jahren ergeben wird, wenn die letzten nationalen Nachweise ihre Gültigkeit durch das Überschreiten ihres Ablaufdatums verloren haben, muss man in den vier Ländern mit Situation d) mit anhaltender, quasi staatlich verordneter Marktverzerrung oder entsprechendem Mehraufwand in Form von zusätzlichen nationalen Nachweisen parallel zur ETA rechnen.

Warum Marktverzerrung?

Einige Beispiele sollen die Situation illustrieren:

Beispiel 1 - Stahlbrandschutz: unrealistisch hohe Sicherheitsbeiwerte im Auswerteverfahren der (alten) EN 13381-4 führen zu so hohen Schichtdicken bei reaktiven Beschichtungen, dass sie im Vergleich zu national geprüften reaktiven Beschichtungen sowie zementbasierten Beschichtungen und Brandschutzplatten deutlich unwirtschaftlicher werden. Die Folge ist ein langes Tauziehen um eine Anpassung der Norm, das schließlich in eine Aufteilung in zwei Normen (eine für die reaktiven Beschichtungen, eine für die beiden anderen Produktgruppen) mit einer Überarbeitung der Auswertemethode endet.

Beispiel 2 – Bauteilfugen zwischen Decken und Vorhangfassaden: die ETAG verlangt eine Prüfung nach EN 1364-4 [9], die wesentlich aufwändiger ist als eine Prüfung nach EN 1366-4 [10] für normale Fugen, nicht zu reden von den bisher üblichen nationalen Prüfungen. Weitere Nachweise wie eine mechanische Alterung der Brandprobe vor dem Brandtest und eine Prüfung beim maximalen Bewegungsaufnahmevermögen kommen hinzu.

Beispiel 3 – Abschottungen von isolierten Metallrohren: während in Großbritannien das Kriterium Wärmedämmung bei der Klassifizierung von Metallrohrabschottungen traditionell ignoriert wird (obwohl die Bauvorschriften sowohl für England und Wales als auch für Schottland und Nordirland eindeutig eine Klassifizierung unter Berücksichtigung des Wärmedämmvermögens fordern), und in Deutschland zumindest bei nichtbrennbarer Rohrisolierung weitgehende Regeln gelten, sind diese auf europäischer Ebene im Moment noch stark eingeschränkt, was eine wesentlich höhere Zahl von Brandprüfungen nach sich zieht.

Beispiel 4 – Abschottung von Kunststoffrohren: In Deutschland gibt es eine sogenannte „Stellvertreterliste“, d. h. dass bei Prüfung von PVC- und PE-Rohren eine ziemlich umfangreiche Liste weiterer Rohrwerkstoffe und Rohrtypen bis hin zu Verbundrohren abgedeckt sind. Außerdem genügt(e) in Deutschland die Prüfung der kleinsten und der größten Manschette, um alle Größen abzudecken. Die EN 1366-3 sieht dagegen (technisch korrekt) ein ausgeklügeltes Auswahlverfahren für die zu prüfenden Manschettengrößen vor, das im Normalfall zumindest zu einer Verdoppelung der Probenanzahl führt. Weiterhin ist die Liste der mit PVC- bzw. PE-Rohren abgedeckten anderen Rohre sehr kurz. Hintergrund ist, dass einerseits aus formellen Gründen keine Rohre nach nationalen Normen für eine Standardkonfiguration vorgegeben werden können und andererseits Rohre, die nicht nach Normen, sondern nach nationalen Zulassungen vertrieben werden, ebenfalls nicht in eine europäische Liste aufgenommen werden können. Das betrifft im Wesentlichen die Verbundrohre. Die Konsequenz ist, dass mit einer Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung die Mehrzahl der im deutschen Markt verwendeten Rohre mit relativ wenigen Prüfungen abgedeckt ist, während man sich zum Erreichen des gleichen Anwendungsbereichs mit der europäischen Prüfnorm „zu Tode prüfen“

müsste. Man kann getrost von einer Verzehnfachung des Aufwandes ausgehen.

Beispiel 5 – Kabelabschottungen: dieses Beispiel zeigt nicht nur marketing- und kostenmäßige Auswirkungen, sondern hat auch eine gewisse technische und damit sicherheitsrelevante Brisanz. Zur Erläuterung muss etwas weiter ausgeholt werden. Bei der ersten Version der EN 1366-3 hat für den Abschnitt der Kabelschotts die DIN 4102-9 Pate gestanden. Deren Ansatz war, eine Reihe von verschiedenen, in der Baupraxis üblichen Kabeln in einer bestimmten Anzahl und Anordnung als Standardkonfiguration vorzugeben und bei erfolgreicher Prüfung das Ergebnis für alle am Bau vorkommenden Kabel zu akzeptieren. Da die europäische Norm keine deutschen Kabel für die Standardkonfiguration vorgeben konnte und zum Zeitpunkt der ersten Version der EN 1366-3 die Kabel noch kaum europäisch genormt waren, war die Auswahl sehr eng und nicht besonders repräsentativ. Eines der Kabel (eine Aderleitung) führte dazu, dass mit den herkömmlichen Abschottungssystemen praktisch keine Prüfung mehr zu bestehen war. Diese Aderleitung ist in der revidierten Version der Norm nur mehr optional, da sie außer in Großbritannien für Erdungsleitungen aus elektrotechnischen Sicherheitsgründen nicht verwendet werden darf. Mit der bei der Revision der Norm völlig überarbeiteten Kabel-Standardkonfiguration, die der inzwischen erfolgten (Quasi-) Harmonisierung einer Reihe von Kabeln Rechnung trug und unter Berücksichtigung einer ganzen Reihe von Einflussparametern erstellt wurde, wurde die Situation allerdings nicht besser, wie sich bald herausstellte. Mit den bisher auf dem Markt befindlichen Abschottungssystemen kann eine Klasse EI 90 für Kabel > 21 mm Durchmesser in vielen Fällen nicht erreicht werden und eine Klasse von EI 120 nur in Ausnahmefällen. Der Versagensmodus ist praktisch immer eine zu hohe Temperatur an den Kabeln selbst, das heißt, die Kabel verhalten sich ähnlich wie (leicht isolierte) Stahlrohre. Abhilfe schaffen daher ähnliche Maßnahmen, d. h. Isolierung über eine bestimmte Länge, z. B. durch deutlich dickere Abschottungen, wobei elektrotechnische Grenzen gesetzt sind (Vermeidung einer Überhitzung der Kabel unter Last). Konsequenz: klarer Wettbewerbsnachteil durch höhere Schottkosten im Vergleich zur deutschen Zulassung - beim gleichen Produkt!

Versetzen Sie sich in die Lage einer Firma, die Abschottungen installiert und der ihr Lieferant erklärt, dass er das seit Jahren an diese Firma verkaufte und bewährte Produkt nun mit einer ETA anbietet, wodurch allerdings eine höhere Schichtdicke, eventuell zusätzliche Maßnahmen in Form einer Beschichtung, nötig sind, Kabel mit > 80 mm Durchmesser überhaupt nicht mehr abgeschottet werden dürfen und außerdem bei bereits bestehenden, aus diesem Produkt gefertigten Schotts keine Nachbelegungen mit demselben, aber CE-gekennzeichneten Produkt gestattet sind, sondern das Schott komplett neu gemacht werden muss. Wie würden Sie reagieren? Die deutsche Zulassung wird also voraussichtlich noch viele Jahre der meistgenützte Brauchbarkeitsnachweis in Deutschland bleiben.

Mehr und mehr Brandschutzinstallationsfirmen arbeiten dank der Vereinfachungen durch die Service-Richtlinie der EU über die Grenzen hinweg. Ein deutscher Verarbeiter, der ein Projekt in Frankreich machen will, muss an der französischen Baustelle ein Produkt mit ETA und CE-Kennzeichen verarbeiten. Das wird er aber von seinem Lieferanten in Deutschland nicht bekommen, da dieser für den deutschen Markt das gleiche Produkt mit deutscher Zulassung und Ü-Zeichen auf dem Etikett verkauft. Sonderlösungen im Verkaufsablauf und ein logistischer Albtraum für beide Seiten sind die vorherzusehende Folge.

Eine andere Konsequenz könnte sein, dass die Verarbeiter diese widersprüchliche und für Nichtspezialisten in Details der Prüfnormen nicht nachzuvollziehende Situation zum Anlass nehmen, diese Regeln einfach nicht mehr ernst zu nehmen und nach eigenem Gutdünken zu verfahren.

Einen negativen Effekt könnte diese Situation auch bei den Inspektoren haben. Nicht einheitliche Regeln könnten dazu führen, dass nichtkonforme Installationen bei Unsicherheiten bezüglich der Sachlage eher nicht bemängelt werden.

Beides wäre allerdings eine Entwicklung, die auf jeden Fall vermieden werden muss, da sie mittelfristig das Sicherheitsniveau auf jeden Fall verschlechtern würde.

WEITERE „PROBLEMZONEN“

Stahlbrandschutz (EN 13881-4, EN 13881-8, ETAG 018)

Wie bereits weiter oben ausgeführt, ist die Frage der Auswertung, die im Wesentlichen das graphische Verfahren betroffen hat, inzwischen geklärt und der neue Normteil EN 13881-8 inzwischen veröffentlicht. Im Zuge der Überarbeitung wurde auch das Thema Hohlprofile aufgegriffen. Im Unterschied zum alten Teil 4 wird im Teil 8 eine gesonderte Prüfung von Hohlprofilen unter Last gefordert. Eine Berechnung der notwendigen Schichtdicken bei Hohlprofilen aus den an Vollprofilen gewonnenen Prüfergebnissen mittels Korrelationsfaktoren ist nicht mehr vorgesehen.

Inwieweit die europäische Prüfnorm zu Marktverzerrungen im Vergleich zu nationalen Prüfungen und Zulassungen führen wird, ist im Moment noch nicht abzusehen, da noch zu wenige Ergebnisse greifbar sind. Die meisten Hersteller haben verständlicherweise gewartet, bis die Situation mit der Norm geklärt ist.

Ein Problem in der Umsetzung besteht allerdings darin, dass die ETAG 018-2, welche die reaktiven Beschichtungen behandelt, auf den alten Teil 4 der EN 13381 verweist. Formell ist daher keine ETA auf Basis von Prüfungen und Auswertungen nach dem neuen Teil 8 möglich, bis die ETAG auf neuen Stand gebracht wurde. Es ist angedacht, pragmatisch vorzugehen und Ergebnisse aus Prüfungen nach dem alten Teil 4 mittels der angepassten Methode des

neuen Teils 8 auszuwerten – allerdings sind Zusatzprüfungen an Hohlprofilen erforderlich.

Die Unsicherheit um die Norminhalte einerseits und die verlorengegangene Verbindlichkeit der ETAs andererseits haben zu einer weiteren Aktivität von Herstellern, gebündelt im europäischen Lackverband CEPE, geführt. Sie hat zum Ziel, diese Produktgruppe und Anwendung auf jeden Fall zu harmonisieren. Dazu wurde in einem ersten Schritt die Basis für den Entwurf einer harmonisierten Produktnorm geschaffen und in einem zweiten Schritt wurden Verhandlungen mit der Europäischen Kommission aufgenommen bezüglich eines Mandats für eine harmonisierte Produktnorm. Die Vorstellung der Hersteller ist außerdem, dass für diese Produktgruppe das Zertifizierungs- und Überwachungssystem 1+ definiert werden sollte, bei dem im Zuge der Fremdüberwachung auch eine Probenahme im Werk und Prüfungen seitens des Fremdüberwachers erfolgen.

Abschottungen (EN 1366-3, EN 15882-3, ETAG 026-2)

Einige konkrete Punkte wurden bereits weiter oben angesprochen. Generell ist eine Tendenz zur Regelung kleinster Details zu sehen. Technisch-wissenschaftlich gesehen mag das durchaus seine Berechtigung haben mag. Es besteht aber die Gefahr, dass die Prüfungen und Regeln, speziell aus dem Blickwinkel des Anwenders der Ergebnisse, der Unterschiede zum bisher Gültigen sieht und nicht nachvollziehen kann, zu akademisch werden. Die Regeln werden zwar technisch immer korrekter im Detail, entfernen sich als Ganzes aber immer mehr von der Realität. Teilweise wird auch innerhalb der Norm mit zweierlei Maß gemessen, zum Beispiel: Sehr weit gespannte Regeln bei den Tragkonstruktionen, dagegen extrem restriktive, detaillierte Regeln bei manchen Gruppen von Leitungen; einerseits der „Blick mit der Lupe“ auf geringfügige Unterschiede von einer Installationssituation zur anderen, andererseits ein Brandszenario „Einheitstemperaturkurve“ als Konvention, von dem bekannt ist, dass sich jeder reale Brand sehr deutlich anders entwickeln wird; auf der einen Seite Nachweise an Dutzenden von verschiedenen Kunststoffrohren, in der Praxis jedoch bleiben je nach Land zwischen 20 % und 50 % der Öffnungen ohne jede Abschottung. Jede Inspektion vor Ort bringt mehr Sicherheit als ein zusätzlich geprüftes Rohr.

Die immer weiter gehende Detaillierung ließ diese Norm nicht nur sehr umfangreich (inzwischen mehr als 100 Seiten) sondern auch so komplex werden, dass inzwischen auch Prüfinstitute ohne Training nicht mehr in der Lage sind, die Norm korrekt anzuwenden, was zu weiteren Ungleichheiten im Markt führen kann. Diesem Umstand wird bereits dadurch Rechnung getragen, dass EGOLF, der Verband der Prüfinstitute, ein Trainingsprogramm entwickelt. Im Spätherbst soll bereits das erste Training, das auch praktische Übungen enthalten wird, über die Bühne gehen. Dem Ansinnen, die Norm einfacher zu gestalten, stehen einerseits die umfangreiche und komplexe Materie und andererseits die Regeln der „Normensprache“ entgegen. Das Arbeiten mit Piktogrammen zum Beispiel,

welche die Regeln auf eine rasch und einfach verständliche Ebene bringen könnten, ist höchstens im informativen Anhang mit Erläuterungen zulässig. Ausreichende Erläuterungen sollten aus dieser Erfahrung eher grundsätzlich verpflichtend werden.

Bei großen und komplexen, gemischten Abschottungen erfordert die in der Norm vorgegebene Instrumentierung eine so hohe Anzahl von Thermoelementen auf der feuerabgewandten Seite, dass einzelne Prüfstellen entweder in eine Erweiterung ihrer technischen Möglichkeiten investieren müssen oder derartige Prüfungen nicht mehr anbieten können.

Ein Problem, das nicht auf die Anwendung der EN 1366-3 beschränkt ist, dort aber vermutlich am deutlichsten sichtbar wird, ist die Auslegung der Prüfstellen im Hinblick auf ihre Aufgabe bei der Festlegung des Anwendungsbereichs auf Basis von Prüfergebnissen. Hier reicht die Palette vom Abschreiben des Kapitels 13 der Norm über die zusätzlich Angabe „zulässig“ bzw. “nicht zulässig“ zu jeder Regel bis zur Anwendung jeder einzelnen Regel in der Reihenfolge, wie sie in der Norm auftauchen, ohne Berücksichtigung von wechselseitigen Bedingungen. Die Konsequenz ist, dass der Leser eines Klassifizierungsberichts in praktisch allen Fällen den im Prüfbericht beschriebenen Prüfaufbau im Detail studieren muss und die Regeln selbst anwenden muss, um zu wissen, was nun zulässig ist und was nicht. Die Angabe „höhere Wandstärke zulässig“ nützt ohne Information über die geprüfte Wandstärke wenig. Eine weitere Konsequenz ist, dass aus manchen Klassifizierungsberichten nicht ersichtlich ist, welche Klassifizierung unter welchen Randbedingungen (z. B. Tragkonstruktion) gilt. Da wie gesagt in vielen Ländern der Klassifizierungsbericht den Brauchbarkeitsnachweis und in einigen Ländern sogar das Arbeitsdokument für den Anwender, der die Abschottung erstellt, darstellt, ist diese Vorgehensweise äußerst bedenklich. Wer sonst als die täglich mit der Materie befassten Prüfstellen sollte in der Lage sein, aus den Prüfergebnissen einen korrekten Anwendungsbereich abzuleiten? Ein Verarbeiter ist es mit Sicherheit nicht. Die Verantwortung dafür ihm zu überlassen, ist der Erhaltung eines hohen Sicherheitsniveaus in Europa sicherlich nicht dienlich. An dieser Stelle sei an die Prüfstellen appelliert, ihre Verantwortung wahrzunehmen.

Die Weiterentwicklung der Norm wurde bereits begonnen: in einem ersten Schritt in der Form eines Amendments werden die in der Version 2009 enthaltenen Fehler und Unklarheiten bereinigt werden, in einem zweiten Schritt ist geplant, weitergehende Regeln auf Basis der inzwischen gewonnenen Prüferfahrung einfließen zu lassen sowie die bereits weiter oben erwähnten Anwendungen von einseitigen Durchführungen in leichten Trennwänden neu aufzunehmen.

Eine Reihe von Anfragen aus der Praxis zeigen, dass im Bereich der Regeln für die Abschottung von Lüftungsleitungen Handlungsbedarf besteht. Einerseits sind die Regeln zu Rohren nicht eindeutig in ihrer Gültigkeit für Lüftungsleitungen, z .B. Spiralrohre, interpretierbar, andererseits gibt es vermehrt Bedarf nach anderen Materialien als Mörtel für die Abschottung von Brandschutz-

klappen und drittens ist die Frage nach den Prüfanforderungen bei der Kombination von Klappen mit anderen Leitungen in einer Öffnung nicht klar und nicht vollständig.

Der bereits weiter oben angesprochene, inzwischen vielfach bestätigte Befund, dass die europäische Kabelkonfiguration deutlich kritischer ist als die nach DIN 4102-9, erfordert möglicherweise ebenfalls ein Überdenken der Situation. Auf die Frage nach dem Grund für das beobachtete unterschiedliche Verhalten gibt es eigentlich nur zwei Antworten:

- das Kriterium zur Beurteilung des Wärmedämmvermögens (I-Kriterium), ein Anstieg der Oberflächentemperatur auf der „kalten“ Seite von nicht mehr als 180 K, ist deutlich zu konservativ, oder
- die bisher eingebauten Schotts sind nicht sicher.

Die erste These wird unterstützt von Untersuchungen, die in den USA im Gefolge der Aufarbeitung der 9/11-Katastrophe erfolgt sind [10]. Das Ergebnis dieser Forschungsarbeiten ist die Empfehlung, die Grenze auf 400 °C hoch zu setzen, da die Festlegung auf 180 K aus einer Zeit stamme, in der die Qualität der Bestimmung von Entzündungstemperaturen dem heutigen Standard nicht mehr entspreche. Eine entsprechende Änderung in den ASTM-Normen dürfte nur mehr eine Frage der Zeit sein. Ein erster Vorstoß in Europa beim zuständigen Normkomitee hat allerdings eher verhaltene bis ablehnende Reaktionen ausgelöst: Die 180 K-Grenze ist in so vielen Dokumenten verankert, dass deren Änderung einem Neuschreiben aller Brandschutzvorschriften und –normen gleich käme. Eine Änderung scheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt politisch nicht durchsetzbar zu sein.

Die EXAP-Norm EN 15882-3 bezieht sich noch auf die 2004-Version der Prüfnorm EN 1366-3 und ist damit in vielen Teilen überholt bzw. obsolet. Die Arbeit an einer Überarbeitung hat bereits begonnen, die möglicherweise provokante Frage, ob es nicht Sinn machen würde, sie in die Prüfnorm zu integrieren, muss aber erlaubt sein. Für den Fall der Abschottungen ist die Unterscheidung in direkten Anwendungsbereich (DIAP) und erweiterten Anwendungsbereich (EXAP) nicht wirklich sinnvoll, weshalb bereits jetzt die Norm eine lange Reihe von Regeln zum Anwendungsbereich enthält, die allerdings formell unter die Definition DIAP fallen. Der Hauptaspekt, mit dem bisher für zwei getrennte Normen argumentiert wurde, ist der Bezug einiger Regeln zu bestimmten Typen von Produkten für Abschottungen (z. B. Manschetten, Dichtmassen, Kissen etc.). Ein Bezug zu dieser Ebene der Produktdifferenzierung wurde bisher in der Prüfnorm vermieden, wenn er sich auch nicht vollständig vermeiden ließ (z. B. Kabelboxen, modulare Systeme und Rohrabschluss-Systeme). Insofern könnte man bei der anstehenden Überarbeitung getrost den Schritt zur vollständigen Integration machen.

Ein Problem bei der Verwendung der Normen im Rahmen einer ETA ergibt sich in manchen Fällen aus dem in der ETAG 026-2 festgelegten Verweis auf die

Prüfnorm. Die beiden Dokumente wurden parallel entwickelt, die ETAG aber etwas früher abgeschlossen, so dass der endgültige Inhalt der EN 1366-3, die 2009 veröffentlicht wurde, noch nicht in jedem Detail bekannt war. Da es außerdem zum Zeitpunkt der Fertigstellung der ETAG noch einige strittige Punkte in der Norm gab, wurde auf ein Dokument Bezug genommen, das einen Zwischenstand darstellt (und im Übrigen nur ein Komitee-Entwurf ist, der nicht öffentlich verfügbar ist). Die entsprechende Anpassung der ETAG ist zwar in Arbeit, es wird aber wohl noch eine Weile dauern, bis der neue Entwurf alle Instanzen erfolgreich durchlaufen hat.

Fugen (EN 1366-4, EN 1364-4, ETAG 026-3)

Der wesentliche Unterschied zu den nationalen Normen liegt in der Betonung des Einflusses von Fugenbewegungen auf das Verhalten von Fugen im Brandfall. Dabei ist nicht nur an die durch den Brand selbst induzierten Bewegungen gedacht, sondern vor allem auch an Bewegungen im „Normalbetrieb“ und dadurch ausgelöste Änderungen der Fugenbreite, Spannungen etc.. Deshalb ist bei der europäischen Prüfung das vom Hersteller angegebene Bewegungsaufnahmevermögen bei der Brandprüfung in Betracht zu ziehen und die Prüfung bei maximaler Auslenkung durchzuführen.

Im Gegensatz zu den Abschottungen liegt im Bereich Fugenabdichtungen bisher nur eine beschränkte Erfahrung mit Prüfungen nach EN 1366-4 vor. Ein Grund dafür dürfte auch sein, dass es im Moment schwierig ist, überhaupt eine Prüfstelle zu finden, welche alle Bewegungsrichtungen simulieren kann, die erforderlich sind, wenn die Ergebnisse auch für Bewegungsfugen verwendbar sein sollen. Für horizontale Bauteile dürften es inzwischen zwei Prüfstellen sein, die Prüfungen anbieten können, für vertikale Fugen in Bauteilen ist es eine Prüfstelle in Deutschland, und für horizontale Fugen in vertikalen Bauteilen ist bisher keine Prüfstelle mit den nötigen Einrichtungen ausgerüstet.

Noch schwieriger wird es, wenn es sich um Fugen hinter Vorhangfassaden handelt, die nach EN 1364-4 geprüft werden, speziell, wenn der Antragsteller eine ETA als Ziel hat und daher auch die in der ETAG 026-3 enthaltenen zusätzlichen Anforderungen an die Prüfung zu berücksichtigen hat. Im Moment ist eine Prüfstelle dabei, die nötigen Einrichtungen zu schaffen, da in diesem Fall die ca. 4 m lange und mindestens 1 m hohe Probe für die Brandprüfung vor dem Brennen einem Cycling mit mindestens 500 Zyklen zu unterwerfen ist (eine Art künstliche mechanische Alterung der Fugenabdichtung).

Im Unterschied zur ETAG 026-2 für die Abschottungen wurden die auf die Brandprüfung bezogenen Regeln vor der Fertigstellung der ETAG nicht in die Prüfnorm ausgelagert, was formaljuristisch nötig wäre. Da zum damaligen Zeitpunkt die ETAs ohnedies noch verpflichtend waren, wurde für die (im Gegensatz zur Situation im Teil 2) geringe Anzahl derartiger Regeln keine Notwendigkeit gesehen, diesen Aufwand zu treiben – man konnte davon ausgehen, dass ohnedies immer beide Dokumente zu berücksichtigen sind. Diese

Situation hat sich aber, wie oben ausführlich dargelegt, geändert. Dadurch gelten im Falle einer ETA als Eignungsnachweis weitergehende Regeln als im Falle eines Klassifizierungsberichts (mit gegebenenfalls zusätzlicher nationaler Anerkennung). Da hieraus durchaus marktverzerrende Unterschiede im Anwendungsbereich entstehen können, ist diese Situation auf Dauer nicht akzeptabel. Es ist bereits angedacht, eine Bereinigung dieser Situation noch in diesem Jahr zu starten. Unglücklicherweise ist beim Teil 2 der ETAG 026 zurzeit der umgekehrte Trend zu beobachten.

AUSBLICK

Die Revision der BPR und die geplante Änderung in eine Verordnung haben die Hersteller hoffen lassen, dass der Wegfall der Verpflichtung zur ETA durch den Formalfehler in der BPR behoben werden wird. Erste Aussagen von Repräsentanten der Kommission bei der gemeinsam vom europäischen Herstellerverband (EAPFP) und dem europäischen Verband der Prüfstellen (EGOLF) mit Unterstützung der Kommission organisierten Konferenz in 2007 gingen klar in diese Richtung. Inzwischen ist der Optimismus verflogen. Der gegenwärtig vorliegende Entwurf der Bauproduktenverordnung (BPV) sieht für die Zulassungsschiene grundsätzlich Freiwilligkeit vor. Die oben beschriebene Situation wird also weiterhin bestehen bleiben. Im Gegenteil, sie könnte einer weiteren Renationalisierung Auftrieb verleihen.

Es bleibt zu hoffen, dass die Marktmechanismen die Situation regeln und der höhere Aufwand für nationale Zulassungen die Nachteile in einzelnen Teilbereichen aufwiegt, sodass die Hersteller freiwillig verstärkt in Richtung ETA gehen. Damit wäre auch eine einheitliche Umsetzung der europäischen Prüf- und Klassifizierungsnormen verbunden. Im Dübelbereich ist diese Situation bereits Realität.

Ein Blick über die Grenzen Europas hinaus zeigt zukünftige Herausforderungen und Grenzen auf: einige Länder außerhalb der EU (z. B. China) orientieren sich zwar grundsätzlich an der europäischen Prüfphilosophie, haben bisher den Schritt zu einer 1:1-Übernahme der Normen aber nicht gemacht.

Im Vergleich zu den USA ist die Prüfphilosophie Europas zu unterschiedlich, um in absehbarer Zeit zu einer einheitlichen Prüfnorm zu kommen. Während Prüfbedingungen wie der Ofendruck in den USA deutlich „milder“ sind als in Europa, führt die verpflichtende Anwendung des Wasserstrahltests („hose stream test“) de facto zu einem Ausschluss für bestimmte, in Europa weit verbreitete Abschottungssysteme. Dass genau diese Systeme von einem in Deutschland anerkannten Experten, der lange Jahre im Bereich Schadensbegutachtung einer Versicherung tätig war, mit der ironischen Bemerkung bedacht wurden, er hätte nie ein Versagen dieser Systeme durch Brand gesehen, weil sie immer zu Beginn des Brandes von den durchgehenden Leitungen, wenn deren Aufhängungen am anderen Ende des Raumes versagen, aus der Wand / Decke gehebelt werden, könnte vielleicht als Anregung dienen, dieses

Thema zu überdenken. Das Auftreten von UL als Notified Body und EOTA Body in Europa könnte hier möglicherweise langfristig einen Stein ins Rollen bringen.

In Ländern mit „British Standard-Tradition“ (vor allem Naher und Mittlerer Osten sowie einige Länder Asiens) stellt sich die Frage, wie es weitergehen soll, wenn in Europa praktisch keine Prüfungen nach British Standard (BS) mehr gemacht werden. Hier böte sich die Gelegenheit, mit dem Konzept der europäischen Zulassung einen Markt für europäische Anbieter im globalen Wettbewerb zu erhalten – die Beschränkung auf die Übernahme der Prüfnormen wird wegen deren Komplexität nicht zum Ziel führen. Es sind mir keine Anstrengungen von offizieller Seite bekannt, die Einführung oder zumindest die Akzeptanz von ETAs in diesen Ländern zu forcieren. Ich muss allerdings dazusagen, dass auch die Hersteller wenig Aktivitäten in diese Richtung entwickeln. Es sieht so aus, als ob man das Terrain kampflos den Amerikanern und Chinesen überlassen wollte.

RESÜMEE

Nach einer langen Anlaufphase lässt sich seit ca. 2 Jahren ein deutlicher Trend Richtung Europa im Bereich des baulichen Brandschutzes feststellen. Die etwa zeitgleich sichtbar gewordene Zurückhaltung bei der Umstellung auf Europa in einzelnen Ländern erhöht naturgemäß die Unsicherheit bei allen Beteiligten, welche Zeiten einen Systemumbruch immer begleiten. Für eine abschließende Beurteilung, in welche Richtung sich schlussendlich der Zug bewegen wird, ist es noch zu früh. Für ein Bestehen Europas im internationalen Wettbewerb werden aber die Bündelung der verfügbaren Ressourcen und die Überwindung von Partikularinteressen langfristig der einzige Weg sein und der heißt: HARMONISIERUNG.

LITERATUR

[1] ENTSCHEIDUNG DER KOMMISSION vom 8. Februar 2000 zur Durchführung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates im Hinblick auf die Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten (2000/147/EG)

[2] ENTSCHEIDUNG DER KOMMISSION vom 3. Mai 2000 zur Durchführung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates im Hinblick auf die Klassifizierung des Feuerwiderstands von Bauprodukten, Bauteilen und Teilen davon (2000/367EG)

[3] Verordnung des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB), mit der die Verordnung über die Baustoffliste ÖA vom 13. Mai 2008 geändert wird (1. Novelle zur Baustoffliste ÖA) OIB-095.1-032/10

[4] EN 1366-3 Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen - Teil 3: Abschottungen; Erstveröffentlichung 2004, Revidierte Fassung 2009

[5] ETAG 018 Brandschutzprodukte (Brandschutzbekleidungen und Brandschutzbeschichtungen)

Teil 1: Allgemeines

Teil 2: Reaktive Brandschutzbeschichtungen auf Stahlbauteilen

Teil 3: Brandschutzputzbekleidungen mit und ohne Putzträger und Bausätze für Putzbekleidungen zur Verwendung als Brandschutzprodukt

Teil 4: Produkte und Bausätze aus verformbaren und nicht verformbaren Brandschutzplatten und Brandschutzmatten

[6] ETAG 026 Brandschutzprodukte zum Abdichten und Verschließen von Fugen und Öffnungen und zum Aufhalten von Feuer

Teil 1: Allgemeines

Teil 2: Abschottungen

Teil 3: Linienförmige Fugenabdichtungen und Brandsperren

[7] CONSTRUCT 06/761 Commission services position regarding specific provisions of Council Directive 89/106/EEC (CPD) and related issues, 3. co-existence period for European Technical Approval Guidelines

[8] Als Beispiel das deutsche Bauproduktengesetz – BauPG vom 28.4.1998, das im § 5 „Brauchbarkeit“, Absatz (4) festlegt: „Sind für ein Bauprodukt weder harmonisierte noch anerkannte Norm bekanntgemacht, ist die Brauchbarkeit durch eine europäische technische Zulassung nach § 6 nachzuweisen, wenn für dieses Bauprodukt Leitlinien für die technische Zulassung vom Zusammenschluss der von den Mitgliedstaaten der Europäischen Union bestimmten Zulassungsstellen verabschiedet worden sind und die Kommission der Europäischen Gemeinschaften die Mitgliedstaaten der Europäischen Union aufgefordert hat, die Leitlinien in ihren Amtssprachen zu veröffentlichen.“ Beide Bedingungen sind im Falle der Brandschutzprodukte erfüllt, woraus sich zumindest für den juristischen Laien eine Verpflichtung zum Nachweis der Brauchbarkeit über eine ETA ableiten lässt.

[9] Arrêté du 30 juin 2008 portant application à certains produits de protection contre le feu du décret no 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l’aptitude à l’usage des produits de construction

[10] V. Brabauskas: Unexposed-face temperature criteria in fire resistance tests: A reappraisal.

STAND DER ISO-NORMUNG VON INGENIEURMETHODEN IM BRANDSCHUTZ

Dieter Brein
Forschungsstelle für Brandschutztechnik am Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe

EINLEITUNG

Im Gegensatz zu den traditionellen Nachweisen der Beachtung zumeist baurechtlicher materieller Anforderungen – auch dann liegt ein Brandschutzkonzept vor - werden zunehmend Brandschutzkonzepte erstellt, die in ganzheitlicher Betrachtung der Schutzziele, der daraus abgeleiteten funktionalen Anforderungen und mit den hierzu passenden (Grenz-) Kriterien versehen den Nachweis der äquivalenten, jedoch jetzt leistungsbezogenen Erfüllung baurechtlicher Schutzziele führen. Auch bei sonstigen (weitergehenden) Anforderungen aus privatrechtlichen Vereinbarungen kann nach einem ähnlichen Muster verfahren werden.

Bezogen auf das Baurecht geht dies in Deutschland grundsätzlich konform mit §3 (3) Musterbauordnung (MBO), wonach die technischen Baubestimmungen einzuhalten sind. Von ihnen darf jedoch abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße sichergestellt ist, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden (=> Äquivalenz zu den qualitativen baurechtlichen Schutzzielen der MBO). Dies ist auch in anderen Ländern in vergleichbarer Weise gängige Praxis.

Insbesondere für Sonderbauten können die vorhandenen Verordnungen und Richtlinien, da sie in der Regel Standardfälle abdecken sollen, nur begrenzt auf neue Entwicklungen – größer, höher – eingehen, so dass auf die hierdurch verursachten Einschränkungen im Genehmigungsverfahren individuell bereits seit langem Rücksicht zu nehmen war. Hierbei gab und gibt es häufig Einzelnachweise, etwa zu Fragen der Rauchfreihaltung, jedoch in den seltensten Fällen wurde ein durchgängig schutzzielorientiertes und damit leistungsbezogenes Konzept erstellt. Der Grund war, dass einheitliche Verfahrensweisen, wie bei der Erstellung eines ganzheitlichen Brandschutzkonzepts mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens vorzugehen sei, noch nicht entwickelt / noch nicht bekannt waren (und diesen teilweise auch heute noch misstraut wird).

International geht man auch vor dem Hintergrund der fortschreitenden Entwicklung im Brandschutzingenieurwesen folgerichtig von den durch materielle Brandschutzvorschriften gekennzeichneten Bauordnungen auf leistungsbezogene Bauordnungen über, wobei in der Praxis diese Ablösung der materiellen Anforderungen durch schutzzielorientierte Nachweise in unterschiedlicher wissenschaftlicher Tiefe erfolgt.

Die hierbei zur Anwendung kommenden Verfahrensabläufe bei der Konzepterstellung für den Nachweis der Genehmigungsfähigkeit sind uneinheitlich. Nationale Entwicklungen wie der deutsche Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes der vfdb, die australischen Fire Safety Engineering Guidelines, die britischen Technischen Berichte BS PD 7974-0 bis 7, und andere versuchen, wesentliche Regeln zur Konzepterstellung und zum Nachweis aufzustellen.

ISO - ALLGEMEINE ENTWICKLUNG UND RAHMENDOKUMENT

In Gremien der ISO wird seit 1991 an harmonisierten, einem Grundkonzept folgenden und sich gegenseitig ergänzenden Dokumenten gearbeitet. Die Reihe der im Jahre 1999 als Technische Berichte ISO /TR 13387-1 bis -8 veröffentlichten Schriftstücke zum Brandschutzingenieurwesen wird aktuell ergänzt und überarbeitet.

Ausgangssituation der (weiterhin aktuellen) Technischen Berichte

Ein allgemeiner Teil (ISO /TR 13387-1) beschreibt die grundlegenden Verfahrensabläufe für die Erstellung des Nachweises von leistungsbezogenen Konzepten zur Erfüllung der Schutzziele und gibt somit einen Rahmen vor. Ein weiteres, horizontal anwendbares Dokument (ISO /TR 13387-3) nennt die Anforderungen an die Verwendbarkeit in Aussicht genommener Rechenverfahren.

Brand, Brandverhalten von Bauprodukten, Anlagentechnik, Verhalten von Menschen bei Bränden stehen als Module in Wechselwirkung. Die Erstellung eines ganzheitlichen Brandschutzkonzeptes gelingt dann, wenn sämtliche, für den Ablauf eines Schadensereignisses systembestimmenden Wechselwirkungen angemessen berücksichtigt werden.

Die Erstellung des Konzepts beginnt mit der Kenntnisnahme des Projektumfangs, also mit dem Entwurf des Bauwerks, das durch Geometrie und Lage in seiner Umgebung sowie die Nutzungsumstände zu kennzeichnen ist. Dabei ist das Bauwerk hinsichtlich seiner brandschutzrelevanten Ausführung, Nutzung und Umgebung zu definieren (Erstentwurf).

Der weitere Ablauf ist in Bild 1 dargestellt und enthält folgende wesentliche Verfahrensschritte:

- Feststellen / Abfragen bzw. Festlegen der Schutzziele mit den Beteiligten (Planer, Bauherr, Behörden, Versicherung etc.),
- Schutzstrategie (→Schutzraum oder ins Freie?) festlegen,
- funktionale (qualitative) Anforderungen zur Erfüllung der Schutzziele bestimmen,

- den funktionalen Anforderungen quantitative Akzeptanzkriterien beifügen, bei deren Erfüllung die Schutzziele als auf der sicheren Seite nachgewiesen gelten können,
- kennzeichnende Bemessungs(brand)szenarien ermitteln und aus diesen den zeitlichen Verlauf der Bemessungsbrände hinsichtlich Brandleistung und Schadstoffausbeute festlegen,
- die Komponenten des vorgesehenen Brandschutzkonzepts aufführen,
- durch Bemessung mittels Ingenieurmethoden überprüfen, ob mit dem vorgesehenen Brandschutzkonzept die Kriterien erfüllt werden können, falls nicht, das Brandschutzkonzept verändern, die Strategie überprüfen usw..

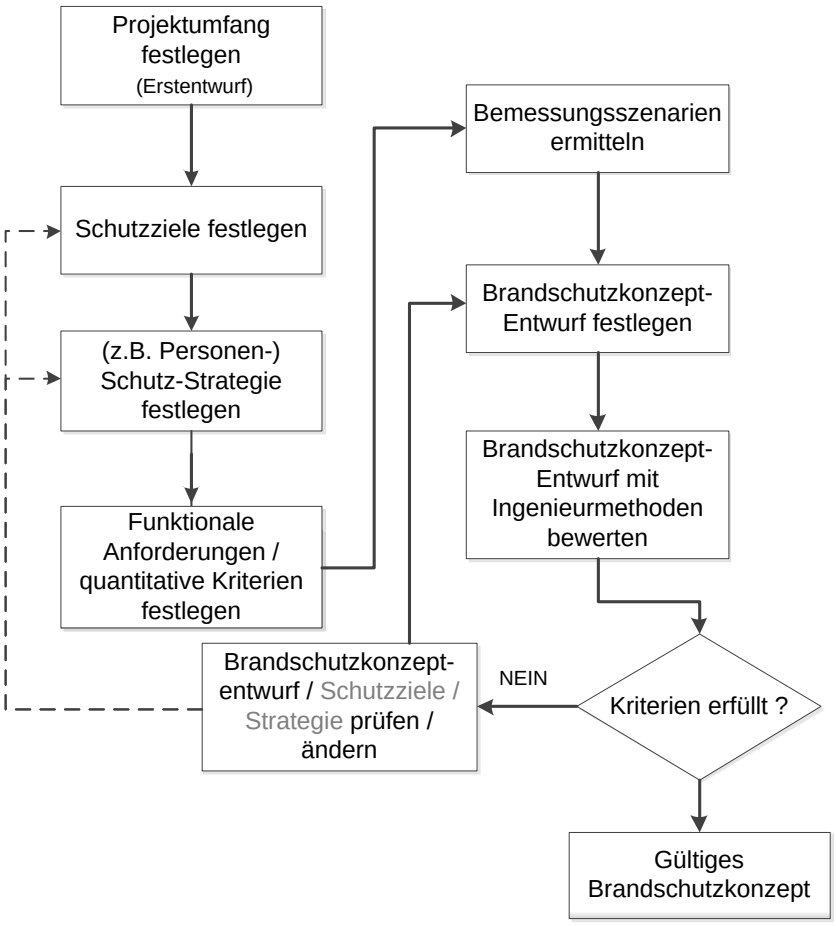


Bild 1 Ablauf der Bearbeitung eines ganzheitlichen Brandschutzkonzepts

Der Nachweis hat (beim Personenschutz) zum Ziel festzustellen, dass unter Berücksichtigung des Verhaltens von Menschen bei Bränden, deren Aufenthaltsortes und Zustandes das Schutzziel der Unversehrtheit auch im Brandfall erreicht wird. Die Reihe dieser Technischen Berichte folgt einem modularen Aufbau, so dass der Sachkundige auf der Basis dieser Dokumente in der Lage ist, ganzheitliche Brandschutzkonzepte zu erstellen - bislang beschränkt auf den Nachweis des Personenschutzes.

Die Technischen Berichte ISO /TR 13387-1 bis 8 folgen somit der Leit- und Grundidee, von den für ein bestimmtes Bauwerk als wesentlich erkannten Brandgefährdungen ausgehend die Einflüsse verschiedener Parameter auf die weitere Brandentwicklung nach Brandentstehung aufzuzeigen und Rechenverfahren / Methoden an die Hand zu geben, mit denen der Nachweis geführt werden kann, dass mit den in das Konzept einbezogenen Brandschutzmaßnahmen die vereinbarten Schutzziele auf der sicheren Seite abgedeckt werden können.

Neben den rein organisatorischen Aspekten, wie ein Verfahrensablauf zur Erstellung eines ganzheitlichen Brandschutzkonzepts mit Nachweis der Erfüllung der Schutzziele aussehen kann, wie im Bild 1 dargestellt, ergibt sich natürlich die Notwendigkeit – und hier sind insbesondere der Brandschutzingenieur und seine Fähigkeiten quantitativer Bemessung gefordert – eben diese Bemessung durchzuführen und sich hierbei auf allgemein anerkannte Verfahren, sofern vorhanden, abzustützen. Die Notwendigkeit, kennzeichnende Daten richtig zu verknüpfen, sei hierbei besonders hervorgehoben. So wurde im Rahmen der Erarbeitung der Technischen Berichte ISO /TR 13387-1 bis -8 für die Bemessung besonders auf diesen Punkt abgehoben. Dabei wurden die erforderlichen Eingabe- und Ausgabewerte für die jeweiligen, im Rahmen der Abarbeitung des Nachweises zu bemessenden Maßnahmen bzw. Verhaltensweisen (des Brandes, von betroffenen Personen, von Einsatzkräften) qualitativ genannt und deren jeweilige Bedeutung beschrieben. Dies kann schematisch mittels der Verknüpfung von Modulen über einen gemeinsamen Datenstrang dargestellt werden, wobei dieser sämtliche für die Berechnungen erforderlichen Eingabe- und Ausgabedaten in einem bidirektionalen Datenbus enthält. Wesentliche Daten zum Gebäude und den Randbedingungen, zur Beschreibung der untersuchten Szenarien und dann zum zeitlichen Verlauf der wesentlichen Größen werden kontinuierlich über den Ablauf der Berechnungen in diesem Datenbus vorgehalten (in ISO /TR 13387 wird dieser als „global information bus“ bezeichnet). Die Berücksichtigung dieser Wechselwirkung(en) macht eine Beschreibung der Module und der Abhängigkeiten erforderlich.

Dies geschieht individuell in den Dokumenten zu:

- Bemessungsbrandszenarien und Bemessungsbränden (ISO /TR 13387-2),
- Entstehung und Ausbreitung von Bränden und Bildung von Brandfolgeprodukten (ISO /TR 13387-4),
- Strömung von Brandfolgeprodukten (ISO /TR 13387-5),
- Bauteilverhalten und Brandausbreitung über den Brandentstehungsraum hinaus (ISO /TR 13387-6),
- Detektion, Aktivierung und Brandbekämpfung (ISO /TR 13387-7)

mit Auswirkungen auf den im Brandablauf feststellbaren Zustand der zu schützenden Personen und / oder beweglichen und nicht beweglichen Güter.

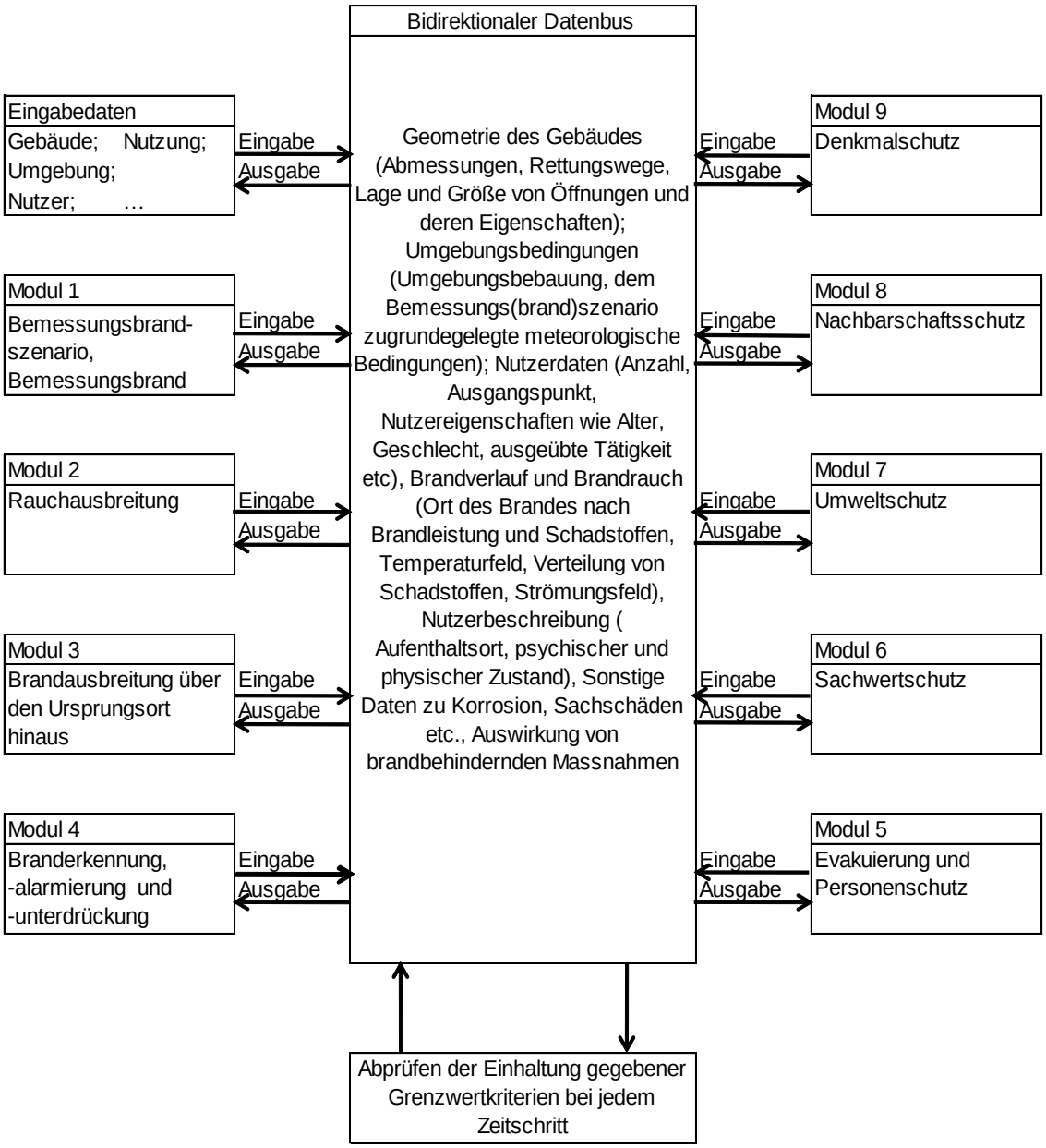


Bild 2 Bidirektionaler Datenbus zur Vorhaltung der bei der Verknüpfung der Module zur Bemessung von Maßnahmen benötigten Daten.

In den Modulen 1 bis 4 werden die brandspezifischen Berechnungen durchgeführt, aus denen die zeitlich veränderlichen Einwirkungen auf die in den Modulen 5 bis 9 benannten schützenswerten Sachverhalte (Personen, Tiere, Einrichtungsgegenstände, Bauteile, Umgebung etc.) ermittelt werden. In den Modulen 5 bis 9 hinterlegte Rechenvorschriften, zum Beispiel in Modul 5 Personenschutz hinterlegte Rechenverfahren zur Beurteilung der Auswirkungen von Brandrauch und Wärme auf das Fluchtverhalten von Personen, dienen der Überprüfung, ob im betrachteten Zeitraum die Grenzkriterien im erwarteten Maße erfüllt sind. Dieser Vorgang kann weiter in Bild 3 veranschaulicht werden, wiederum auf den Modul 5 bezogen.

Ausgehend von den auf dem bidirektionalen Datenbus vorgehaltenen Daten (hier 1 – 17) wird dort ermittelt, welchen Aufenthaltsort die Personen im nächsten Zeitschritt einnehmen werden und in welchem Zustand sie sich befinden werden. Diese Ergebnisse werden dann wieder an den Datenbus zurückgegeben, wo sie für die Abprüfung der Kriterien zur Verfügung stehen. Sinngemäß lässt sich für die anderen Module die Verknüpfung herstellen.

EIGNUNGSPRÜFUNG VON RECHENVERFAHREN DES BRANDSCHUTZINGENIEURWESENS

Von weiterer allgemeiner Bedeutung ist eine Betrachtung der zur Anwendung kommenden Rechenverfahren und ihrer Eignung. Wie vorher ausgeführt, ist eine Vielzahl von Phänomenen in Wechselwirkung zu betrachten, die durch unterschiedliche Rechenansätze / Rechenverfahren beschrieben werden können. Derartige Rechenverfahren / Rechenansätze sind in umfangreicher Weise in der einschlägigen Fachliteratur beschrieben; ihren Anwendungsbereichen / Anwendungsgrenzen ist für die jeweilige Fragestellung jedoch besonderes Augenmerk zu widmen.

Vor der Anwendung von Rechenverfahren ist es deshalb erforderlich festzustellen, ob es sich um verifizierte und validierte Verfahren handelt. Hinweise für den Nachweis der Verifizierung (= Korrektheit der mathematischen Lösung der das Phänomen beschreibenden Gleichungen) und Validierung (= Nachweisführung, dass das Verfahren das zu beschreibende Phänomen im Rahmen ingenieurmäßiger Nachweise korrekt wiedergibt) findet man zum Beispiel in ISO 16730.

Eine Auswahl von Handrechenverfahren für

- den Austausch von Gasen durch Öffnungen,
- auftriebsbehaftete Plumes,
- Deckenstrahlen und Rauchschichten (nach einem Zonenmodell)

und weitere (in Entwicklung) mit ihrem jeweiligen Anwendungsbereich findet man zum Beispiel in den neu entwickelten ISO Dokumenten mit den Nrn. 16734 bis 16737 und sonstigen Dokumenten in einem fortgeschrittenen Entwurfsstadium, auf die weiter unten noch eingegangen wird.

Die Norm ISO 16730 „Bewertung, Verifizierung und Validierung von Rechenverfahren, die eine Weiterentwicklung von ISO /TR 13387-3 darstellt, bezieht grundsätzlich alle im Brandschutzingenieurwesen zur Anwendung kommenden Rechenverfahren ein, nicht nur mathematische Modelle wie in der Einschränkung des Vorgängerdokuments, sondern definiert auch Anforderungen an die Beschreibung von Handrechenverfahren. Dabei folgt die Entwicklung eines Rechenverfahrens dem in Bild 4 gezeigten logischen Ablauf.

	Legende
|	keine Funktion
o	Eingabedaten aus Datenbus
•	Ausgabedaten auf Datenbus
x	Ergebnisse des Rechenverfahrens

No.	Parameter	Zeitpunkt: t_N		Berechnungen	Zeitpunkt: t_{N+1}
		Daten im bidirektionalen Datenbus			
A	Vorgegebene Entwurfsparameter				
1	Gebäude	o	o	|	|
2	Umgebung	o	o	|	|
3	Brandlasten	o	|	|	|
4	Brand-Szenarien	o	|	|	|
5	Personen	o	o	|	|
B	Zeitabhängige Größen				
6	Zustand des Gebäudes	o	o	|	|
7	Zustand des Gebäude-Inhalts	o	o	|	|
8	Brandprodukte	o	o	|	|
9	Zustand der Personen	o	o	|	•
10	Aufenthaltsorte der Personen	o	o	|	•
11	Drücke, Geschwindigkeiten	o	o	|	|
12	Brandgröße, Rauchausbreitung	|	|	|	|
13	Temperaturverteilung	o	o	|	|
C	Einwirkung auf das Brandgeschehen				
14	Aktivierung: Alarm	o	o	|	|
15	Aktivierung: Kontrollmaßnahmen	o	o	|	|
16	Aktivierung: Brandbekämpfung	o	o	|	|
17	Intervention: Feuerwehr	o	o	|	|
		↓	↓		↑
	Aussagen zu				
	Personen: Aufenthaltsorte	•	|	x →	o
	Personen: Befindlichkeit / Zustand	|	•	x →	o
		↓	↓	↑	
	Berechnungen				
	Abläufe vor Räumungsbeginn	→	→	x	|
	Räumungsablauf	→	→	x	|
	Physikalische Brandeinwirkungen	→	→	x	|
	Psychische Effekte	→	→	x	|

Bild 3 *Schutz der Personen (Modul 5) Verknüpfung von Daten zur Ermittlung von Zustandsgrößen bei der Personensicherheit sowie der Ablauf innerhalb eines Zeitschrittes mit neuem Ergebnis zu Verhalten, Aufenthaltsort, Zustand*

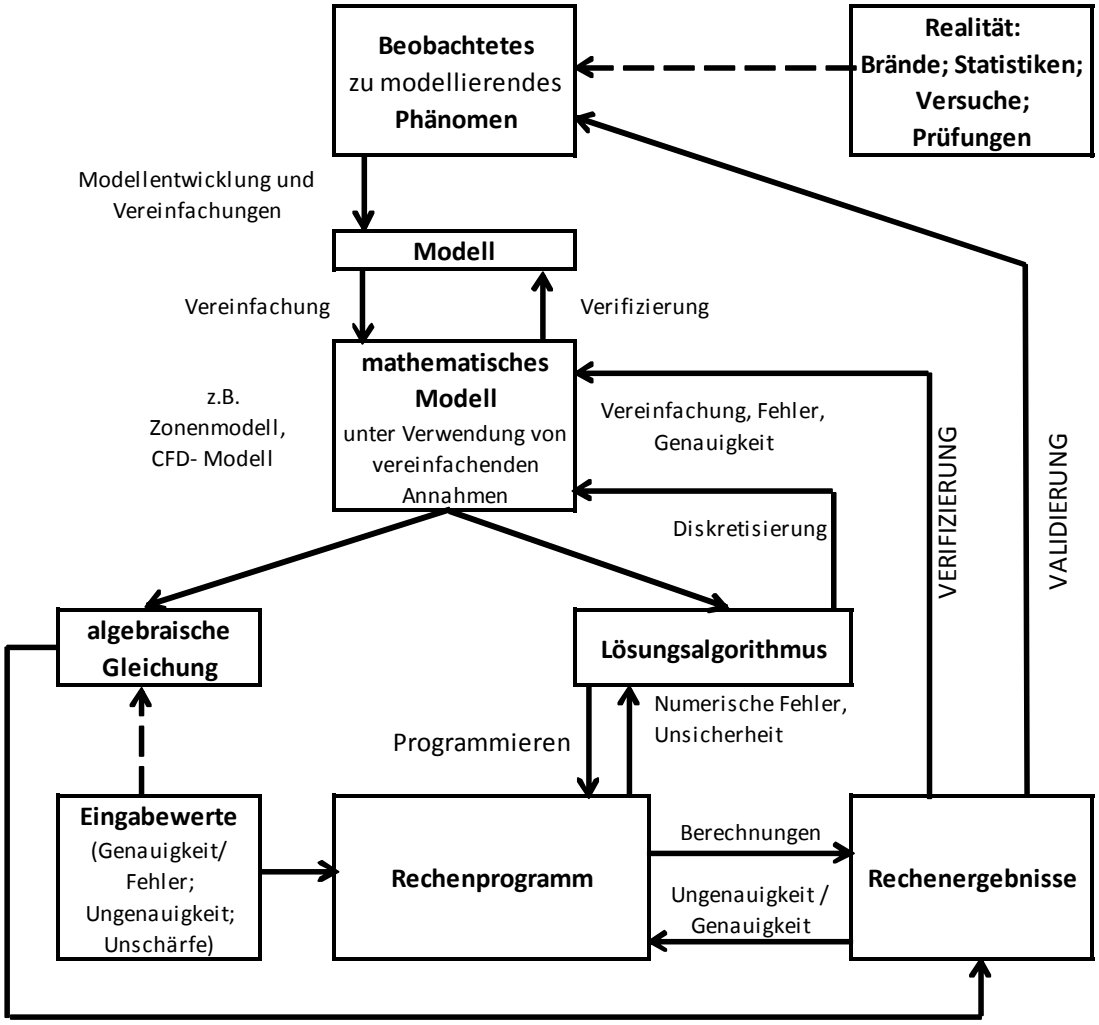


Bild 4 Flussdiagramm zum allgemeinen Ablauf des Verfahrens zur Entwicklung und zur Bewertung der Eignung eines Rechenverfahrens mittels Verifizierung und Validierung

Die Norm legt weiter Verfahrensschritte fest, mittels derer geprüft werden kann, inwieweit die im Rahmen brandschutztechnischer Nachweise zur Anwendung kommenden Rechenverfahren – unter Berücksichtigung ihrer Anwendungsgrenzen – zur Beschreibung von praxisrelevanten Phänomenen eingesetzt werden können. Die Beachtung dieser Verfahrensschritte ist nicht nur auf Rechenmodelle mit aufwändigen mathematischen Lösungsalgorithmen zur Lösung von Gleichungssystemen erforderlich, wie dies etwa bei Feldmodellrechnungen vorliegt, sondern auch so genannte Handrechenverfahren, die mit geringem mathematischem Aufwand verbunden sind. Die Norm wendet sich sowohl an Entwickler von Rechenverfahren als auch an Auditoren, an Anwender der Rechenverfahren und an diejenigen Kreise, welche die Zulässigkeit der Anwendung eines bestimmten Verfahrens, zum Beispiel in der bauaufsichtlichen Anwendung, überprüfen wollen.

Die Technische Dokumentation eines Rechenverfahrens erfüllt grundsätzlich nur dann die an sie gestellten Anforderungen, wenn sie folgende, für das Rechenverfahren relevante Punkte aufgreift:

- Zweck des Rechenverfahrens: Darstellung des zu lösenden Problems; erwartete Ergebnisse; Begründung für die Notwendigkeit der Entwicklung des Rechenverfahrens und seiner Realisierbarkeit.
- Angaben zu den wesentlichen, im Rahmen einer Modellbildung betrachteten Phänomenen sowie den physikalischen etc. Grundlagen und zugrundeliegenden Gleichungen.
- Umsetzung der Modellannahmen in Gleichungen / Gleichungssysteme sowie Angaben zu den mathematischen Lösungsverfahren / - algorithmen, mit Nennung der verwendeten Literatur.
- Darstellung der getroffenen (ggf. vereinfachenden) Annahmen unter Berücksichtigung von Gültigkeitsgrenzen der Eingabeparameter, die sich aus dem gesicherten Anwendungsbereich des Rechenverfahrens ergeben.
- Darstellung der erwarteten Genauigkeit der Rechenergebnisse, bei Rechenmodellen (Simulationsrechnungen wie z.B. CFD) Darstellung der Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit des Computersystems.
- Ergebnisse einer Sensitivitätsanalyse zur Untersuchung des Einflusses variierter Eingabewerte auf bestimmte Ergebnisgrößen.

Weiter muss die Technische Dokumentation Angaben über die Verifizierung und Validierung enthalten. Die Verifizierung ist hierbei als Vorgang definiert, der dem Nachweis dient, dass die Gleichungen / Gleichungssysteme mathematisch korrekt gelöst werden. Dies kann auf mehreren Wegen erfolgen, zum Beispiel auch durch Vergleich der Ergebnisse mit einer bereits bekannten („exakten“) Lösung. Verifizierung ist im Allgemeinen jedoch nicht auf Handrechenverfahren anzuwenden.

Die Validierung ist der Vorgang des Nachweises darüber, dass das gewählte / entwickelte Rechenverfahren das zu untersuchende Phänomen (zum Beispiel das Füllen eines Raums mit Brandrauch) korrekt wiederzugeben vermag, bzw. dieses innerhalb tolerabler Grenzen kann. Insoweit kann der Nachweis der Eignung eines Rechenverfahrens auch dazu verwendet werden, um das Qualitätsniveau der erwarteten Ergebnisse mit den Qualitätserwartungen des Anwenders abzugleichen (nicht jede Problemstellung benötigt im Ingenieurbereich eine möglichst exakte, aber bisweilen ressourcenfressende Lösung) , oder um ein bestimmtes Rechenverfahren unter mehreren zur Verfügung stehenden auszuwählen.

Des Weiteren soll die Technische Dokumentation Anwendungsbeispiele enthalten. Dies trifft sowohl für Handrechenverfahren als auch für Computersimulationen zu. Hierin ist darzustellen, für welchen Eingabedatenbereich wie zum

Beispiel geometrische Abmessungen, Stoffwerte und Randbedingungen das Verfahren validiert wurde.

Fragen zur Aussagefähigkeit eines Rechenverfahrens liegen nicht nur im Brandschutzingenieurwesen in der Natur der Sache. Aber gerade hier ist die mögliche Vielzahl von Auswirkungen äußerer Einflüsse auf den Ablauf eines Ereignisses besonders hoch. Dies betrifft jedoch nicht nur das Rechenverfahren, sondern auch das der Validierung zugrundeliegende Experiment, oder auch die Unschärfen in der Ausgangssituation eines realen Ereignisses. Allgemein wird mit Abweichungen zu rechnen sein; die Bewertung der Größe dieser Abweichungen vom erwarteten Ergebnis / den erwarteten Ergebnissen ergibt sich aus einer sorgfältigen Fehleranalyse.

Bild 5 macht deutlich, dass bei Unschärfen auf Seiten der Eingabedaten, wenn diese in „ungenauen“ Rechenverfahren mathematisch verknüpft werden, notwendigerweise auch die Ergebnisse unscharf sind. In denjenigen Bereichen des Brandschutzingenieurwesens, die sich mit der Modellierung der Rauchabführung aus Gebäuden, dem Auslöseverhalten von automatischen Brandmeldern oder automatischen Feuerlöschanlagen, der Rauchzusammensetzung bei einem Brand etc. befassen, ist dies zwar dem Grundsatz nach bekannt, die Verfahren zur Bewertung sind jedoch noch nicht hinreichend in die tägliche Praxis umgesetzt, zum Teil noch nicht entwickelt. Hier besteht noch erheblicher Forschungs-, Aufklärungs- und Ausbildungsbedarf.

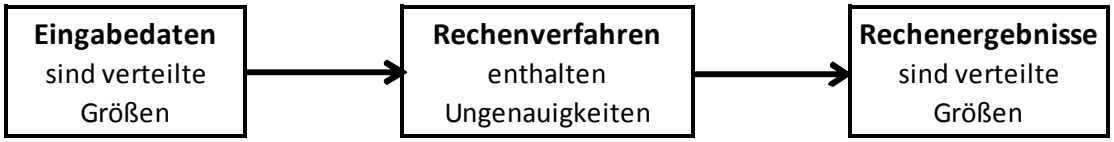


Bild 5 Verknüpfung unscharfer Eingabedaten mit ungenauen Rechenverfahren führt zu verteilten Ergebnisgrößen

Hieraus ergibt sich die Fragestellung nach der Aussagefähigkeit eines Rechenergebnisses auch im Hinblick darauf, wie sicher die Kriterien eingehalten werden, die den aus den Schutzzielen abgeleiteten funktionalen Anforderungen zugeordnet wurden, um die Einhaltung der Schutzziele auch nachweisen zu können. In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, dass die Bewertung von Ergebnissen aus Rechenverfahren zunehmend Gegenstand von Überlegungen zur Einführung von Sicherheitsbeiwerten, auch außerhalb der bisher „klassischen“ Anwendung wie etwa im Rahmen der Eurocodes zum Nachweis der Standsicherheit von Bauteilen im Brandfall ist.

ISO TC92 SC4 : AKTUELLE ARBEITEN

Ergänzungen zu den vorhandenen Berichten werden in mehreren Arbeitsgruppen („Working Group“) und in Projektgruppen („Task Groups“) erarbeitet, die teilweise in weitere Projekt(unter)gruppen organisiert sind.

Bemessungsbrandszenarien und Bemessungsbrände (WG 6)

ISO/TS (Technische Spezifikation) 16733:2006 „Ermitteln von Bemessungsbränden und Bemessungsbrandszenarien“ beschreibt ein Verfahren, mit dem kennzeichnende Bemessungsbrandszenarien und Bemessungsbrände für die Anwendung in deterministischen Rechenverfahren (also z.B. Wärme– und Rauchentwicklung im Hinblick auf die Nutzbarkeit von Rettungswegen unter Berücksichtigung der Wirksamkeit anlagentechnischer Maßnahmen) für die betrachtete Nutzung festgelegt werden können. Hierbei werden die kennzeichnenden Bemessungsbrandszenarien und Bemessungsbrände aufgrund eines Auswahlverfahrens (Ereignisbaum) festgelegt, das unter Berücksichtigung der Schutzziele die Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Ereignisse im Brandablauf und die Schwere des hieraus resultierenden Schadens bewertet und im Zuge einer Rangbestimmung das maßgebliche Szenario (bzw. die maßgeblichen Szenarien) bestimmt.

Zwei (nicht normative) Anhänge erläutern das Verfahren näher.

Anhang 1: Auswahl kennzeichnender Szenarien für einen Brand in einer überdachten Mehrzweckhalle unter Berücksichtigung von Rauchabführung. Hierbei werden die kennzeichnenden Szenarien vor dem Hintergrund entwickelt, dass als Schutzziel der Personenschutz nachzuweisen ist, d. h. bei einem Brandereignis die Rettungswege über einen begrenzten Zeitraum benutzbar bleiben müssen. Die ins Auge gefassten Nutzungen sind die in einer derartigen Halle üblichen im Spielfeldbereich, z. B. Konzertveranstaltungen, „klassische“ Sportveranstaltungen, aber auch Autorennen auf abgestecktem Parcours. Es kommen natürlich auch Brandentstehungsorte wie etwa Stuhllager oder Garderoben in Frage. Der Anhang entwickelt diese Szenarien weiter und verknüpft sie mit den möglichen Schäden, so dass sich hieraus die maßgeblichen und weiter zu bewertenden Risiken in ihrer Rangfolge abzeichnen. Eine derartige Bewertung dient freilich nicht nur dazu, kennzeichnende Bemessungsbrandszenarien zu ermitteln, sondern auch dazu, bei der Entwicklung des Ereignisbaums zu überprüfen, ob und inwieweit durch brandschutztechnische (Zusatz- oder Verbesserungs-) Maßnahmen wie besonders leistungsfähige Melde- und Alarmsysteme spezifische Versagenswahrscheinlichkeiten reduziert werden können und damit das Ergebnis (positiv) beeinflusst werden kann.

Anhang 2: Auswahl von Bemessungsbrandszenarien am Beispiel eines Lagergebäudes, das ein bestimmtes Lagergut (und nur dieses) enthält. Dieses Beispiel dient dazu zu zeigen, wie im Hinblick auf das Schutzziel Sachschadensbegrenzung und geringe Betriebsunterbrechung die maßgeblichen Bemessungsbrandszenarien entwickelt werden.

Bewertung, Verifizierung und Validierung von Rechenverfahren (WG7)

Die Bewertung bezieht sich grundsätzlich auf alle Rechenverfahren, wie auch bereits weiter oben beschrieben. Zu den weiteren Aufgaben dieser Arbeitsgruppe zählen die Erarbeitung von beispielhaften Nachweisen dafür, wie das

Hauptdokument (ISO 16730) für verschiedene Rechenverfahren angewendet werden kann, um deren Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Verwendung von Rechenverfahren im Brandschutz nachzuweisen. Derzeit werden auf Basis eines Workshops im April 2006 über die Anwendung von ISO 16730 diverse Beispiele entwickelt. Sie berücksichtigen sowohl rechentechnisch aufwändige Verfahren wie Feld- und Zonenmodelle sowie Modelle für die heiße Bemessung als auch solche Verfahren, die mit wenigen Gleichungen auskommen, bei denen gleichwohl die Validierung breiten Raum einnimmt.

Außerdem erarbeitet die Arbeitsgruppe einen Leitfaden mit Hinweisen für die Anwendung von Ein-Raum- und Mehrraum-Zonenmodellen. Hierbei ist der Focus auf die Bestimmung von Rauchschichttemperaturen, Rauchschichtdicken und Schadstoffkonzentrationen als wesentliche Ergebnisse von Zonenmodell-Berechnungen gelegt. Spezielle Zusatzfunktionen wie etwa der Auslösezeitpunkt von Brandmeldern oder Glasbruch werden nicht betrachtet.

Anforderungen: Zonenmodelle benötigen wie jedes Rechenverfahren eine Reihe von Eingabedaten aus den unterschiedlichsten Bereichen.

Eingabedaten Geometrie: diese legen zunächst die geometrischen Randbedingungen des betrachteten Raumes bzw. der betrachteten Räume bei Mehrraum-Zonenmodellen fest. Üblicherweise werden die Modellräume als aus horizontalen und vertikalen Flächen (mit Öffnungen) zusammengesetzte Räume betrachtet. Die Darstellung von geneigten Flächen (zum Beispiel für Dächer) ist ein Sonderfall.

Eingabedaten Öffnungen: bei Mehrraum-Zonenmodellen werden mehrere Räume über Öffnungen untereinander verbunden. Erfahrungsgemäß machen sich fehlerhafte Annahmen über den Strömungsaustausch zwischen in Reihe hintereinander geschalteten Räumen stärker bemerkbar als bei um einen betrachteten „Ursprungsraum“ gruppierten Räumen und erhöhen damit die Unsicherheit der Rechenergebnisse. Öffnungen beeinflussen durch ihre Geometrie die Strömung im Raum. Ein Zonenmodell kann diesen Einfluss nicht abbilden. Da der zeitliche Verlauf der Bemessungsbrände vorgegeben ist (bisweilen während des Programmablaufs bezüglich des Sauerstoffangebots korrigiert), können Beeinflussungen der zeitlichen Entwicklung der Brandleistung durch Queranströmung (Anfachung durch erhöhte Durchmischung mit Luft) und Verwirbelung von Rauch nicht dargestellt werden. Die Beeinflussung der zeitlichen Entwicklung der Brandleistung durch Queranströmung wird zwar bei Feldmodellen in der Regel nicht berücksichtigt; dort wird jedoch der Einfluss der Zuströmung auf die Strömungsentwicklung im Raum sichtbar.

Eingabedaten Stoffwerte: Stoffdaten der die Räume begrenzenden Bauteile beeinflussen durch ihre Auswirkung auf die Berechnung der Wärmebilanz ebenso das Rechenergebnis. Hierzu gehören außer den thermophysikalischen Stoffwerten auch Brennbarkeitseigenschaften der Wand-, Boden und Deckenmaterialien. Die mögliche Zündung dieser Stoffe kann in der Regel nicht beim

Bemessungsbrand berücksichtigt bzw. automatisch während des Programmlaufs in ihrer Auswirkung auf den Bemessungsbrand berücksichtigt werden.

Eingabedaten zu Grundannahmen zum Wärmeaustausch: die Bewertung des Strahlungsaustausches zwischen Flamme, Rauch und Wänden ist von Grundannahmen abhängig, die in der Realität stark variieren können und sich somit ebenfalls auf die Wärmebilanz auswirken.

Eingabedaten Schadstoffe: ebenso sorgfältig sind die Eingabedaten zur Bildung von Schadstoffen zu betrachten. Da die Ausbeute an Partikeln wie zum Beispiel Ruß und die Ausbeute an Schadstoffen wie CO, HCN und HCl stark material- und verbrennungsabhängig ist, ist es schwierig, hierzu verlässliche Angaben zu machen. Dies betrifft zwar grundsätzlich alle Rechenverfahren, die sich mit diesem Thema befassen, in dem hier geschilderten Zusammenhang hat die vorgenannte Aussage jedoch ebenso Gültigkeit, vor allem dann, wenn mithilfe dieser Größen Sichtweiten oder Schadstoffkonzentrationen im Rauch im Hinblick auf den Nachweis einer erfolgreichen Selbstrettung und/oder der Zugangsmöglichkeit der Rettungskräfte für Personenrettung und Brandbekämpfung abgeleitet werden sollen.

Zonenmodelle können je nach Detaillierungsgrad der Berücksichtigung spezifischer Phänomen Anwendungsgrenzen aufweisen.

Beispiel: begrenzte Bewertungsmöglichkeit von lokalen realen Ereignissen wie etwa der Angabe der die Bauteile beanspruchenden Spitzentemperaturen oberhalb der Brandquelle bzw. die Möglichkeit einer Zündung von brennbaren Stoffen im Deckenbereich, da die Zonenbildung die Temperaturen mittelt und somit „verschmiert“. Deshalb werden die Temperaturen über der Brandquelle stets unterschätzt, es sei denn, in einem Submodell wird eine gesonderte Berechnung ausgeführt. Dies kann auch andere Gegenstände wie Bestandteile einer Lüftungsanlage betreffen, die dann örtlich (zu) hohen Temperaturen ausgesetzt wird. Auf die Tatsache, dass bei deren Vernachlässigung Einflüsse von lokalen Strömungen nicht berücksichtigt werden, ist zurückzuführen, dass dann auch Aussagen zur Aktivierung von Branddetektoren mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sein können.

Weitere Anwendungsgrenzen bzw. Unsicherheiten in der Bewertung können aus dem Einfluss der geometrischen Abmessungen auf die Brandentwicklung folgen. Hier steht die Wärmerückstrahlung aus der heißen Rauchschicht bzw. von Raumbegrenzungen an erster Stelle. Die Erfahrung zeigt, dass bei Raumbränden die Bildung von Zersetzungsgasen aus den Brandstoffen infolge dieser Rückwirkungen die bei Versuchen im Freien am selben Objekt gemessene Abbrandrate deutlich überschreiten kann, so dass die Brandleistungsentwicklung für geschlossene Räume deutlich unterschätzt werden kann. In Folge wird auch die Bildungsrate von Partikeln und Schadstoffen unterschätzt; die ermittelten Temperaturen sind niedriger, die Rauchschichtdicken geringer als real zu erwarten wäre.

Die Wahl des Brandrauchplumes ist von weiterem Einfluss, da dieser im Wesentlichen die Beziehung zwischen der in die Rauchschicht einströmenden Rauchmasse und der Brandleistung sowie der Aufstiegshöhe des Rauchs festlegt. Die Plumeformel dient der Kopplung der Massenbilanz mit der Energiebilanz, und ist deshalb eine wesentliche Schnittstelle im Gesamtsystem. Plumes sind für verschiedenste Brandquellen und geometrische Zuordnungen der Brandquelle zum betrachteten Raum verfügbar. Neben zahlreichen Literaturstellen zu diesem Thema und „konkurrierenden“ Plumeformeln besteht eine erhebliche Streubreite des Erwartungswertes der Masseneinsaugung bei realen Bränden, die sich ihrerseits auf die Rechenergebnisse auswirkt. Eine Sensitivitätsanalyse kann aufzeigen, wie bedeutsam dieser Einfluss tatsächlich ist.

Die meteorologischen Randbedingungen wirken sich auf die Wirksamkeit der Rauchabführung aus und müssen betrachtet und beachtet werden. Temperaturunterschiede (außen wärmer als innen bei Brandbeginn) und Winddruckunterschiede zwischen den Zuluft- und Abluftöffnungen können die Rauchabführung nachteilig beeinflussen. Findet dies im Zonenmodell keine Berücksichtigung, so sind die Ergebnisse unter Umständen nicht verwertbar.

Strömungstechnisch gesehen kann die Rauchabführung aus dünnen Rauchschichten durch Deckenöffnungen überschätzt werden, wenn das sog. „Plugholing“ auftritt. Dieser Effekt (plug hole (engl.) = Abfluss) stellt sich ein, wenn die Einströmungsgeschwindigkeit in die Rauchabzugsöffnung so groß wird, dass Luft aus der Zone unterhalb der Rauchschicht zusätzlich mitgerissen wird, wodurch sich die abgeführte Rauchmenge reduziert. Dies führt zu einem rascheren Anstieg der Rauchschichtdicke als erwartet. Mit zunehmender Rauchschichtdicke tritt jedoch eine Selbstkorrektur ein. Um „Plugholing“ zu vermeiden, muss in der Praxis darauf geachtet werden, dass die Größe der einzelnen Rauchabzugsgeräte begrenzt bleibt. Die einschlägigen Normen zum Rauchabzug berücksichtigen diesen Effekt in ihren Einbauregeln und Empfehlungen für die Auswahl der Gerätegrößen. Die Fläche des einzelnen Rauchabzugs soll kleiner als 2*(projektierte Rauchschichtdicke)^2 sein.

Eine weitere Fragestellung besteht darin, wie Kennzahlen zu den Verhältnissen Breite / Länge eines Raums, Brandleistung / Raumgröße und andere Verhältniszahlen die Aussagefähigkeit von Zonenmodellen beeinflussen. Bezüglich des Verhältnisses Länge L zu Breite B wird angegeben, dass für L/B >5 Grenzen der sinnvollen Anwendbarkeit gegeben sind, es sei denn, die möglichen Auswirkungen einer solchen Korridorsituation wären in einem zur Anwendung vorgesehenen Rechenverfahren bereits in besonderer Weise berücksichtigt (und validiert). Dasselbe trifft für hohe schmale Räume der Höhe H zu, die als Schachtsituation verstanden werden können, wenn das Verhältnis H/ min(B,L) >5 ist.

Ebensolche Schwierigkeiten der Bewertung von Ergebnissen verursachen große Brände in niedrigen Räumen sowie Einbauten in Deckennähe.

Kleine Brände in großen Räumen eignen sich ebenso wenig für die Abbildung durch ein Zonenmodell. Ungeachtet dessen, dass dann das Risiko für Leib und Leben über einen längeren Zeitraum in der Gesamtbetrachtung wegen hinreichender Verdünnung von Schadstoffen und hinreichend großen Sichtweiten vernachlässigbar sein kann, bildet sich keine ausgeprägte Rauchschicht mehr unter der Raumdecke aus sondern eine Schichtung innerhalb des Raums, mit Zonen geringerer Sichtweite zwischen Raumdecke und Boden. Es wird vermutet, dass die Untergrenze für die Bildung einer stabilen Rauchschicht bei etwa 100 W / m³ Raumvolumen liegt. Allerdings wird auch über eine Obergrenze des sinnvollen Einsatzes von Zonenmodellen berichtet. Zuverlässige Grenzwerte sind jedoch nicht bekannt.

Bei der Bildung „virtueller“ Räume durch Unterteilung eines großen Raums in mehrere seriell hintereinander geschaltete virtuelle Räume mit raumbreiten und raumhohen Verbindungen ist besondere Vorsicht geboten, da im Regelfall die Öffnungen als Strömungswiderstände behandelt werden und deshalb lokalen Druckabfall erzeugen, obwohl dieser in der Realität nicht vorhanden ist. Dies verfälscht die Ergebnisse. In derartigen Fällen ist zu überlegen, statt eines Zonenmodelles ein Feldmodell einzusetzen.

Grundsätzlich ist zu überlegen, inwieweit das in Aussicht genommene Zonenmodell die Besonderheiten eines individuellen Szenarios abbilden kann. Diese Überprüfung muss der Anwender sorgfältig vornehmen und dabei das Anwenderhandbuch und die Technische Dokumentation zu Rate ziehen. Die vorgenannten möglichen Einflüsse auf die Aussagefähigkeit von Zonenmodellen mögen hierzu eine Hilfestellung bieten.

Für Bemessungsverfahren benötigte Daten (WG8, zurzeit ruhend)

WG 8 befasst sich damit darzustellen, welche Eingangsdaten man für die Durchführung von brandschutztechnischen Bemessungen benötigt, und woher man diese erhält. Hierbei handelt es sich um Daten, wie sie für Modell- oder Simulationsberechnungen oder andere Ingenieurverfahren benötigt werden. Diese Daten können teilweise aus Laborversuchen zur Verfügung gestellt werden, wie etwa thermophysikalische Stoffdaten für Wärmeleitungsberechnungen durch Bauteile oder Eingangsdaten für Risikobetrachtungen wie Ausfallwahrscheinlichkeit anlagentechnischer Komponenten. Zwar liegt ein Dokumententwurf mit einer umfangreichen Liste von Daten vor, die für verschiedenste Anwendungen benötigt werden; aufgrund des Umfangs der zu erhebenden Daten geht die Arbeit aber weniger zügig als erhofft voran.

Handrechenverfahren im Brandschutzingenieurwesen (WG9)

Die WG 9 hat bereits einige Dokumente bearbeitet und verabschiedet, in denen folgende Themen behandelt wurden:

- Brandrauchsäulen (ISO 16734:2006),

- Rauchschichtbildung (ISO 16735:2006),
- Deckenstrahlen (ISO 16736:2006),
- Strömungen durch Öffnungen (ISO 16737:2006).

Mit der Bereitstellung dieser Dokumente wird das Ziel verfolgt, einfache Verfahren für die Berechnung der darin beschriebenen Phänomene bereitzustellen. Diese Verfahren können im Zuge der Erstellung von Konzepten, zusammen mit weiteren Berechnungsverfahren, verwendet werden. Hierbei ist es jedoch wesentlich, dass die Anwender die den jeweiligen Gleichungen zugrunde liegenden Anwendungsgrenzen beachten. Die Formeln können zum Beispiel verwendet werden um zu überprüfen, ob die aus den Schutzzielen und den sich hieraus ergebenden funktionalen Anforderungen entwickelten (Grenz-)Kriterien eingehalten werden. Bei Nichteinhaltung der Kriterien ist das Konzept entsprechend zu verändern, bis die Einhaltung der Kriterien nachgewiesen ist.

Demnach sind die in den Dokumenten angegebenen Rechenverfahren auch nutzbar, um die Folgen der Bemessungsbrandszenarien und der Bemessungsbrände im Hinblick auf die Einhaltung der Schutzziele abzuschätzen. Ein weiterer Vorzug dieser Abschätzung besteht darin, dass man mittels dieser Formeln mit vergleichsweise geringem Zeitaufwand die Auswirkung von Parameteränderungen auf die Einhaltung der Kriterien ermitteln kann. Dies bedeutet jedoch nicht, dass man auf aufwendigere Verfahren verzichten darf, wenn sich diese zwingend aus der Komplexität der zu bewertenden Objekte ergeben. Ein Beispiel wäre an dieser Stelle zu nennen: wenn aufgrund von offensichtlichen geometrischen oder strömungsspezifischen Randbedingungen die Bildung einer stabilen Rauchschicht nicht als zwingend angenommen werden kann, deren Eigenschaften sich mit einfachen Verfahren abschätzen ließen, wird man auf aufwändigere Verfahren (Feldmodelle) zurückgreifen müssen, um die Rauchströmung / Verrauchungssituation realistisch beurteilen zu können.

Allgemein werden algebraische Gleichungen dazu verwendet, den Wärmeübergang durch Konvektion und Strahlung zu bestimmen, zum Beispiel im Hinblick auf die Fremdzündung von weiteren brennbaren Gegenständen im Nahbereich des Brandes und der Brandrauchsäule, oder eine Vorausberechnung des Ansprechverhaltens von thermischen Auslöseelementen (z.B. Sprinkler) in Abhängigkeit von der angenommenen Brandentwicklung vorzunehmen, usw. .

Im Besonderen beschreibt ISO 16734 Eigenschaften von Brandrauchsäulen, wobei Gleichungen wiedergegeben werden für die Flammenabmessungen im Hinblick auf sichere Abstände zwischen Flamme und brennbarem Gegenstand. Dabei bleiben die wiedergegebenen Gleichungen auf axialsymmetrische Flammen bzw. Rauchströmungen in ruhender Umgebung beschränkt.

Weitere Projekte sind die Beschreibung der bei einem Feuerübersprung auftretenden Phänomene einschließlich der Bereitstellung von Gleichungen zur Abschätzung der Bedingungen, unter denen es zum Feuerübersprung im Raum kommt, und eine weitere Arbeit zur Beschreibung der Wärmeabstrahlung von

Flammen über brennenden Flüssigkeitsflächen. Die in der Arbeitsgruppe WG9 erarbeiteten Dokumente haben grundsätzlich dieselbe Struktur. Es werden für die jeweiligen Sachverhalte beschrieben:

- die von den Gleichungen abgedeckten physikalischen Phänomene,
- die zur Anwendung kommenden Rechenverfahren und deren wissenschaftliche Grundlagen,
- die Anwendungsgrenzen der Rechenverfahren (Gleichungen),
- die erforderlichen Eingabeparameter in ihren zulässigen Grenzen,
- der Anwendungsbereich (z.B. Beschränkung auf axialsymmetrische Plumes)

Dies wird gefolgt durch (informative) Anhänge, die beispielhaft für ausgewählte Fälle die für die praktische Anwendung überschläglicher Berechnungen notwendigen Gleichungen bereitstellen.

Für die Beschreibung der Eigenschaften von Rauchsäulen werden Gleichungen angegeben zu:

- Mittlere Flammenhöhe,
- Lage des virtuellen Ursprungs,
- Temperaturverlauf auf der Symmetrieachse,
- Geschwindigkeitsverlauf auf der Symmetrieachse
- Abstand von der Symmetrieachse der Strömung als Parameter
- Massenstrom in Abhängigkeit der Höhe
- mittlere Rauchsäulentemperatur in Abhängigkeit der Höhe.

Für die Beschreibung der Eigenschaften von Rauchschichten werden Rechenverfahren angegeben zur Bestimmung

- des Anwachsens einer Rauchschicht unterhalb einer Decke,
- der Rauchabfuhr durch mechanische Entrauchungsventilatoren,
- der Rauchabfuhr durch natürliche Ventilation, über eine horizontale Öffnung (Dachentrauchung),
- der Rauchabfuhr durch natürliche Ventilation, über eine vertikale Öffnung (Wandentrauchung).

Für die Beschreibung der Eigenschaften von Deckenstrahlen („ceiling jet“) werden Gleichungen angegeben für:

- maximale mittlere Temperaturerhöhung und maximale mittlere Geschwindigkeit der Rauchströmung unter der Decke, in einem Abstand r vom Auftreffpunkt der Brandrauchsäule auf die Deckenunterseite,

- vertikales Temperaturprofil und vertikale Geschwindigkeitsprofil in der Rauchströmung unterhalb der Decke,
- konvektiver Wärmeübergang aus der Rauchströmung an die Deckenunterseite.

Die Berechnungen zu Strömungen durch Öffnungen beziehen sich auf die Massenströme, wobei die Anwendung der Bernoulli-Gleichung vorausgesetzt wird. Dabei wird unterschieden zwischen folgenden Fällen, die im Einzelnen behandelt werden:

- gerichtete Strömung durch horizontale Öffnungen (Dachentrauchung),
- Strömungen in zwei Richtungen durch vertikale Öffnungen (gegenläufiger Massenaustausch durch z.B. Fensteröffnungen zwischen einem Raum und der Umgebung, oder zwischen zwei Räumen).

Zum Abschluss wird jeweils anhand gerechneter Beispiele die Anwendung der vorher aufgeführten Gleichungen dargestellt, und, wo für das Verständnis erforderlich, durch Skizzen ergänzt.

Bewertung von Brandrisiken (WG 10)

Das Dokument ISO/TS 16732 Guidance on Fire Risk Assessment dient als Leitfaden zur Anwendung von risikobasierten Methoden. Eines der wesentlichen Instrumente der Anwendung ist hierbei die bekannte Verknüpfung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines bestimmten Ereignisses mit seinen Folgen. Dies kann zum Beispiel dazu verwendet werden, um eine Reihung von Risiken hinsichtlich ihrer Größe vorzunehmen. Danach ist zu entscheiden, ob die derart ermittelten Risiken eines Projekts als tolerabel hingenommen werden können, oder ob durch Konzeptmodifikationen (z. B. Verbesserung der Zuverlässigkeit anlagentechnischer Komponenten, Verbesserung der Alarmierungsabläufe etc.) eine Risikominderung herbeigeführt werden kann.

Weitere mögliche Anwendungen sind:

- Nachweis der Gleichwertigkeit von neuen mit bestehenden Konzepten , zum Beispiel zum Nachweis der gleichwertigen Erfüllung von Schutzzielen aus gesetzlichen Regelungen,
- Nachweis kostengünstiger Gesamtlösungen bei Einhaltung eines vorgegebenen Schutzniveaus – Auswahl einer von mehreren Alternativlösungen nach Kostengesichtspunkten,
- Unterstützung bei der Auswahl kennzeichnender Bemessungsbrandszenarien, für die Anwendung deterministischer Verfahren etwa zum Nachweis der Rauchfreihaltung. Dies steht auch in engem Zusammenhang mit den Arbeiten in der Arbeitsgruppe zu Bemessungsbrandszenarien und Bemessungsbränden (WG6).

Das Dokument enthält Angaben zu

- Herleitung und Verwendung von Bemessungsbrandszenarien im Rahmen wahrscheinlichkeitsbasierter Risikobewertungsverfahren. Dies beschränkt sich nicht auf Risiken aus Wahrscheinlichkeiten der Brandentstehung und –ausbreitung, der Zuverlässigkeit von vorbeugenden und anlagentechnischen Maßnahmen, sondern bezieht auch Aspekte des Verhaltens von Menschen in Gefahrensituationen mit ein.
- Verfahren zur Ermittlung kennzeichnender Eintrittswahrscheinlichkeiten, zum Beispiel aus Statistiken, Expertenbefragung usw.
- Verfahren zur Ermittlung bzw. Abschätzung der zu erwartenden Schadenshöhe bei Eintreten / Ablauf eines bestimmten Szenarios,
- Berechnung des resultierenden Risikos,
- Ungenauigkeiten, Bandbreiten, Unsicherheiten, Verschiebungen (in Verteilungen),
- Abschließende Risikoermittlung, zum Beispiel im Hinblick auf die Gefährdung von Infrastrukturen.

Die derzeitigen Aktivitäten der Arbeitsgruppe WG10 umfassen die Entwicklung von Beispielen zur Anwendung des Leitfadens nach ISO/TS 16732. Diese Beispiele in Entwicklung behandeln:

- die Anwendung der relativen Risikobewertung zur Ermittlung eines kostengünstigen Brandschutzes für ein großes Bürogebäude,
- Beispiel für die Risikoermittlung einer überdachten Mehrzweckhalle.

Verhalten von Menschen bei Bränden und Bewegungsabläufe (WG 11)

In dieser Arbeitsgruppe werden derzeit zwei Dokumente beraten, wobei eines als Überarbeitung des vorhandenen Berichts ISO/TR 13387-8:1999 anzusehen ist. In diesem werden einige Grundlagen vermittelt, die nachfolgend stichwortartig aufgeführt werden:

- das RSET – ASET Konzept (benötigte Zeit / verfügbare Zeit, um einen sicheren Ort zu erreichen),
- Strategien der Evakuierung,
- Bestimmung des Zeitbedarfs, bis die Räumung in Gang kommt („pre-movement time“),
- Bestimmung der Laufzeiten,
- Auswirkungen von erhöhter Temperatur und Schadstoffen auf das Fluchtverhalten,

- Auswirkungen reduzierter Sichtweite auf Fluchtverhalten und Bewegungsablauf.

In einem weiteren in Entwicklung befindlichen Dokument wird ein Leitfaden zur Wahl personenbezogener Bemessungsszenarien und dem Verhalten von Personen erarbeitet, der im Rahmen der Bemessungsszenarien verwendet werden soll, um die Eigenschaften von Personen, d.h. mit dem Gebäude vertrauten oder nicht vertrauten Nutzern, und solchen mit unterschiedlichen geistigen und körperlichen Leistungen zu beschreiben, damit diese als Eingangsdaten für Brandschutzkonzepte Berücksichtigung finden können.

Verhalten von Gebäudestrukturen bei Brandangriff (WG 12)

Diese Arbeitsgruppe erarbeitet die erforderlichen Verfahren, um das Verhalten von Gebäudestrukturen im Brandgeschehen ermitteln und bewerten zu können. Dabei entwickelt sie ein Dokument, das Hilfestellung beim Planungsablauf zur Bewertung der Sicherheit der Gebäudestruktur bei Brand bietet. Schematisch folgt man hierbei grundlegend den in Bild 1 und Bild 6 gezeigten Schemata, nur jeweils in der Anwendung für die thermische und mechanische Reaktion von Bauteilen.

Folgende Aspekte werden zurzeit besonders behandelt, wobei Rechenverfahren nur benannt aber nicht abgebildet werden. Das Dokument beschränkt sich darauf zu beschreiben, welche Eigenschaften, Einwirkungen und Randbedingungen allgemein zu beachten sind, um dem Planungsablauf folgend zu einer Aussage zum Verhalten der Gebäudestruktur (oder einzelner Bauteile) bei Brand kommen zu können.

Ein zwar wesentliches aber noch nicht sehr viel weitergediehenes Thema ist die auch aus Deutschland angestoßene, noch weitgehend ergebnisoffene Diskussion über Entwicklung international tragfähiger Sicherheitskonzepte, unter Umständen nicht als Gesamtkonzept, sondern gegebenenfalls schutzzielbezogen individuell bewertet.

ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Beitrag umreißt die Entwicklung der Arbeiten von ISO zum Nachweis der jeweils geforderten Sicherheit von Bauwerken mit den Methoden des Brandschutzingenieurwesens, um die Entwicklung Schutzziel-orientierter ganzheitlicher Nachweise zu fördern, wie sie verschiedentlich bereits in einigen Ländern als Alternative zum deskriptiven Verfahren möglich sind. Anschließend wird der aktuelle Stand der Bearbeitung in den Arbeitsgruppen von ISO TC92 SC4 dargestellt.

WAS ÄNDERT SICH MIT DER EINFÜHRUNG DER EUROCODE-BRANDSCHUTZTEILE IN DEUTSCHLAND?

Dietmar Hosser
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Technische Universität Braunschweig, Braunschweig

EINFÜHRUNG

Über die Entwicklung der Eurocode-Brandschutzteile (im Folgenden kurz: EC-Brandschutzteile), die Überprüfung der darin geregelten brandschutztechnischen Bemessungsverfahren und die Rahmenbedingungen für deren Anwendung in Deutschland wurde in den vergangenen Jahren wiederholt in Beiträgen zu den Braunschweiger Brandschutz-Tagen berichtet, z. B. in [1] bis [3]. Diese Beiträge spiegelten auch die vielfältigen Probleme bei der nationalen Umsetzung der europäisch harmonisierten Normen wider, die immer wieder zu Verzögerungen gegenüber den terminlichen Vorgaben geführt haben.

Der neueste Stand mit hoffentlich realistischen Terminen kann dem Beitrag von Sommer in diesem Tagungsband entnommen werden [4]. Demnach sollen die Eurocode-Normen für die „kalte“ Bemessung sowie für die „Heißbemessung“ als DIN EN-Normen zusammen mit den jeweiligen Nationalen Anhängen im Dezember 2010 vom DIN veröffentlicht und spätestens 2012 in die Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen aufgenommen werden. Die Übergangsfrist, in der sowohl die EC-Brandschutzteile als auch DIN 4102 Teile 4 und 22 parallel anwendbar sein werden, soll nach derzeitigen Vorstellungen recht kurz sein [5]. Danach muss die Brandschutzbemessung tragender Bauteile aus Beton, Stahl, Verbund und Holz grundsätzlich mit den Brandschutzteilen von EC 1 bis EC 5 durchgeführt werden. Die Eurocodes 6 (Mauerwerk) und 9 (Aluminium) werden später folgen.

Es ist also höchste Zeit für Planer, Brandschutzingenieure, Brandschutzdienststellen und Bauaufsichtsbehörden, sich intensiver mit den EC-Brandschutzteilen zu befassen und Erfahrungen mit den darin genormten Bemessungsverfahren zu sammeln. Dieser Beitrag soll helfen, die Möglichkeiten und Grenzen der neuen Nachweise kennenzulernen. Nach einem Rückblick auf die Entwicklung der letzten Jahre werden nochmals die Zielsetzung und das Grundkonzept der Brandschutzbemessung nach den Eurocodes in Erinnerung gerufen. Anschließend werden die wesentlichen Regelungsinhalte der Brandschutzteile von EC 1 bis EC 5 in Verbindung mit den Festlegungen in den Nationalen Anhängen dargestellt. Dabei wird etwas ausführlicher auf die grundlegenden Festlegungen in EC 1 und auf die Brandschutznachweise für Betontragwerke in EC 2 eingegangen. Bei den Regelungen in den Brandschutzteilen von EC 3, EC 4 und EC 5 soll dann eine vergleichende Betrachtung genügen. Abschließend wird aufgezeigt, wie zweckmäßig mit den Eurocode-Nachweisen umgegangen wird und welche Bemessungen auch weiterhin nach DIN 4102-4 (bzw. einer Restnorm) bemessen werden können.

ENTWICKLUNG SEIT VERÖFFENTLICHUNG DER VORNORMEN

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der ENV-Fassungen (Vornormen) zu den Eurocode-Brandschutzteilen im Jahr 1997 gab es seitens der obersten Bauaufsichtsbehörden Befürchtungen, dass mit den für Deutschland neuen vereinfachten und allgemeinen Rechenverfahren bauaufsichtliche Mindestanforderungen an den Brandschutz unterlaufen werden könnten, insbesondere dann, wenn als Brandeinwirkungen sogenannte Naturbrandmodelle zugrunde gelegt werden. Im Nationalen Anwendungsdokument zu DIN V ENV 1991-2-2:1997 wurde deshalb festgelegt, dass eine Anwendung der in informativen Anhängen beschriebenen Naturbrandnachweise „nur in Abstimmung mit der Bauaufsichtsbehörde“ erfolgen darf. Auch die Anwendung der allgemeinen Rechenfahren zur numerischen Simulation des Brandverhaltens wurde stark eingeschränkt durch folgende, gleichlautende Festlegung in den Nationalen Anwendungsdokumenten zu den baustoffbezogenen Eurocodes (EC 2 bis EC 5, Teile 1-2): „Allgemeine Rechenverfahren dürfen nur nach Abstimmung mit der Bauaufsichtsbehörde für brandschutztechnische Nachweise von Einzelbauteilen und Gesamttragwerken angewendet werden. Die Nachweise sind von einem hierfür qualifizierten Prüfingenieur zu prüfen.“ In der Praxis wurde das häufig so missverstanden, dass eine „Zustimmung im Einzelfall“ der obersten Bauaufsichtsbehörde erforderlich sei, was die Anwendung der Eurocode-Vornormen in der Praxis nicht gerade gefördert hat. Auch der im Jahr 2000 herausgegebene Beuth-Kommentar [6] mit Erläuterungen der Nachweise und zahlreichen Beispielen konnte die Hemmschwelle der Praktiker gegenüber den rechnerischen Brandschutznachweisen nicht überwinden, so dass nur wenige Fachleute bei Einzelfallanwendungen Erfahrungen mit den Vornormen gesammelt haben, während die große Mehrzahl weiter ihre Bemessungen mit der gewohnten DIN 4102-4:1994-03 durchgeführt haben.

In den Jahren 2002 bis 2003 wurden die Brandschutzteile der Eurocodes als überarbeitete EN-Normen in englischer Sprache herausgegeben. Danach erfolgten die Übersetzung ins Deutsche und die eingehende Überprüfung der gegenüber den Vornormen zum Teil veränderten Nachweisverfahren im zuständigen DIN-Arbeitsausschuss, bevor die deutschen Fassungen der EC-Brandschutzteile ab Oktober 2006 als DIN EN-Normen (Weißdrucke) veröffentlicht werden konnten (vgl. [4]).

Um die Voraussetzungen für die nationale Umsetzung zu klären, wurde eine Reihe von Forschungsvorhaben vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in Auftrag gegeben, insbesondere [7] bis [12]. Die Erkenntnisse aus den darin durchgeführten theoretischen Untersuchungen und Vergleichsrechnung bildeten die Basis für die Erarbeitung von Nationalen Anhängen zu den EC-Brandschutzteilen durch den zuständigen DIN-Arbeitsausschuss und die Abstimmung der erforderlichen nationalen Regelungen mit der von der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz eingesetzten Arbeitsgruppe „Europäische Brandschutzbemessungsnormen“. Die Nationalen Anhänge (NA) enthalten so genannte national festgelegte Parameter (en: nationally determined parameters, NDP), für die in den EN-Fassungen individuelle Regelungen der

Mitgliedsländer ausdrücklich zugelassen sind, einige ergänzende, den Eurocodes nicht entgegenstehende Informationen (en: non-contradictory complementary information, NCI) sowie Aussagen zur Anwendbarkeit der informativen Anhänge. Durch diese nationalen Festlegungen soll sichergestellt werden, dass die neuen Brandschutznachweise den in Deutschland vorliegenden Erfahrungen nicht widersprechen und das brandschutztechnische Sicherheitsniveau nicht verändert wird.

Im Juni 2009 wurden die Nationalen Anhänge zu den Brandschutzteilen von EC 1 bis EC 5 vom DIN als Normentwürfe (Gelbdrucke) veröffentlicht. In der anschließenden Einspruchsfrist gingen zahlreiche Kommentare und Änderungsvorschläge ein, die in einer Einspruchssitzung im Januar 2010 beraten wurden. Danach wurden die Normentwürfe nochmals überarbeitet und vom DIN-Arbeitsausschuss endgültig zum Druck freigegeben. Die Veröffentlichung der NA als DIN EN-Normen (Weißdrucke) ist für Dezember 2010 vorgesehen, gleichzeitig sollen die EC-Teile 1-2 als konsolidierte Fassungen der DIN EN-Normen von 2006 (unter Einarbeitung von Berichtigungen) neu herausgegeben werden [4]. Nach dem Erscheinen dieser DIN-EN-Normen will die Fachkommission Bautechnik über ein Schreiben an die obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder und Bekanntgabe in den DIBt-Mitteilungen die Zulassung von Brandschutznachweisen nach EC 1 bis EC 5 Teile 1-2 in Verbindung mit den NA als „gleichwertige Nachweise“ anstelle von DIN 4102-4 und DIN 4102-22 empfehlen (vgl. [5]).

ZIELSETZUNG UND GESAMTKONZEPT DER EC-BRANDSCHUTZTEILE

Die Brandschutzteile der Eurocodes dienen der allgemeinen Zielsetzung des vorbeugenden baulichen Brandschutzes, im Brandfall die Risiken für direkt betroffene Einzelpersonen und die Gesellschaft, für benachbarte Bauwerke und, falls erforderlich, für die Umgebung zu begrenzen. Sie definieren die Einwirkungen im Brandfall und regeln die Berechnung und Bemessung von Bauteilen und Tragwerken, deren Standsicherheit und ggf. raumabschließende Funktion unter diesen Einwirkungen zu gewährleisten ist. Dabei dürfen nach dem EC 1 Teil 1-2 als Brandbeanspruchung entweder nominelle Temperaturzeitkurven, analog zu DIN 4102-2 – zur Erfüllung der auf Basis eines Normbrandes vorgeschriebenen Anforderungen an eine Feuerwiderstandsklasse - oder berechnete Temperatur-Zeitverläufe von Naturbränden - zur Erfüllung leistungsorientierter Anforderungen an das Verhalten beim Brand - zugrunde gelegt werden.

In den baustoffbezogenen Eurocodes (EC 2 bis EC 6 und EC 9) sind neben Nachweisen mittels tabellarischer Daten (nur in EC 2, EC 4 und EC 6) - die in Deutschland bisher überwiegend angewendet wurden - auch allgemeine und vereinfachte Rechenverfahren geregelt. Diese lehnen sich eng an die Bemessung für die Gebrauchslastfälle bei Normaltemperatur an. Mit den vereinfachten Rechenverfahren wird nachgewiesen, dass Einzelbauteile den im Brandfall vorhandenen Lasteinwirkungen bei gleichzeitiger Brandbeanspruchung durch einen Normbrand vorgegebener Dauer standhalten. Dafür werden u. a. ver-

einfachte Annahmen für die Erwärmung der Bauteile und für die Beschreibung der Versagensart im Brandfall getroffen. Mit Hilfe der allgemeinen Rechenverfahren kann über eine vorgegebene Branddauer das tatsächliche Trag- und Verformungsverhalten brandbeanspruchter Einzelbauteile, Teiltragwerke und Gesamttragwerke im Zeitschrittverfahren numerisch berechnet werden, was quasi einer Simulation von Realbränden oder Brandversuchen entspricht.

Einen Überblick über das gesamte Spektrum der durch die EC-Brandschutzteile eröffneten Nachweismöglichkeiten vermittelt Bild 1. Darin bedeuten

- Stufe 1: tabellarische Daten
- Stufe 2: vereinfachte Rechenverfahren
- Stufe 3: allgemeine Rechenverfahren.

Bild 1 Spektrum der Brandschutznachweise mit den EC-Brandschutzteilen

TRAGWERKSEINWIRKUNGEN IM BRANDFALL (EC 1-1-2)

Allgemeines

Der EC 1-1-2 regelt die Rechengrundlagen zur Ermittlung der Temperatur- und Lasteinwirkungen im Brandfall. Er ist wie folgt gegliedert:

1. Allgemeines
2. Verfahren zur Tragwerksbemessung im Brandfall
3. Thermische Einwirkungen für die Temperaturberechnung
4. Mechanische Einwirkungen für die Tragfähigkeitsberechnung

   Informative Anhänge A bis G

In Abschnitt 2 wird ausgeführt, dass der Brandfall als außergewöhnliches Ereignis (accidental situation) anzusehen ist, das nicht mit anderen, davon unabhängigen außergewöhnlichen Ereignissen überlagert werden muss. Auch zeit- und lastabhängige Einflüsse auf das Tragverhalten, die vor Auftreten des Brandfalls wirksam werden, müssen nicht berücksichtigt werden. Bei der brandschutztechnischen Bemessung ist es in der Regel nicht erforderlich, die Abkühlphase des Brandes zu berücksichtigen.

Thermische Einwirkungen

Die thermischen Einwirkungen auf Bauteile werden in Abschnitt 3 in Abhängigkeit von der (Heißgas-) Temperatur θ_g in der Bauteilumgebung als Netto-Wärmestrom $\dot{h}_{net}$ vorgegeben, der aus einem konvektiven Anteil und einem radiativen Anteil besteht.

Für die brandschutztechnische Bemessung werden drei verschiedene nominelle Temperaturzeitkurven zur Beschreibung der Heißgastemperatur θ_g in Abhängigkeit der Branddauer t [min] formelmäßig angegeben:

- Für die Heißgastemperatur θ_g ist im Regelfall die Einheitstemperaturzeitkurve, die der ETK nach DIN 4102-2 entspricht, anzunehmen.

$$\theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10}(8t + 1) \quad [°C] \tag{1}$$

- Bei außerhalb eines Brandraumes liegenden Bauteilen bzw. Bauteiloberflächen kann die Außenbrandkurve, die auch in DIN 4102-3 für Brüstungen und nichttragende Außenwände vorgegeben wird, verwendet werden.

$$\theta_g = 660 \cdot \left[1 - 0,687 \cdot e^{-0,32t} - 0,313 \cdot e^{-3,8t}\right] + 20 \quad [°C] \tag{2}$$

- Für Flüssigkeitsbrände wird die sog. Hydrocarbon-Brandkurve angegeben.

$$\theta_g = 1080 \cdot \left[1 - 0,325 \cdot e^{-0,167t} - 0,675 \cdot e^{-2,5t}\right] + 20 \quad [°C] \tag{3}$$

Die drei nominellen Temperaturzeitkurven sind in Bild 2 dargestellt.

Im Nationalen Anhang zur DIN EN 1991-1-2 wird die Anwendung der nominellen Temperaturzeitkurven in Deutschland wie folgt geregelt (als Zitat kursiv gedruckt):

Für die zu erbringenden brandschutztechnischen Nachweise bei Tragwerken im Hochbau ist in der Regel die Einheitstemperaturzeitkurve anzuwenden.

Zum Nachweis des Raumabschlusses bei nichttragenden Außenwänden und aufgesetzten Brüstungen darf als Brandbeanspruchung von außen die Außenbrandkurve und von innen die Einheitstemperaturzeitkurve angesetzt werden.

Für Tragwerksteile von Hochbauten, die ganz vor der Fassade des Gebäudes liegen, darf ebenfalls die Außenbrandkurve angesetzt werden, sofern nicht die thermischen Einwirkungen nach Anhang B ermittelt werden.

Die Hydrokarbon-Brandkurve ist für Hochbauten mit üblichen Mischbrandlasten nicht anzuwenden.

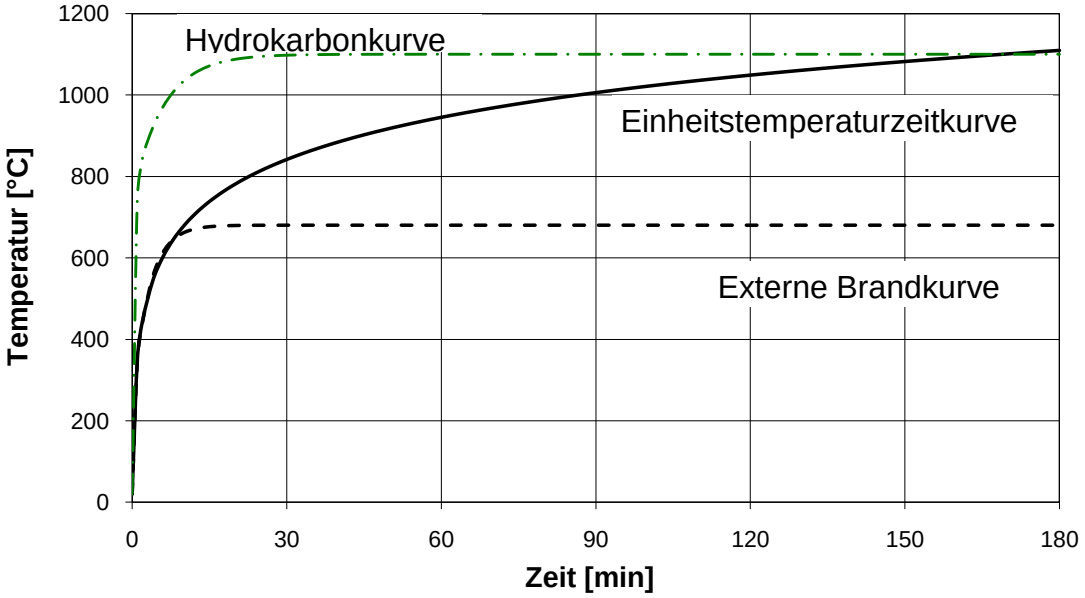


Bild 2 Nominelle Temperaturzeitkurven nach Eurocode 1 Teil 1-2

Neben der Beschreibung der thermischen Beanspruchung der Bauteile im Brandraum durch nominelle Temperaturzeitkurven bietet der EC 1-1-2 verschiedene Naturbrandmodelle an, die in Abschnitt 3.3 der Norm als Möglichkeiten erwähnt und in informativen Anhängen etwas näher beschrieben werden:

a) Vereinfachte Brandmodelle

- für Vollbrände in Brandräumen (Anhang A),
- für außenliegende Bauteile (Anhang B),
- für lokale Brände.

b) Allgemeine Brandmodelle (Anhang D)

- Ein-Zonen-Modelle
- Zwei-Zonen-Modelle
- Feldmodelle.

Im Nationalen Anhang zu DIN EN 1991-1-2 wird zu den Naturbrandmodellen Folgendes geregelt (Zitat):

Naturbrandmodelle (nach 3.3.1 bzw. 3.3.2) sollen nur im Zusammenhang mit einem Brandschutzkonzept bzw. Brandschutznachweis (nach Landesrecht) angewendet werden. ….

Der informative Anhang E ((Brandlastdichten)) darf nicht angewendet werden. Die erforderlichen Angaben zur Berechnung der Bemessungsbrandlastdichte und der Bemessungswärmefreisetzungsrate enthält Anhang BB zu diesem Nationalen Anhang. ….

Der informative Anhang A ((Parametrische Temperaturzeitkurven)) darf nicht angewendet werden. Zur Ermittlung der Gastemperatur in einem Brandraum darf das Verfahren im Anhang AA zu diesem Nationalen Anhang unter Beachtung der dort festgelegten Anwendungsgrenzen verwendet werden …

Zur Berechnung der Erwärmungsbedingungen von außenliegenden Bauteilen darf grundsätzlich das im Anhang B ((Thermische Einwirkungen auf außen liegende Bauteile)) gegebene Verfahren angewendet werden. … mit folgenden Änderungen:

- *der Abschnitt B.4.2 (Zwangsbelüftung) darf nicht angewendet werden;*
- *Gleichung (B.6) darf nicht angewendet werden. Die Länge der Flamme darf mit Gleichung B.7 bestimmt werden;*
- *Gleichung (B.16) darf nicht angewendet werden. Die Emmissivität der Flamme ist unabhängig von der Dicke der Flamme zu ε_f = 1,0 anzusetzen. ..*

Die Erwärmungsbedingungen von Bauteilen im Einflussbereich eines lokal begrenzten Brandes dürfen mit dem im Anhang C ((Lokale Brände)) gegebenen Verfahren berechnet werden … mit folgenden Änderungen:

- *das Verfahren nach Anhang C gilt nur für lokal konzentrierte Brandlasten mit RHR_f (Rate of Heat Release) $\geq$ 250 kW/m^2;*
- *ergänzend zu Gleichung (C.2) gilt: θ (z) = 900 °C für z $\leq$ 1,0 m.*

Der Anhang D ((Erweiterte Brandmodelle)) darf grundsätzlich angewendet werden. Dabei sind die Bemessungsbrandlast und der Bemessungswert der Wärmefreisetzungsrate jedoch nicht nach Anhang E zu bestimmen, sondern nach Anhang BB zu diesem Nationalen Anhang. …

Rechenprogramme für die Ermittlung von Brandwirkungen bei Naturbränden sollten nur angewendet werden, wenn sie für den jeweiligen Anwendungsbereich validiert sind. …

Der Anhang F ((Äquivalente Branddauer)) darf nicht angewendet werden. … Für Anwendungen im Industriebau steht das Verfahren nach DIN 18230-1 zur Verfügung.

Auf die Naturbrandmodelle selbst kann hier aus Platzgründen nicht eingegangen werden; nähere Informationen hierzu finden sich z. B. in [13].

Im Hinblick auf die Verwendung von Rechenprogrammen für die Bemessung mit allgemeinen Rechenverfahren wird im Nationalen Anhang zu DIN EN 1991-1-2 übergreifend für alle baustoffbezogenen Eurocodes geregelt:

Allgemeine Rechenverfahren dürfen angewendet werden. Sofern zur brandschutztechnischen Bewertung von Tragwerken oder Teiltragwerken für allgemeine Rechenverfahren Rechenprogramme verwendet werden, wird davon ausgegangen, dass diese validiert sind. Der Anhang CC gibt geeignete Beispiele für das Validierungsverfahren.

In den Nationalen Anhängen zu den Brandschutzteilen der Eurocodes 2 bis 4 wird jeweils auf den informativen Anhang CC dieses Nationalen Anhangs Bezug genommen.

Mechanische Einwirkungen

Der EC 1 Teil 1-2 unterscheidet zwischen direkten und indirekten Einwirkungen. Indirekte Einwirkungen infolge Brandbeanspruchung sind Kräfte und Momente, die durch thermische Ausdehnungen, Verformungen und Verkrümmungen hervorgerufen werden. Sie müssen nicht berücksichtigt werden, wenn sie das Tragverhalten nur geringfügig beeinflussen und/oder durch entsprechende Ausbildung der Auflager aufgenommen werden können. Außerdem brauchen sie bei der brandschutztechnischen Bemessung von Einzelbauteilen nicht gesondert verfolgt zu werden. Für die Ermittlung der indirekten Einwirkungen sind die thermischen und mechanischen Materialkennwerte aus den baustoffbezogenen Eurocodes zu benutzen.

Als direkte Einwirkungen werden die bei der Bemessung für Normaltemperatur berücksichtigten Lasten (Eigengewicht, Wind, Schnee usw.) bezeichnet. Die maßgebenden Werte der Einwirkungen sind den jeweiligen Teilen der DIN EN 1991 bzw. den zugehörigen Nationalen Anhängen zu entnehmen, wo auch allgemeine Regeln zur Berücksichtigung von Schnee- und Windlasten sowie Lasten infolge Betrieb (z. B. Horizontalkräfte infolge Kranbewegung) gegeben werden. Eine Verringerung der Belastung durch Abbrand wird nicht berücksichtigt.

Bei der Kombination der direkten Einwirkungen darf berücksichtigt werden, dass es sich um eine außergewöhnliche Bemessungssituation handelt. Nach den Kombinationsregeln in DIN EN 1990 ergibt sich die maßgebliche Beanspruchung $E_{fi,d,t}$ während der Brandeinwirkung in der Regel (in allgemeiner Schreibweise) zu

$$E_{fi,d,t} = \Sigma\gamma_{GA} \cdot G_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} + \Sigma A_d(t) \qquad (4)$$

mit

G_k charakteristischer Wert der ständigen Einwirkungen

$Q_{k,1}$ charakteristischer Wert der dominierenden veränderlichen Einwirkung

$Q_{k,i}$ charakteristischer Wert weiterer veränderlicher Einwirkungen

$A_d(t)$ Bemessungswert der indirekten Einwirkungen

γ_{GA} Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen (= 1,0)

$\psi_{1,1}$, $\psi_{2,i}$ Kombinationsbeiwerte nach DIN EN 1990 bzw. dem zugehörigen Nationalen Anhang

Abweichend von Gl. (4) wird in DIN EN 1991-1-2 für den Brandfall empfohlen, auch für die maßgebende veränderliche Einwirkung den quasi-ständigen Wert $\psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}$ anstelle des häufigen Wertes $\psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}$ zu verwenden.

Diese Erleichterung wird im Nationalen Anhang zur DIN EN 1991-1-2 wie folgt eingeschränkt:

Es ist grundsätzlich die quasi-ständige Größe $\psi_{2,1}\ Q_{k,1}$ zu verwenden. Eine Ausnahme bilden Bauteile, deren führende veränderliche Einwirkung der Wind ist; in diesem Fall ist für die Einwirkung aus Wind die häufige Größe $\psi_{1,1}\ Q_{k,1}$ zu verwenden.

Als Vereinfachung dürfen die Einwirkungen während der Brandbeanspruchung direkt aus den Einwirkungen bei Normaltemperatur abgeleitet werden:

$$E_{fi,d,t} = \eta_{fi} \cdot E_d \qquad (5)$$

mit

E_d Bemessungswert der Einwirkungen mit Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte γ_G für ständige und γ_Q für veränderliche Einwirkungen

η_{fi} $= (\gamma_{GA} + \psi_{1,1} \cdot \xi) / (\gamma_G + \gamma_Q \cdot \xi)$ (6)

Reduktionsfaktor, abhängig vom Verhältnis der dominierenden veränderlichen Einwirkung zur ständigen Einwirkung $\xi = Q_{k,1}/G_k$.

Analog zu Gl. (5) wird für die brandschutztechnische Bemessung mittels tabellarischer Daten folgendes Lastniveau zu Grunde gelegt:

$$E_{fi,d,t} = \eta_{fi} \cdot R_d \qquad (7)$$

mit

R_d Bemessungswert des Bauteilwiderstands nach Teil 1 des jeweiligen Eurocodes

Ohne näheren Nachweis darf für Bauweisen mit höherem Eigengewichtsanteil (Beton und Verbund) der Reduktionsfaktor η_{fi}= 0,7 angenommen werden, bei geringerem Eigengewichtsanteil (Stahl und Holz) genügt η_{fi}= 0,65.

BRANDSCHUTZNACHWEISE FÜR BETONTRAGWERKE (EC 2-1-2)

Allgemeines

Der EC 2-1-2 regelt die Brandschutzbemessung von Bauteilen und Tragwerken aus Stahlbeton und Spannbeton, wobei schwerpunktmäßig normalfester Beton, aber ergänzend auch hochfester Beton betrachtet wird. Es werden Nachweisverfahren auf allen drei Stufen angeboten. Auf die für Deutschland neuen vereinfachten und allgemeinen Rechenverfahren soll hier etwas näher eingegangen werden, auf die Nachweise mit Tabellen nur zusammenfassend.

Der EC 2-1-2 ist grob wie folgt gegliedert:

1. Allgemeines
2. Grundlagen der Bemessung
3. Materialeigenschaften
4. Bemessungsverfahren
5. Tabellarische Daten
6. Hochfester Beton

   Informative Anhänge A bis E

Materialeigenschaften

Grundlage der brandschutztechnischen Bauteil- und Tragwerksanalyse sind die temperaturabhängigen Materialeigenschaften, die in Abschnitt 3 geregelt sind. Für die numerische Beschreibung der temperaturabhängigen Spannungs-Dehnungs-Beziehungen und der thermischen Dehnungen sind Gleichungen angegeben. Eingangswerte für die Berechnung der temperaturabhängigen Spannungs-Dehnungs-Beziehungen sind die charakteristischen Werte der maßgebenden Festigkeiten bei Normaltemperatur f_{ck} und f_{yk} sowie beim Spannstahl wegen des Fehlens einer ausgeprägten Streckgrenze der Wert $0{,}9 \cdot f_{pk}$ (vgl. DIN EN 1992-1-1). Exemplarisch sind in Bild 3 die temperaturabhängigen Spannungs-Dehnungs-Linien von Normalbeton mit vorwiegend quarzhaltiger Gesteinskörnung dargestellt.

Zum Trag- und Verformungsverhalten von brandbeanspruchten Bauteilen und Tragwerken tragen auch ganz wesentlich die thermischen Dehnungen bei. Bild 4 zeigt im Vergleich die thermischen Dehnungen für Beton, Betonstahl sowie Spannstahl.

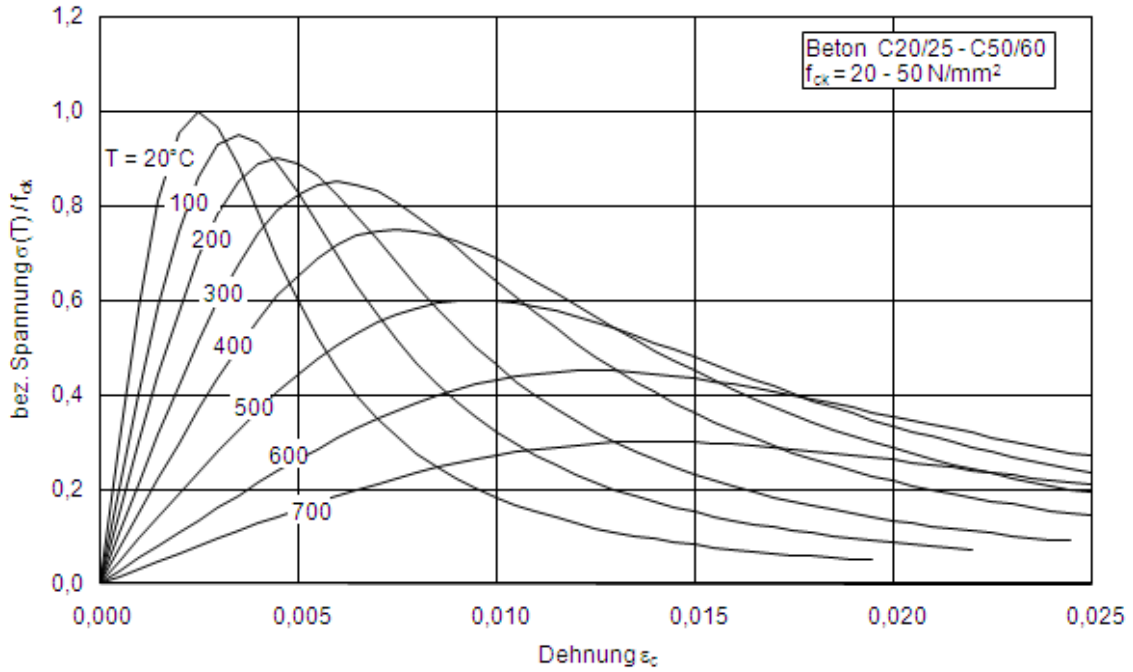


Bild 3 *Rechenwerte der Spannungs-Dehnungs-Beziehung von Beton C20/25 bis C50/60*

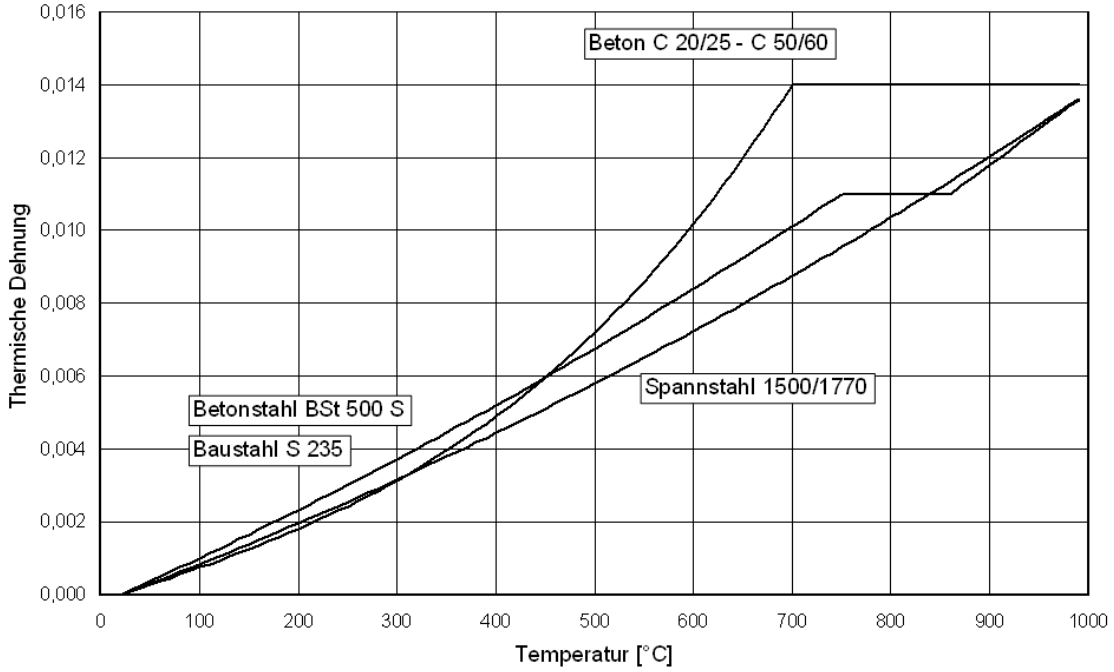


Bild 4 *Thermische Dehnungen von Beton, Betonstahl und Baustahl sowie Spannstahl*

Maßgebend für die Ermittlung der Bauteiltemperaturen in der thermischen Analyse sind die spezifische Wärme c_p, die Wärmeleitfähigkeit λ und die Dichte ρ, die mehr oder weniger stark von der Bauteiltemperatur abhängig sind. Bei der spezifischen Wärme c_p wird im Temperaturbereich von 100 – 200 °C Porenwasser verdampft; die dafür verbrauchte Wärmeenergie kann näherungsweise durch eine Erhöhung der spezifischen Wärme berücksichtigt werden, die von der relativen Feuchtigkeit des Betons abhängig ist. Für die Anwendung in Deutschland wird gemäß Nationalem Anhang eine relative Feuchte von 2 % zugrunde gelegt [8].

Für die Wärmeleitfähigkeit λ wird in EC 2-1-2 eine Bandbreite definiert, wobei der obere und der untere Grenzwert formelmäßig beschrieben werden.

Im Nationalen Anhang wird für Deutschland festgelegt (vgl. [8], [10]):

Es gilt die obere Grenzfunktion aus 3.3.3 (2).

Die für die Anwendung in Deutschland maßgebenden temperaturabhängigen thermischen Materialkennwerte für Beton sind in Bild 5 zusammengestellt.

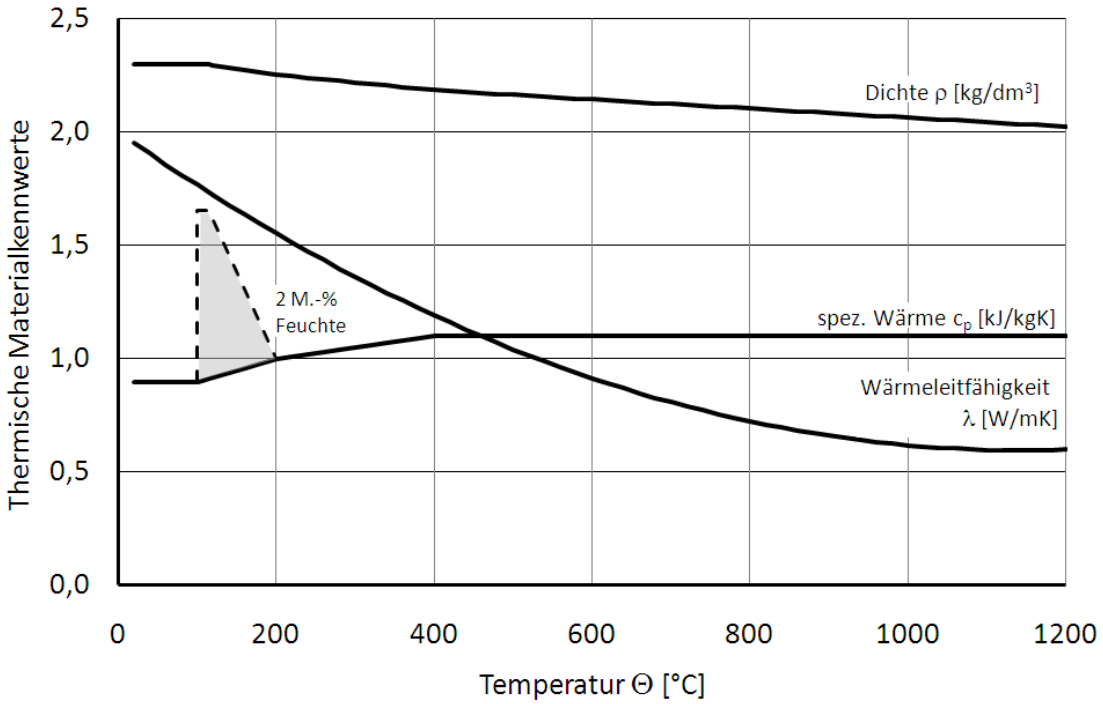


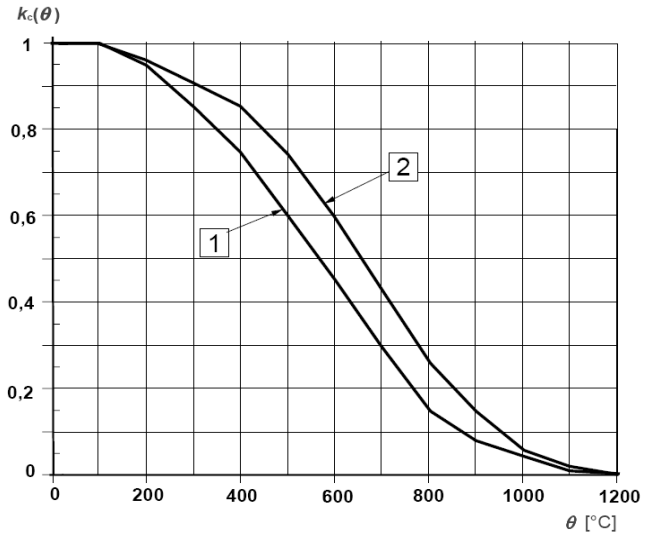
Bild 5 Rechenwerte der temperaturabhängigen thermischen Materialeigenschaften von Beton

Bemessungsverfahren

Als Bemessungsverfahren werden in Abschnitt 4 des EC 2-1-2 vereinfachte Rechenverfahren und allgemeine Rechenverfahren behandelt. Ergänzende Angaben hierzu finden sich in den informativen Anhängen.

Vereinfachte Rechenverfahren

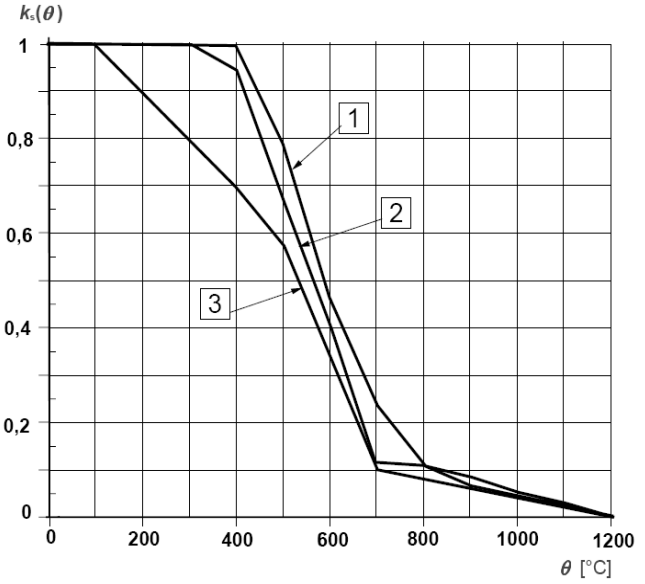
Die vereinfachten Rechenverfahren des EC 2-1-2 beschreiben die Verringerung der Tragfähigkeit von Bauteilen unter Brandbeanspruchung näherungsweise durch die temperaturabhängige Verkleinerung des Betonquerschnittes und die temperaturbedingte Reduzierung der Materialfestigkeiten. Die Verringerung des Betonquerschnitts berücksichtigt, dass die äußeren, dem Brand direkt ausgesetzten Betonbereiche nicht mehr mittragen. Die Festigkeiten von Beton und Bewehrungsstahl werden temperaturabhängig mit den Reduktionsfaktoren $k_c(\theta)$ bzw. $k_s(\theta)$ reduziert (Bild 6). Der Tragfähigkeitsnachweis wird dann mit dem Restquerschnitt (Beton und Bewehrung) analog zum Nachweis für Normaltemperatur geführt (Bild 7).



a)

1 kalksteinhaltige Gesteinskörnung

2 quarzithaltige Gesteinskörmung



b)

1 Zugbew., warmgewalzt mit $\varepsilon_{s,fi} \geq 2$ %

2 Zugbew., kaltverformt mit $\varepsilon_{s,fi} \geq 2$ %

3 Druck und Zug mit $\varepsilon_{s,fi} < 2$ %

Bild 6 Reduktionsfaktoren $k_c(\theta)$ für die Betondruckfestigkeit (a) und $k_s(\theta)$ für die Streckgrenze des Betonstahls in Abhängigkeit von der Temperatur θ (b)

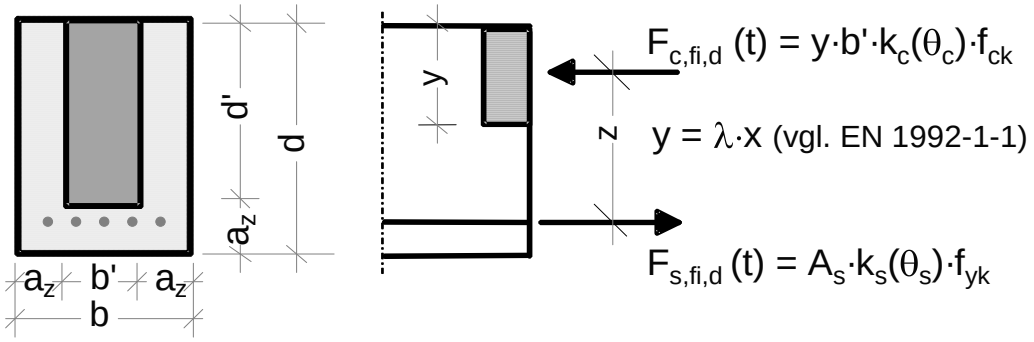


Bild 7 *Prinzip der Tragfähigkeitsberechnung mit brandreduziertem Betonquerschnitt und temperaturabhängig reduzierten Festigkeiten am Beispiel der Biegemomententragfähigkeit eines Stahlbeton-Rechteckquerschnitts*

Zur Ermittlung der Querschnittstemperaturen von Wänden und Platten, Balken und Stützen mit üblichen Querschnittsformen bei Brandbeanspruchung nach der Einheits-Temperaturzeitkurve werden im informativen Anhang A Diagramme mit Temperaturprofilen angeboten. Der reduzierte Betonquerschnitt und die temperaturabhängige Abminderung der Betonfestigkeit können mit vereinfachten Verfahren im informativen Anhang B bestimmt werden.

Von den beiden angebotenen Verfahren, der „500 °C Isothermen-Methode“ (Anhang B.1) und der „Zonenmethode“ (Anhang B.2) darf in Deutschland nur letztere angewendet werden. Hierzu heißt es im Nationalen Anhang (Zitat):

Diese Methode darf für überwiegend auf Biegung beanspruchte Bauteile angewendet werden. Für Bauteile, die überwiegend auf Druck beansprucht werden, darf diese Methode nur mit zusätzlichen Annahmen angewendet werden.

Der Anhang C mit einem tabellarischen Nachweis für schlanke Stützen darf in Deutschland nicht angewendet werden. Er wird ersetzt durch Anhang AA zum NA mit einem aus Parameterstudien mit dem allgemeinen Rechenverfahren in [14], [15] abgeleiteten einfachen Bemessungsverfahren für schlanke Stützen.

Im Anhang E wird ein vereinfachtes Verfahren für statisch bestimmt gelagerte oder durchlaufende Balken und Platten beschrieben, bei dem die temperaturabhängige Reduktion der Stahlfestigkeit für das widerstehende Biegemoment maßgebend ist. Dieses Verfahren darf in Deutschland angewendet werden.

Allgemeine Rechenverfahren

Ausgehend von dem nach EC 1-1-2 ermittelten Zeitverlauf der Heißgastemperatur θ_g, werden die thermischen Einwirkungen auf Bauteile vereinfacht als Wärmestromdichte $\dot{h}_{net}$ berechnet. In einer thermischen Analyse wird dann die Temperaturverteilung in Bauteilen auf Grundlage der Differentialgleichung von Fourier für die instationäre Wärmeleitung in Festkörpern bestimmt, die numerisch mit einem FE-Programm gelöst wird:

$$\frac{\delta\theta}{\delta t} = a \cdot \left(\frac{\delta^2\theta}{\delta x^2} + \frac{\delta^2\theta}{\delta y^2} + \frac{\delta^2\theta}{\delta z^2} \right) \tag{8}$$

mit

θ Temperatur [K]

t Zeit [s]

$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}$ Temperaturleitzahl [m^2/s]

λ Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]

ρ Rohdichte [kg/m^3]

c_p spezifische Wärme [J/(kgK)]

x, y, z Raumkoordinaten [m]

In die Berechnung der Temperaturverteilung gehen die Kennwerte für die thermischen Materialeigenschaften λ, c_p und ρ als charakteristische Werte (z. B. Bild 5 für Beton) mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M,fi}$ = 1,0 ein.

Als Ergebnisse derartiger Berechnungen für typische Querschnitte von Platten, Balken und Stützen aus Stahl- oder Spannbeton sind in Anhang A von EC 2-1-2 Temperaturprofile (mit Isothermen) dargestellt, aus denen die Temperaturen im Querschnitt bei Brandbeanspruchung nach Einheits-Temperaturzeitkurve für ausgewählte Branddauern abgelesen werden können.

Ausgehend von der Temperaturverteilung im Bauteilquerschnitt wird im nächsten Schritt die mechanische Analyse des Bauteils, in der Regel als Querschnittsanalyse, oder des Tragwerks, als Analyse des Systemverhaltens, durchgeführt. Dabei werden die temperaturabhängigen Baustoffeigenschaften (Festigkeit, Elastizitätsmodul, thermische Dehnung) aus Abschnitt 3 von EC 2-1-2 (z. B. Bild 3 und 4) berücksichtigt.

In der Querschnittsanalyse wird beispielsweise die plastische Tragfähigkeit des Bauteilquerschnitts berechnet und mit der betreffenden Schnittgröße aus den im Brandfall maßgebenden mechanischen Einwirkungen verglichen. Bei der Systemanalyse wird das Trag- und Verformungsverhalten unter Brandeinwirkung berechnet. Typische Anwendungen sind statisch unbestimmte Systeme wie Rahmentragwerke und Durchlaufträger oder schlanke Druckglieder, bei denen die Tragfähigkeit oder die Beanspruchung durch die Bauteilverformungen beeinflusst wird.

Im Nationalen Anhang zu DIN EN 1992-1-2 wird zu den allgemeinen Rechenverfahren Folgendes festgelegt:

Allgemeine Rechenverfahren dürfen angewendet werden.

Sofern zur brandschutztechnischen Bewertung von Tragwerken oder Teiltragwerken mit allgemeinen Rechenverfahren Rechenprogramme verwendet werden, wird davon ausgegangen, dass diese validiert sind. Der Anhang CC von DIN EN 1991-1-2 gibt geeignete Beispiele für das Validierungsverfahren.

Tabellarische Daten

Die Bemessungstabellen in Abschnitt 5 von EC 2-1-2 entsprechen weitgehend den bekannten Tabellen in DIN 4102-4 und DIN 4102-22 und sind ganz ähnlich aufgebaut. Deshalb wird hier auf eine ausführliche Darstellung verzichtet und lediglich ein kurzer Überblick gegeben.

In den Bemessungstabellen sind in Abhängigkeit der Feuerwiderstandsklasse Mindestwerte für die Querschnittsabmessungen und Mindestachsabstände der Bewehrung angegeben. Für Stahlbetonstützen und belastete Stahlbetonwände geht außerdem der Lastausnutzungsfaktor ein.

Die DIN EN 1992-1-2 enthält Bemessungstabellen für

- Stützen mit Rechteck- oder Kreisquerschnitt bei ein- und mehrseitiger Brandbeanspruchung;
- nichttragende und tragende Wände;
- Balken mit Rechteck- und I-Querschnitt bei drei- oder vierseitiger Brandbeanspruchung sowie
- einachsig oder zweiachsig gespannte Platten, Durchlaufplatten, Flachdecken und Rippendecken.

Bei Einhaltung der tabellierten Mindestforderungen gilt hinsichtlich der Tragfähigkeit (Kriterium R):

$$E_{d,fi,t} / R_{d,fi} \leq 1{,}0 \qquad (9)$$

mit

$E_{d,fi,t}$ Bemessungswert der Schnittgrößen beim Brand,

$R_{d,fi}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit (Widerstand) beim Brand.

In der Regel wurde bei der Ermittlung der Tabellenwerte eine volle Ausnutzung der Querschnitte bei Normaltemperatur vorausgesetzt, d. h. die aufnehmbare Schnittgröße im Brandfall $E_{d,fi,ti}$ wurde aus der Tragfähigkeit bei Normaltemperatur R_d durch Reduktion mit dem Faktor η_{fi} = 0,7 ermittelt. Unter diesen Umständen beträgt die kritische Temperatur von Betonstahl θ_{cr} = 500 °C. Hierfür gelten die in den Bemessungstabellen für Balken und Platten angegebenen Mindestachsabstände der Zugbewehrung.

Wenn ein Querschnitt nicht voll ausgelastet ist, kann die kritische Temperatur der Bewehrung in Abhängigkeit von der Lastausnutzung aus dem Bild 8 (= Bild

5.1 der DIN EN 1992-1-2) abgelesen werden. Dabei entspricht $k_s(\theta_{cr})$ dem Verhältnis von Stahlspannung $\sigma_{s,fi}$ aufgrund der Einwirkungen im Brandfall zur Streckgrenze $f_y(20\ °C)$ bei Normaltemperatur:

$$k_s(\theta_{cr}) = \frac{E_{d,fi}}{E_d \cdot \gamma_s} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \tag{10}$$

mit

γ_s Teilsicherheitsbeiwert für die Bewehrung (γ_s = 1,15 nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 2),

$A_{s,req}$ erforderliche Bewehrungsfläche für den Grenzzustand der Tragfähigkeit

$A_{s,prov}$ vorhandene Bewehrungsfläche,

$E_{d,fi}/E_d$ Verhältnis der Einwirkungen im Brandfall und bei Normaltemperatur.

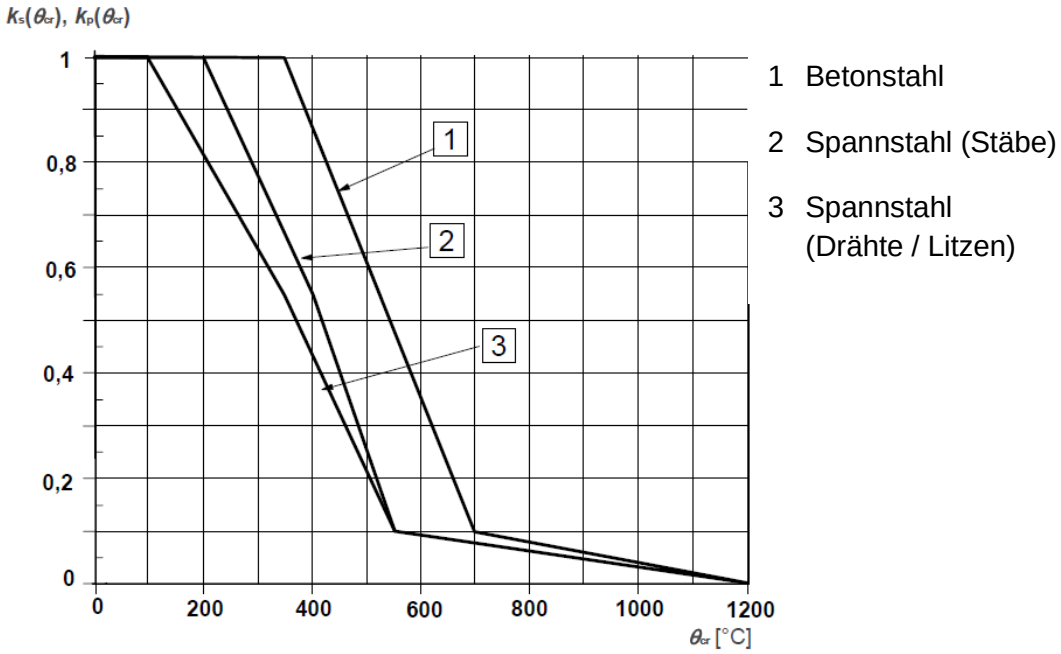


Bild 8 *Bemessungskurven für die kritische Temperatur von Betonstahl und Spannstahl θ_{cr} als Funktion des Beiwerts $k_s(\theta_{cr}) = \sigma_{s,fi}/f_{yk}(20\ °C)$ oder $k_p(\theta_{cr}) = \sigma_{p,fi}/f_{pk}(20\ °C)$*

In Abhängigkeit von der kritischen Temperatur θ_{cr} kann dann der aus der Bemessungstabelle abgelesene Achsabstand a der Bewehrung mit Gl. (11) (entspricht Gl. (5.3) in EC 2-1-2) korrigiert werden:

$$\Delta a = 0{,}1\ (500 - \theta_{cr}) \quad \text{(mm)} \tag{11}$$

Für Spannstahl gelten die Gleichungen (10) und (11) sinngemäß, wobei jedoch anstelle von 500 °C die kritische Temperatur bei voller Lastausnutzung mit θ_{cr} = 400 °C bei Spannstäben bzw. θ_{cr} = 350 °C bei Spannlitzen anzusetzen ist.

Im Nationalen Anhang zu DIN EN 1992-1-2 wird zur Bemessung mit tabellarischen Daten Folgendes festgelegt (Zitat):

Die Begrenzung der Lastausmitte nach Theorie I. Ordnung ((bei der Bemessung von Stützen nach Methode A)) auf ≤ e_{max} entfällt. …

Die Stützbewehrung ((bei statisch unbestimmt gelagerten Platten)) ist gegenüber der nach DIN EN 1992-1-1 erforderlichen Länge aus der Zugkraftdeckung beidseitig um 0,15 l weiter ins Feld zu führen, wobei l die Stützweite des angrenzenden größeren Feldes ist.

Hochfester Beton

Beim Nachweis von Bauteilen aus hochfestem Beton dürfen nach Abschnitt 6 grundsätzlich die Bemessungsverfahren für normalfesten Beton benutzt werden. Bei den vereinfachten Rechenverfahren sind jedoch abweichende Annahmen für die temperaturabhängige Abnahme der Druckfestigkeit hochfester Betone und bei den tabellarischen Daten sind vergrößerte Mindestmaße zugrunde zu legen. Außerdem sind besondere Vorkehrungen zur Vermeidung zerstörender Betonabplatzungen zu treffen. Die entsprechenden Empfehlungen in Abschnitt 6 gelten nur für eine Brandbeanspruchung gemäß der Einheits-Temperaturzeitkurve.

Die Festigkeitsreduzierung $f_{c,\theta}/f_{ck}$ für hohe Temperaturen wird tabellarisch angegeben, wobei für den Beton 3 Klassen unterschieden werden:

- Klasse 1 für Beton C 55/67 und C 60/75,
- Klasse 2 für Beton C 70/85 und C 80/95
- Klasse 3 für Beton C 90/105.

In Bild 9 sind die temperaturabhängigen Reduktionsfaktoren $k_c(\theta)$ für die 3 Klassen des hochfesten Betons und des normalfesten Betons grafisch gegenübergestellt.

Aus Brandversuchen ist bekannt, dass hochfeste Betone aufgrund ihres dichteren Gefüges in stärkerem Maße zu Abplatzungen neigt, die bereits in einer frühen Phase des Brandes explosionsartig auftreten und bis auf die tragende Bewehrung reichen können. Um die Betonabplatzungen der Ausdehnung und Tiefe nach zu begrenzen, sind nach Abschnitt 6.2 besondere Vorkehrungen zu treffen, wobei 4 Methoden alternativ mögich sind:

- Methode A: Ein Bewehrungsnetz mit einer nominellen Betondeckung von 15 mm einbauen. Dieses Bewehrungsnetz sollte Stäbe mit einen Durchmesser von ≥ 2 mm und eine Maschengröße von ≤ 50 mm x 50 mm haben. Die nominelle Betondeckung zur Hauptbewehrung sollte ≥ 40 mm betragen.

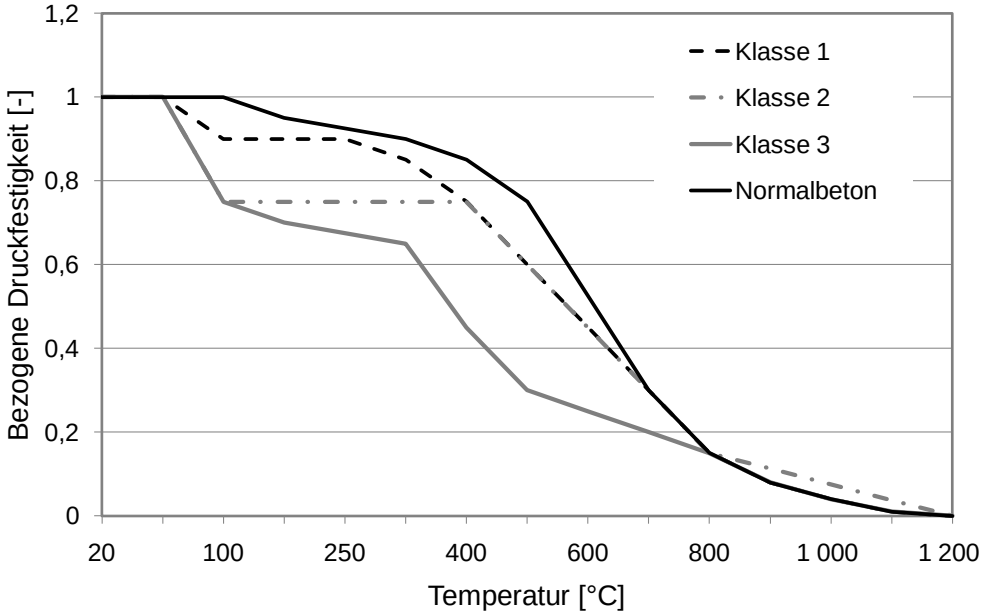


Bild 9 Temperaturabhängige Reduktionsfaktoren für die charakteristische Druckfestigkeit von Normalbeton und hochfesten Betonen Klasse 1 bis 3

- Methode B: Einen Betontyp verwenden, bei dem erwiesenermaßen (durch Erfahrung oder Versuche) unter Brandbeanspruchung keine Abplatzungen erfolgen.
- Methode C: Schutzschichten verwenden, bei denen erwiesenermaßen keine Betonabplatzungen unter Brandbeanspruchung erfolgen.
- Methode D: In die Betonmischung mehr als 2 kg/m^3 einfaserige Polypropylenfasern zugeben.

Im Nationalen Anhang heißt es dazu (Zitat):

Die Methoden A, B, C und D dürfen angewendet werden. Bei Methode D ist der Anteil an Polypropylenfasern auf den Wasserzementwert w/z zu beziehen. Für w/z ≤ 0,24 sind 4 kg/m^3 Polypropylenfasern und für w/z ≥ 0,28 sind 2 kg/m^3 Polypropylenfasern in die Betonmischung zu geben. Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

BRANDSCHUTZNACHWEISE FÜR STAHLTRAGWERKE (EC 3-1-2)

Allgemeines

Der EC 3-1-2 regelt die Brandschutzbemessung von Bauteilen und Tragwerken aus Stahl. Dabei werden nur rechnerische Nachweisverfahren der Stufen 2 und 3 für stabförmige Bauteile (Träger und Stützen) angeboten.

Der EC 3-1-2 ist grob wie folgt gegliedert:

1. Allgemeines
2. Grundlagen zur Bemessung
3. Materialeigenschaften
4. Tragwerksbemessung für den Brandfall

   Normative Anhänge A und B

   Informative Anhänge CA bis E

Materialeigenschaften

Die Materialeigenschaften von Baustahl werden in Abschnitt 3 analog zu den Darstellungen für Betontragwerke in EC 2-1-2 beschrieben.

Für mechanische Analysen mit allgemeinen Berechnungsverfahren werden temperaturabhängige Spannungs-Dehnungs-Beziehungen für Kohlenstoffstahl formelmäßig beschrieben. Eine grafische Umsetzung der Formeln zeigt Bild 10.

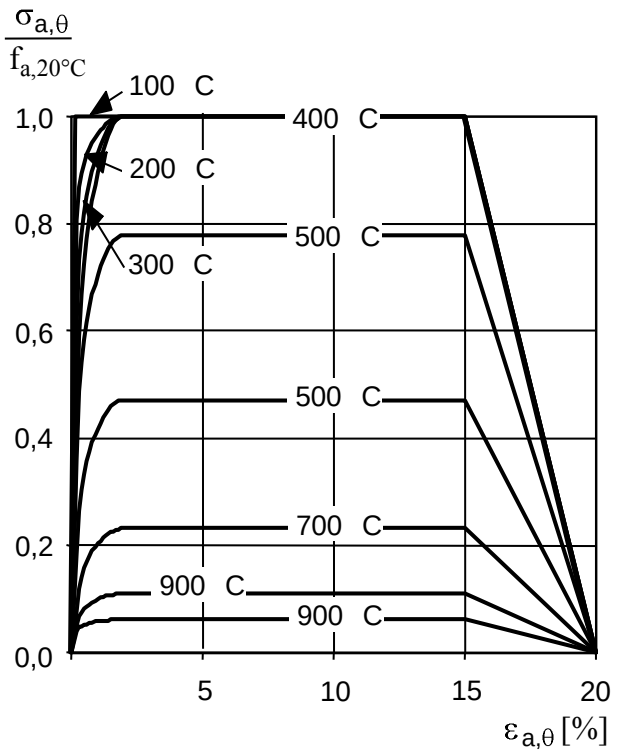
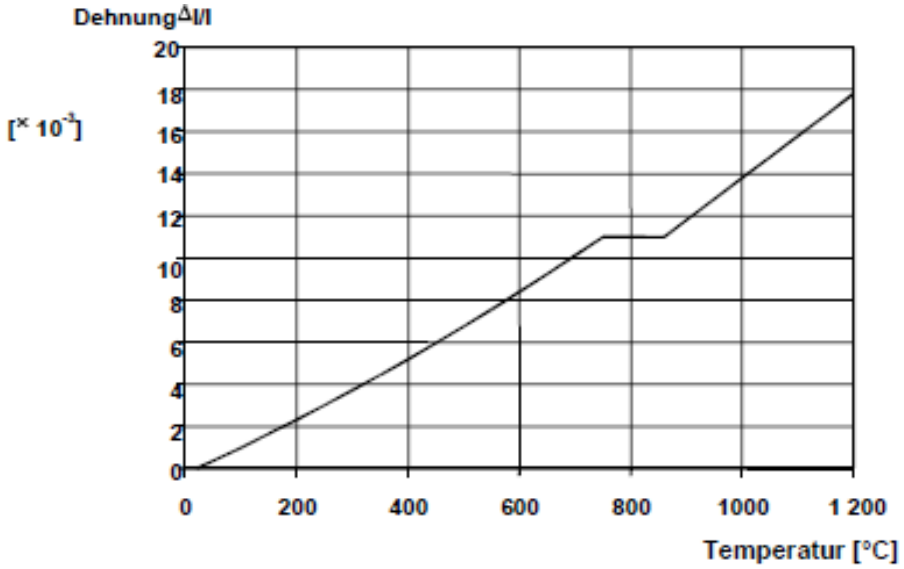


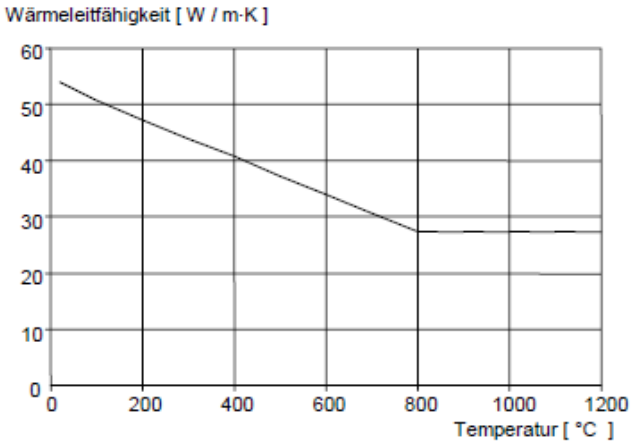
Bild 10 Rechenwerte der Spannungs-Dehnungs-Beziehungen von Baustahl

Weiterhin werden die thermische Dehnung und die thermischen Kennwerte von Baustahl angegeben (Bild 11).

Die temperaturabhängigen Abminderungsfaktoren für Streckgrenze, Proportionalitätsgrenze und E-Modul sind in Bild 12 zusammengefasst.



a)



b)

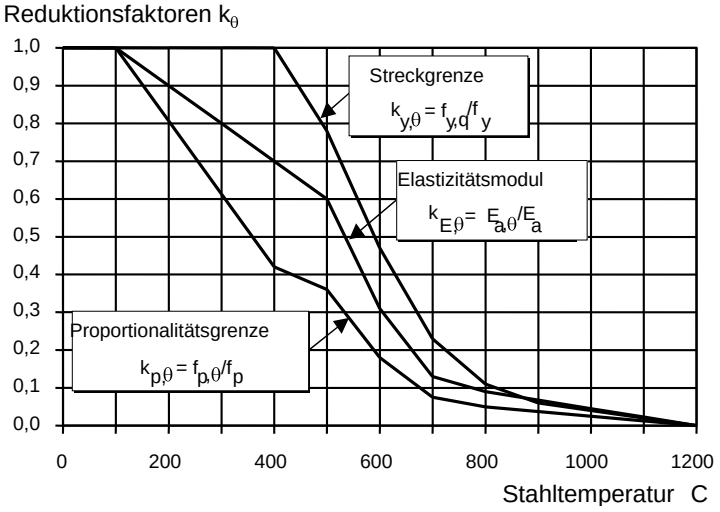
Bild 11 Thermische Dehnung (a) und Wärmeleitfähigkeit (b) von Kohlenstoffstahl

Bemessungsverfahren

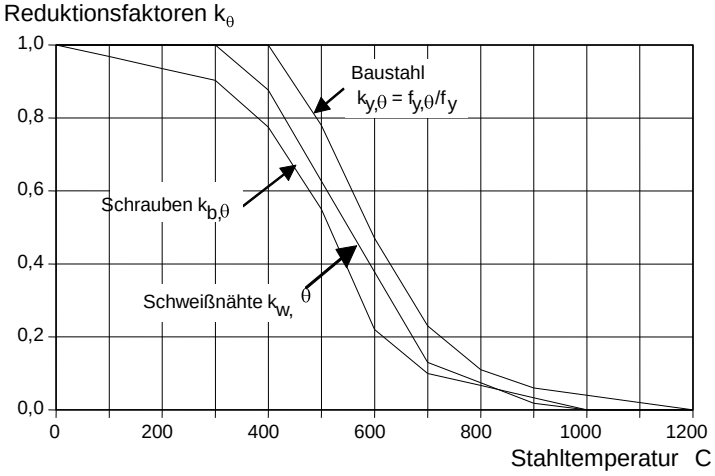
Als Bemessungsverfahren werden in Abschnitt 4 des EC 3-1-2 einfache Bemessungsverfahren und erweiterte Berechnungsmodelle behandelt.

Die Ausführungen des EC 3-1-2 zu den erweiterten Berechnungsmodellen sind sehr allgemein gehalten. Sie decken sich mit dem, was oben für EC 2-1-2 erläutert wurde, so dass hier auf eine Wiederholung verzichtet werden kann.

Für Einzelbauteile wird der Bemessungswert der Tragfähigkeit $R_{fi,d,t}$ zum Zeitpunkt *t* üblicherweise unter der Annahme einer gleichmäßigen Temperaturverteilung im Querschnitt ermittelt. Ausgehend von der Tragfähigkeit bei Normaltemperatur nach DIN EN 1993-1-1 wird die Tragfähigkeit unter Brandbeanspruchung vereinfacht durch Abminderung mit einem Faktor $k_{y,\Theta}$ ermittelt, der den temperaturabhängigen Abfall der Streckgrenze des Stahles berücksichtigt (Bild 12 a). Entsprechende Abminderungsfaktoren werden im Anhang D auch für Schraub- und Schweißverbindungen angegeben (Bild 12 b).



a)



b)

Bild 12 Abminderungsfaktoren k_θ für die Kennwerte von Baustahl (a) und für die Streckgrenze von Verbindungen im Vergleich zum Baustahl (b)

Die Berechnung der Stahltemperaturen von unbekleideten und bekleideten Querschnitten im Gebäudeinneren erfolgt im Zeitschrittverfahren mit Gleichungen für die Temperaturerhöhung $\Delta\theta_{a,t}$ im Zeitintervall Δt. Die Stahltemperaturen in Bauteilen außerhalb des Gebäudes können mit vereinfachten Ansätzen im informativen Anhang B ermittelt werden (entspricht Anhang B von EC 1-1-2). Wenn eine nicht gleichmäßige Temperaturverteilung im Querschnitt und entlang der Längsachse eines Bauteils berücksichtigt werden soll, kann der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit mit Anpassungsfaktoren κ_1 und κ_2 modifiziert werden.

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit in Abhängigkeit von der Bauteiltemperatur werden Gleichungen angegeben für folgende Einzelbauteile:

- Zugglieder,
- druckbeanspruchte Bauteile mit Querschnitten der Klasse 1 bis 3 (nach DIN EN 1993-1-1),

- Träger mit Querschnitten der Klasse 1 bis 3,
- auf Biegung mit Axialdruck beanspruchte Bauteile der Querschnittsklassen 1 bis 3 sowie
- Bauteile mit Querschnitten der Klasse 4.

Bei druckbeanspruchten Bauteilen ist neben der temperaturabhängigen Abminderung der Festigkeit auch ein Abminderungsfaktor χ_n für das Biegeknicken bei Brandbeanspruchung zu berücksichtigen, der ebenfalls formelmäßig und durch Bezug auf DIN EN 1993-1-1 ermittelt wird.

Die Bemessung bei Annahme einer gleichmäßigen Temperaturverteilung im Bauteil darf alternativ zum Nachweis über die Schnittgrößen auf Temperaturebene durchgeführt werden durch Vergleich der Bauteiltemperatur mit einer kritischen Temperatur $\theta_{a,crit}$, die vom Ausnutzungsgrad μ_0 zum Zeitpunkt t = 0 der Brandbeanspruchung abhängt.

Zu den einfachen Bemessungsverfahren wird im Nationalen Anhang zu DIN EN 1993-1-2 Folgendes festgelegt:

Vereinfachend darf angenommen werden, dass ein Bauteil mit einem Querschnitt der Querschnittsklasse 4 ((mit Gefahr lokalen Knickens)) seine lastabtragende Funktion zum Zeitpunkt t eines gegebenen Brandes erfüllt, wenn die Stahltemperatur θ_a zu diesem Zeitpunkt an keiner Stelle des Querschnittes den Wert θ_{crit} = 350 °C erreicht. …

Alternativ zu der vereinfachenden Annahme in DIN EN 1993-1-2:2006-10, 4.2.3.6 (1), dürfen Bauteile mit Querschnitten der Querschnittsklasse 4 nach den im Anhang E angegebenen Regeln bemessen werden.

Im EC 3-1-2 sind keine Materialkennwerte für die thermischen Eigenschaften von Bekleidungsmaterialien enthalten. Der Nationale Anhang enthält dazu folgende Hinweise:

ANMERKUNG Wegen der Materialkennwerte einiger Brandschutzmaterialien siehe Anhang AA zu diesem Nationalen Anhang…

Für die thermischen Eigenschaften der Brandschutzmaterialien nach DIN EN 1993-1-2:2006-10, 3.4.3, sind die Werte in Tabelle AA.1 zu verwenden, sofern keine speziellen, temperaturabhängig ermittelten Kennwerte vorliegen.

Sie gelten nur für das Berechnungsverfahren nach DIN EN 1993-1-2:2006-10, 4.2.5.2, bis zu Stahltemperaturen von 700 °C.

Bei Verwendung von Brandschutzmaterialien nach Tabelle AA.1 sind die entsprechenden konstruktiven Regeln nach DIN 4102-4 bzw. nach dem Verwendbarkeitsnachweis gemäß Bauregelliste (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis) einzuhalten.

BRANDSCHUTZNACHWEISE FÜR VERBUNDTRAGWERKE (EC 4-1-2)

Allgemeines

Der EC 4-1-2 regelt die Brandschutzbemessung von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton. Er enthält Nachweisverfahren auf den Stufen 1 bis 3 für stabförmige Bauteile (Träger und Stützen) sowie für Verbunddecken.

Der EC 4-1-2 ist grob wie folgt gegliedert:

1. Allgemeines
2. Grundlagen der Bemessung
3. Werkstoffeigenschaften
4. Bemessungsverfahren
5. Konstruktionsdetails

   Informative Anhänge A bis I

Werkstoffeigenschaften

Die Materialeigenschaften von Beton, Betonstahl und Baustahl werden in Abschnitt 3 analog zu den Darstellungen für Betontragwerke in EC 2-1-2 und für Stahltragwerke in EC 3-1-2 beschrieben.

Bemessungsverfahren

In Abschnitt 4 von EC 4-1-2 werden Bemessungstabellen, vereinfachte Berechnungsverfahren und allgemeine Berechnungsverfahren behandelt.

Die Bemessungstabellen entsprechen im Wesentlichen den bekannten Tabellen aus DIN 4102-4, so dass hier auf weitere Erläuterungen verzichtet werden kann.

Zu den Tabellen wird im Nationalen Anhang zu DIN EN 1994-1-2 Folgendes festgelegt:

Die in den Tabellen 4.2, 4.4, 4.6 und 4.7 angegebenen Zahlenwerte sind Mindestmaße für die brandschutztechnische Bemessung. Sie gelten zusätzlich zu den Bewehrungsregeln nach EN 1992-1-1.

Einige Tabellenwerte für die Achsabstände der Bewehrung sind kleiner als die nach EN 1992-1-1 geforderten Werte; sie sollten nur zu Interpolationszwecken verwendet werden.

Vereinfachte Berechnungsverfahren auf Grundlage der Plastizitätstheorie werden für geschützte und ungeschützte Verbunddecken, Verbundträger mit und ohne Kammerbeton, Stahlträger mit Kammerbeton und Verbundstützen bereit-

gestellt. Dazu werden jeweils Gleichungen für die Querschnittstragfähigkeit angegeben, z. B. die Biegemomententragfähigkeit bei Verbunddecken und –trägern oder die Grenznormalkraft bei Verbundstützen unter Berücksichtigung der Knickgefahr. Darin werden die im Brandfall mittragenden Querschnittsteile (Beton, Stahlprofil, Betonstahl) einzeln berücksichtigt mit einer temperaturabhängigen Reduktion der Festigkeit bei Normaltemperatur.

Der Temperatureinfluss auf das Baustoffverhalten kann durch Verringerung der Querschnittsabmessungen und Reduktion der mechanischen Festigkeitseigenschaften berücksichtigt werden. Nähere Angaben dazu enthalten die informativen Anhänge E (Träger ohne Kammerbeton) und F (Träger mit Kammerbeton).

Es wird auch ein vereinfachtes Rechenverfahren für Verbundstützen in ausgesteiften Rahmen beschrieben. Bei diesem Verfahren wird die zentrische Grenznormalkraft in Abhängigkeit von einem bezogenen Schlankheitsgrad für den Brandfall durch einen Faktor χ_n auf Basis von DIN EN 1993-1-1 vermindert. Eine exzentrische Last kann nach Anhang G vereinfacht durch Umrechnung im Verhältnis der Grenznormalkraft bei exzentrischem Angriff zur Grenznormalkraft bei zentrischem Angriff jeweils für Normaltemperatur nach DIN EN 1994-1-1 erfasst werden.

Im Nationalen Anhang werden zu den vereinfachten Berechnungsverfahren folgende ergänzende Regelungen getroffen:

Der Anhang D ((Berechnungsverfahren für ungeschützte Verbunddecken)) darf angewendet werden, wobei bei der Ermittlung der Biegemomententragfähigkeit der Anteil des Stahlprofilbleches nur dann berücksichtigt werden darf, wenn für den entsprechenden Kraftanteil der Nachweis der Längsschubtragfähigkeit erbracht wird.

Bei Decken mit duktilem Verbundverhalten bei Normaltemperatur, hinterschnittener Profilblechgeometrie und mechanischer Verdübelung im Bereich des Oberflansches darf der Flächenverbund im Brandfall ermittelt werden, indem der Bemessungswert bei Normaltemperatur mit dem 0,7-fachen des temperaturabhängigen Abminderungsfaktors für die Streckgrenze des Profilbleches im Oberflansch multipliziert wird….

Die Ausführungen des EC 4-1-2 zu den erweiterten Brandmodellen sind sehr kurz und allgemein gehalten. Sie decken sich mit dem, was oben für EC 2-1-2 erläutert wurde, so dass hier auf eine Wiederholung verzichtet wird.

Der EC 4-1-2 enthält im Abschnitt 5 eine Reihe von Angaben zur konstruktiven Ausbildung von Verbundträgern und -stützen, die den Angaben in DIN 4102-4 entsprechen. Sie betreffen.unter anderem den Verbund zwischen Kammerbeton und Stahlprofil sowie die Ausführung und den Schutz von Anschlüssen.

BRANDSCHUTZNACHWEISE FÜR HOLZBAUTEN (EC 5-1-2)

Allgemeines

Der EC 5-1-2 regelt die Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Er enthält einfache Bemessungsverfahren für Balken und Stützen, für Wände und Decken sowie für Verbindung. Darüber hinaus werden Rechengrundlagen für erweiterte Berechnungsverfahren angegeben.

Der EC 5-1-2 ist grob wie folgt gegliedert:

1. Allgemeines
2. Grundlagen für Entwurf, Bemessung und Konstruktion
3. Materialeigenschaften
4. Bemessungsverfahren für mechanische Beanspruchbarkeit
5. Bemessungsverfahren für Wand- und Deckenkonstruktionen
6. Verbindungen
7. Konstruktive Ausführung

   Informative Anhänge A bis F

Materialeigenschaften

Da die Anwendung erweiterter Berechnungsverfahren für die Bemessung von Holzbauteilen eher die Ausnahme sein wird, werden im EC 5-1-2 selbst nur vereinfachte Methoden zur Abminderung der Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften beschrieben.

Für die Abbrandraten verschiedener Holzsorten (Vollholz, Brettschichtholz, u. a.) bei Normbrandbeanspruchung werden in EC 5-1-2 jeweils zwei Bemessungswerte in mm/min angegeben:

β_0 für die eindimensionale Abbrandrate

β_n für die ideelle Abbrandrate unter Berücksichtigung von Eckausrundungen.

Typische Werte für β_0 liegen bei 0,65 bis 1,0 mm/min; β_n ist in der Regel 0,05 mm/min, bei Vollholz ausnahmsweise 0,15 mm/min höher. Bei einem anfänglichen Schutz der Oberflächen gegen Abbrand, z. B. durch eine Bekleidung, darf die Abbrandrate abgemindert werden.

Für genauere Berechnungen werden Kennwerte temperaturabhängiger mechanischer und thermischer Materialeigenschaften im informativen Anhang B bereitgestellt.

Bemessungsverfahren

Das Tragverhalten von Holzbauteilen bei Brandbeanspruchung wird – neben der Temperaturentwicklung im Querschnitt – vor allem durch den Abbrand der äußeren, dem Feuer direkt ausgesetzten Querschnittsbereiche beeinflusst. Der EC 5-1-2 bietet zwei vereinfachte Rechenverfahren für die Ermittlung der Querschnittstragfähigkeit an.

Bei der Methode mit reduziertem Querschnitt wird der Ausgangsquerschnitt um die ideelle Abbrandtiefe reduziert, die gegenüber dem mit ideeller Abbrandrate berechneten Wert vergrößert wird, um Festigkeits- und Steifigkeitsverluste der unter der Abbrandgrenze liegenden Schicht zu kompensieren. Der ideelle Restquerschnitt darf dann mit den Festigkeits- und Steifigkeitswerten für Normaltemperatur analog zu DIN EN 1995-1-1 nachgewiesen werden.

Das zweite Verfahren, die Methode mit reduzierten Eigenschaften, darf für Rechteckquerschnitte aus Nadelholz bei drei- oder vierseitiger Brandbeanspruchung und für Rundhölzer aus Nadelholz bei allseitiger Brandbeanspruchung angewendet werden, die bei Normbrandbedingungen unter Biege-, Druck- oder Zugbeanspruchung stehen. Für die Bieg-, Druck- und Zugfestigkeit und für den E-Modul werden in Abhängigkeit von einem Profilfaktor (Umfang der beflammten Querschnittsteile p / Fläche A_r) des Restquerschnittes Abminderungsfaktoren $k_{mod,fi}$ angegeben.

Die Angaben in Abschnitt 5 zu Wänden und Decken sind sehr allgemein und für die direkte Umsetzung bei der Bemessung wenig hilfreich. Im informativen Anhang E wird jedoch für raumabschließende Konstruktionen in Holztafelbauweise ein vereinfachtes Verfahren zum Nachweis der Wärmedämmung bei Einhaltung des Temperaturkriteriums auf der feuerabgekehrten Seite beschrieben.

Die Abschnitte 6 „Verbindungen“ und 7 „Konstruktive Ausführung“ enthalten eine Reihe von Regeln aufgrund von Brandprüfungen und praktischen Erfahrungen, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden kann.

Im Nationalen Anhang zu DIN EN 1995-1-2 sind keinerlei Einschränkungen bei der Anwendung der in der Norm geregelten Nachweise und konstruktiven Hinweise vorgesehen.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die 2006 veröffentlichten Weißdrucke der Brandschutzteile der Eurocodes 1 bis 5 und die im Dezember 2010 erscheinenden zugehörigen Nationalen Anhänge. Die für die Anwendung in Deutschland freigegebenen Bemessungsverfahren werden zusammenfassend dargestellt und einschränkende oder abweichende Regelungen in den Nationalen Anhängen werden erläutert.

Für den konstruktiven Brandschutz in Deutschland bedeutet die in naher Zukunft (siehe Beitrag von Wathling [5]) anstehende bauaufsichtliche Einführung der Eurocodes und der Nationalen Anhänge, dass die Eurocode-Nachweise in ihrem für Deutschland zugelassenen Anwendungsbereich während einer relativ kurzen Übergangsfrist alternativ zu den bisherigen tabellarischen Bemessungen nach DIN 4102-4 und DIN 4102-22 verwendet werden dürfen und nach Ablauf der Übergangsfrist ausschließlich angewendet werden müssen.

Für die nicht in den Eurocodes enthaltenen Konstruktionen – insbesondere raumabschließende Bauteile und Sonderbauteile – wird die DIN 4102-4 (ggf. als überarbeitete und konsolidierte Restnorm [4]) auch weiterhin eine unverzichtbare Bemessungsgrundlage in Deutschland bleiben.

Anfangsschwierigkeiten bei der Anwendung der Eurocode-Brandschutzteile sind natürlich nicht auszuschließen, da die Praktiker mit den verschiedenen Mögichkeiten der Brandschutznachweise – Bemessungstabellen, vereinfachte und allgemeine Rechenverfahren – noch nicht vertraut sind und deren Vor- und Nachteile erst an Beispielen kennenlernen müssen.

Generell sollte man versuchen, das gewünschte Bemessungsergebnis mit möglichst geringem Aufwand zu erreichen. Einzelbauteile können für Normbrandbeanspruchung effizient mit dem Tabellenverfahren bemessen werden, das aber leider nur in EC 2 (Beton) und EC 4 (Verbund) vorgesehen ist. Wenn die Anwendungsvoraussetzungen der Tabellen nicht erfüllt sind oder die Mindestabmessungen für die geforderte Feuerwiderstandsklasse nicht eingehalten werden, bieten die vereinfachten Rechenverfahren eine ingenieurmäßige Lösung ohne großen Rechenaufwand. Die Ergebnisse sind für gleiche Bauteile etwas günstiger als beim tabellarischen Nachweis. Wenn das Bemessungsziel dann noch immer nicht erreicht wird, bleibt das allgemeine Rechenverfahren als vollständige numerische Simulation des Brandgeschehens und Tragwerksverhaltens. Hierfür sind allerdings eine geeignete, für den betreffenden Anwendungsbereich validierte Software und einschlägige Kenntnisse und Erfahrungen des Anwenders erforderlich. Die Ergebnisse der erweiterten Berechnungsverfahren sind für gleiche Bauteile wiederum günstiger als beim vereinfachten Rechenverfahren.

Aus meiner Sicht wird sich über kurz oder lang die Bemessung mit vereinfachten Rechenverfahren für Einzelbauteile unter Normbrandbeanspruchung bei allen Bauweisen durchsetzen, weil die tatsächlichen Randbedingungen und Einwirkungen anstelle der in den Bemessungstabellen fest vorgegebenen Werte berücksichtigt werden können. Für die Bemessung von Tragwerken für Naturbrandbeanspruchung stellen darüber hinaus die allgemeinen Rechenverfahren die angemessene und vielfach einzige Lösungsmöglichkeit dar. Das betrifft beispielsweise Neubauten mit ungeschützten Stahlkonstruktionen wie Atrien und Hallen oder Bestandsbauten mit nicht nach DIN 4102 klassifizierbaren Stahlbetondecken. In diesen Fällen ist der rechnerische Nachweis trotz des relativ hohen Aufwandes in der Regel deutlich kostengünstiger als unerwünschte, zusätzliche Brandschutzmaßnahmen.

Um die Berührungsängste der Praxis zu überwinden und den Einstieg in die neuen Brandschutznachweise der Eurocodes zu erleichtern, soll in Kürze die 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage des Beuth-Kommentars von 2000 „Brandschutz in Europa“ erscheinen mit Erläuterungen und Anwendungsbeispielen zu EC 1 bis 5 Teile 1-2. Insbesondere die ausführlich dokumentierten Anwendungsbeispiele werden den Praktikern helfen, ähnliche Aufgaben effizient zu bearbeiten. Außerdem wurden bereits in jüngster Vergangenheit und werden in naher Zukunft vom DIN, der Vereinigung der Prüfingenieure BVPI und den Ingenieurkammern Fortbildungsseminare zu den Eurocodes generell und speziell zum Brandschutz angeboten.

LITERATUR

[1] Hosser, D.; Kampmeier, B.: Anwendbarkeit von alternativen Ansätzen für Brandeinwirkungen nach Eurocode 1 Teil 1-2. In: Hosser, D. (Hrsg.): Braunschweiger Brandschutz-Tage '05, 28. und 29. September 2005 in Braunschweig; Tagungsband. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Heft 185, Braunschweig, 2005, ISBN 978-3-89288-167-7.

[2] Hosser, D.: Rahmenbedingungen für die Anwendung der Eurocode-Brandschutzteile in Deutschland. In: Hosser, D. (Hrsg.): Braunschweiger Brandschutz-Tage '07, 26. und 27. September 2007 in Braunschweig; Tagungsband. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Heft 199, Braunschweig, 2007, ISBN 978-3-89288-181-0.

[3] Hosser, D.: Brandschutzbemessung nach den Eurocodes – Vorgaben für die Anwendung in Deutschland. In: Hosser, D. (Hrsg.): Braunschweiger Brandschutz-Tage ’09, Tagungsband. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, Heft 208, Braunschweig 2009, ISBN 978-3-89288-191-9.

[4] Sommer, T.: Stand und weitere Entwicklung der Brandschutznormung in Deutschland und Europa. In: Hosser, D. (Hrsg.): Braunschweiger Brandschutz-Tage 2010, Tagungsband. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, Heft 210, Braunschweig 2010, ISBN 978-3-89288-194-0.

[5] Wathling. K.-D.: Umsetzung der europäischen Brandschutznormen im bauaufsichtlichen Verfahren. In: Hosser, D. (Hrsg.): Braunschweiger Brandschutz-Tage 2010, Tagungsband. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, Heft 210, Braunschweig 2010, ISBN 978-3-89288-194-0.

[6] Hosser, D. (Hrsg.): Brandschutz in Europa, Bemessung nach Eurocodes. Beuth-Kommentare, 1. Auflage 2000. Berlin, Wien: Beuth Verlag GmbH, 2000.

[7] Hosser, D., Kampmeier, B., Zehfuß, J.: Überprüfung der Anwendbarkeit von alternative Annsätzen nach Eurocode 1 Teil 1-2 zur Festlegung von Brandschutzanforderungen bei Gebäuden. Schlussbericht zum DIBt-Vor-

haben ZP 52-5-3.83-1041/03. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Braunschweig, Dezember 2004.

[8] Hosser, D., Richter, E.: Überführung von EN 1992-1-2 in EN-Norm und Bestimmung der national festzulegenden Parameter (NDP) im Nationalen Anhang zu EN 1992-1-2. Schlussbericht zum DIBt-Vorhaben ZP 52-5-7.240-1132/04. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Braunschweig, Dezember 2006.

[9] Feldmann, M., Sedlacek, G., Heinemeyer, C.: Überführung in die EN-Fassung von Eurocode 3 Teil 1-2. Schlussbericht im Auftrag des DIBt. Lehrstuhl für Stahl- und Metallbau, Aachen, Oktober 2004.

[10] Schaumann, P., Kettner, F., Ostheer, S.: Bestimmung der thermischen Materialkennwerte von Normalbeton für die brandschutztechnische Bemessung von Verbundbauteilen nach EC 4 Teil 1-2. Schlussbericht zum DIBt-Vorhaben P 32-5- 17.13-1051/03. Institut für Stahlbau, Hannover, Juli 2004.

[11] Scheer, C., Winter, S., Peter, M., Meyn, W.: Überführung in die EN-Fassung von Eurocode 5 Teil 1-2 (Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten – Allgemeine Regeln: Bemessung für den Brandfall) – Überprüfung des Sicherheitsniveaus. Forschungsbericht zum DIBt-Vorhaben. Berlin, Februar 2005.

[12] Hosser, D., Weilert, A., Klinzman, C., Schnetgöke, R., Albrecht, C.: Erarbeitung eines Sicherheitskonzeptes für die brandschutztechnische Bemessung unter Anwendung von Ingenieurmethoden gemäß Eurocode 1 Teil 1-2 (Sicherheitskonzept zur Brandschutzbemessung). Schlussbericht zum DIBt-Forschungsvorhaben ZP 52-5-4.168-1239/07. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Braunschweig, November 2008.

[13] Hosser, D. (Hrsg.): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes. Technischer Bericht vfdb TB 04/01, 1. Auflage Mai 2006. Altenberge, Braunschweig: vfdb, 2006.

[14] Richter, E.: Brandschutzbemessung von schlanken Stahlbetonstützen - Vergleich DIN 4102 Teil 4 und Teil 22 mit Eurocode 2 Teil 1-2. In: Braunschweiger Brandschutz-Tage '07, 26. und 27. September 2007 in Braunschweig; Tagungsband. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Heft 199, Braunschweig, 2007.

[15] Hosser, D., Richter, E., Hollmann, D.: Entwicklung eines vereinfachten Rechenverfahrens zum Nachweis des konstruktiven Brandschutzes bei Stahlbeton-Kragstützen. Schlussbericht zum DAfStb-Sonderforschungsvorhaben S 008. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Braunschweig, November 2008.

UMSETZUNG DER EUROPÄISCHEN BRANDSCHUTZNORMEN IM BAUAUFSICHTLICHEN VERFAHREN

Klaus-Dieter Wathling
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Oberste Bauaufsicht, Berlin

EINLEITUNG

Dieser Beitrag befasst sich mit der bauaufsichtlichen Umsetzung der nachfolgend aufgeführten europäischen Brandschutznormen, und zwar der technischen Regeln zur Brandeinwirkung

- DIN EN 1991-1-2: 2003-09 Brandeinwirkungen auf Tragwerke – EC 1
- DIN EN 1991-1-2 Berichtigung 1: 2009-09
- DIN EN 1991-1-2/NA: 2010-xx Nationaler Anhang

und den baustoffbezogenen Normteilen

- DIN EN 1992-1-2: 2006-10 Stahlbeton- und Spannbetontragwerke, Tragwerksbemessung für den Brandfall – EC 2
- DIN EN 1992-1-2 Berichtigung 1: 2009-01
- DIN EN 1992-1-2/NA: 2010-xx Nationaler Anhang
- DIN EN 1993-1-2: 2006-10 Stahlbauten, Tragwerksbemessung für den Brandfall – EC 3
- DIN EN 1993-1-2 Berichtigung 1: 2009-05
- DIN EN 1993-1-2/NA: 2010-xx Nationaler Anhang
- DIN EN 1994-1-2: 2006-11 Verbundtragwerke aus Stahl und Beton, Tragwerksbemessung für den Brandfall – EC 4
- DIN EN 1994-1-2 Berichtigung 1: 2008-11
- DIN EN 1994-1-2/NA: 2010-xx Nationaler Anhang
- DIN EN 1995-1-2: 2006-10 Holzbauten, Tragwerksbemessung für den Brandfall – EC 5
- DIN EN 1995-1-2 Berichtigung 1: 2009-09
- DIN EN 1995-1-2/NA: 2010-xx Nationaler Anhang

Zur besseren Handhabung dieser EC-Brandschutzteile beabsichtigt der Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, zum Jahresende 2010 zusammen mit den Nationalen Anhängen konsolidierte Fassungen der Normen zu veröffentlichen, in denen sämtliche Berichtigungen eingearbeitet sind.

Auf die Brandschutzbemessung von Aluminiumbauteilen nach DIN EN 1999-1-2 wird aufgrund der geringen Bedeutung in diesem Beitrag nicht eingegangen, ebenso wenig auf die Brandschutzbemessung von Mauerwerksbauteilen, da die endgültigen europäischen Normteile des EC 6 noch nicht vorliegen.

Für die oben genannten EC-Brandschutzteile müssen bauaufsichtliche Anwendungsfestlegungen getroffen werden, die nicht Inhalt der Nationalen Anhänge sein können. In den Nationalen Anhängen werden nur zu den Stellen des EC-Brandschutzteils, die in der Norm selbst für nationale Festlegungen vorgesehen sind, die für Deutschland maßgebenden Festlegungen getroffen. Insbesondere auch aufgrund der Möglichkeit, künftig Brandeinwirkungen nutzungsabhängig festlegen zu können, d. h. Ansatz von Naturbrandmodellen anstelle des pauschalen, nutzungsunabhängigen Ansatzes der Brandbeanspruchung nach der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK nach DIN 4102-2 bzw. DIN EN 1363-1), sind bauaufsichtliche Verfahrensfestlegungen erforderlich, die zusammen mit den EC-Brandschutzteilen als Technische Baubestimmungen bekannt zu machen sind, damit die Anforderungen des Brandschutzkonzepts der Musterbauordnung – MBO [1] erfüllt werden können.

BRANDSCHUTZKONZEPT DER MUSTERBAUORDNUNG

Die bauordnungsrechtlichen Grundanforderungen nach § 3 MBO - Wahrung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung – werden in Hinblick auf die Standsicherheit in § 12 MBO und den vorbeugenden Brandschutz in § 14 MBO konkretisiert. Danach müssen bauliche Anlagen im Ganzen und in ihren Teilen für sich allein standsicher sein, das gilt auch unter Brandeinwirkung. Außerdem müssen bauliche Anlagen so angeordnet, errichtet, geändert und instand gehalten werden, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch – das wird unter Brandausbreitung verstanden – vorgebeugt wird und dass bei einem Brand die Rettung der Nutzer der baulichen Anlage sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind. Zur Erfüllung dieser Schutzziele werden in der Musterbauordnung die erforderlichen Maßnahmen des Brandschutzes festgelegt und entsprechende Anforderungen formuliert, so auch an die Feuerwiderstandsfähigkeit (und das Brandverhalten) von tragenden und aussteifenden Bauteilen der Gebäude. Die Feuerwiderstandsfähigkeit bezieht sich bei tragenden und aussteifenden Bauteilen nach § 26 Abs. 2 MBO auf deren Standsicherheit im Brandfall, bei raumabschließenden Bauteilen auf deren Widerstand gegen die Brandausbreitung (Raumabschlusses und Wärmedämmung gemäß DIN EN 13501-2, Abschnitt 5.2). Die Anforderungen feuerbeständig, hochfeuerhemmend und feuerhemmend sind über die Tabellen der Bauregelliste A Teil 1, Anlage 01 [2] den deutschen Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 bzw. den europäischen Feuerwiderstandsklassen nach DIN EN 13501-2 zugeordnet, denen die ETK-Brandbeanspruchung zugrunde liegt. Das gleiche gilt für die sog. geregelten Sonderbauten, für die Muster-Vorschriften und somit Brandschutzkonzeptionen, z. B. für Versammlungs- und Verkaufsstätten, Industriebauten und Hochhäuser, erarbeitet worden sind, in denen Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen gestellt werden.

MUSTER-LISTE DER TECHNISCHEN BAUBESTIMMUNGEN

Für die Bemessung von feuerwiderstandsfähigen Bauteilen bedarf es technischer Regeln, die für geregelte Bauarten im Sinne des § 21 Abs. 1 MBO als Technische Baubestimmungen bekannt gemacht werden. Handelt es sich um Bauteile nicht geregelter Bauart, können die dann erforderlichen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise (allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse oder auch Zustimmungen im Einzelfall für einzelne Bauvorhaben) Angaben zur Feuerwiderstandsfähigkeit enthalten.

Als Technische Baubestimmungen werden von den Bundesländern die bauaufsichtlich zu beachtenden technischen Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile eingeführt, die zur Erfüllung der Grundanforderungen des Bauordnungsrechts unerlässlich sind. Neben diesem Kernbestand technischer Regeln kann aber auch auf nicht eingeführte technische Regeln zurück gegriffen werden, sofern es sich dabei um allgemein anerkannte Regeln der Technik handelt. Die Einführung der Technischen Baubestimmungen geschieht in den Bundesländern auf der Grundlage einer Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen [3], die von der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz erarbeitet und zurzeit zweimal jährlich fortgeschrieben wird. Technische Baubestimmungen sind allgemein verbindlich, da sie nach den Landesbauordnungen beachtet werden müssen.

Von Technischen Baubestimmungen kann aber auch abgewichen werden. Diese Abweichung bedarf keiner behördlichen Entscheidung, weil sie ausdrücklich nur unter der Bedingung zulässig ist, dass die allgemeinen Anforderungen des § 3 Abs. 1 MBO „in gleichem Maße erfüllt" werden. Es handelt sich hierbei um die Abweichung von einer durch die Technische Baubestimmung vorgegebenen Planungsgrundlage oder der Art der Bemessung bzw. Ausführung, nicht jedoch um die Abweichung von einem durch die Bauordnung oder eine Rechtsverordnung verlangten Anforderungsprofil. Eine Begründung oder ein „Nachweis" über die Art der Abweichung oder über die Einhaltung des vorgegebenen Anforderungsniveaus ist in der Musterbauordnung nicht formalisiert. Das bedeutet, dass Planende und Bauausführende im Rahmen ihres Wirkungskreises die Verantwortung dafür tragen, ob mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die bauordnungsrechtlichen Anforderungen erfüllt werden. Aussagen dazu müssen im Fall der Inanspruchnahme von Abweichungen von Technischen Baubestimmungen in bautechnischen Nachweisen gemacht werden. Mit bautechnischen Nachweisen nach § 66 Abs. 1 MBO ist die Einhaltung der Anforderungen an die Standsicherheit, den Brand-, Schall-, Wärme- und Erschütterungsschutz nachzuweisen. Unterliegen Standsicherheits- oder Brandschutznachweise gemäß § 66 Abs. 3 MBO dem „4-Augen-Prinzip“ und müssen daher bauaufsichtlich geprüft oder durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt werden, wird die Bauaufsichtbehörde (bzw. der in ihrem Auftrag tätige Prüfingenieur) oder der Prüfsachverständige eine andere technische Lösung in Hinblick auf die Erfüllung der bauordnungsrechtlichen Anforderungen auf einem anderen, alternativen Weg überprüfen [4].

Die Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen Teil I enthält derzeit in Abschnitt 3 „Technische Regeln zum Brandschutz“ die Bemessungsnormen DIN 4102-4 und DIN 4102-22 (als Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Basis von Teilsicherheitsbeiwerten) sowie die EC-Brandschutzteile in der Fassung als ENV-Vornormen einschließlich der Nationalen Anwendungsdokumente (NAD), die alternativ zu DIN 4102-4 bzw. DIN 4102-22 für die Bemessung der Standsicherheit tragender Bauteile im Brandfall angewendet werden dürfen.

Es ist beabsichtigt, alle neuen europäischen Bemessungsnormen als Technische Baubestimmungen einschließlich der oben aufgeführten EC-Brandschutzteile bekannt zu machen, ebenso die europäischen Einwirkungsnormen einschließlich des Normteils Brandeinwirkungen. Es konnte nämlich im Rahmen öffentlich geförderter Forschungsvorhaben [5] durch umfangreiche Vergleichsrechnungen nachgewiesen werden, dass das bisherige deutsche Sicherheitsniveau bei der Bemessung der Standsicherheit tragender Bauteile im Brandfall auch künftig bei Anwendung der EC-Brandschutzteile zusammen mit den Nationalen Anhängen (NA) gewahrt bleibt.

Die Aufnahme in die Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen kann jedoch erst erfolgen, wenn sämtliche Nationalen Anhänge als DIN-Normen veröffentlicht sind. In der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz ist beschlossen worden, die Anwendung der europäischen Bemessungsnormen im Vorgriff auf die Einführung dieser technischen Regeln bereits zu Beginn des Jahres 2011 zu ermöglichen. Dazu werden Informationen an die Fachkreise und Verbände gegeben und im amtlichen Teil der DIBt Mitteilungen [6] veröffentlicht, in denen auch die bei der Anwendung der europäischen Bemessungsnormen einzuhaltenden Bedingungen formuliert werden.

Auch für die EC-Brandschutzteile sind bauaufsichtliche Anwendungsfestlegungen einzuhalten, damit die europäischen Bemessungsverfahren als gleichwertige technische Lösung angewendet werden dürfen. Diese Festlegungen werden künftig in der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen Teil I als Anlagen zu den EC-Brandschutzteilen formuliert, die ebenso als Technische Baubestimmungen zu beachten sind.

BAUAUFSICHTLICHE ANWENDUNGSFESTLEGUNGEN FÜR DIE TRAGWERKSBEMESSUNG IM BRANDFALL

Bei der Anwendung des Brandeinwirkungsteils EC 1 und der jeweiligen Bemessungsverfahren der baustoffbezogenen Normteile (EC 2 bis EC 5), die als Nachweisverfahren der Stufen 1 bis 3 unterschieden werden können, müssen die nachfolgend zusammengefassten bauaufsichtlichen Festlegungen beachtet werden.

Brandeinwirkungen

Zum Nachweis der bauaufsichtlichen Anforderungen feuerbeständig, hochfeuerhemmend und feuerhemmend ist standardmäßig als Brandeinwirkung die ETK-Brandbeanspruchung – als im Sinne einer festgelegten Vorgabe heranzuziehende nominelle Brandkurve (gemäß EC 1 Abschnitt 3.2.1) – für die Bemessung der Feuerwiderstandsfähigkeit anzunehmen. Soll die Bemessung jedoch aufgrund leistungsabhängiger Festlegungen erfolgen, sind Naturbrandmodelle, d. h. vereinfachte oder allgemeine Brandmodelle nach EC 1 Abschnitt 3.3.1 und 3.3.2 für einen „realen Brand“ zu wählen; für die Beschreibung dieser Brandeinwirkungen gilt künftig für Deutschland das sog. Sicherheitskonzept, das als Anhang BB „Eingangsdaten für die Anwendung von Naturbrandmodellen“ im Nationalen Anhang zu EC 1 verankert ist.

Mit dem Vorliegen dieses übergreifenden Sicherheitskonzeptes für die Bemessung von Bauteilen und Tragwerken unter Brandeinwirkung von Bauwerken unterschiedlichster Bauweisen und Nutzungen, das das Zusammenwirken der baulichen, anlagentechnischen und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen in einem Gesamtsystem und den Ausfall einzelner Maßnahmen berücksichtigt, können nunmehr allgemeine Bemessungsverfahren regelmäßig für den Nachweis der Standsicherheit im Brandfall insbesondere bei Sonderbauten angewendet werden.

Bereits heute sind brandschutztechnische Bemessungen auf der Grundlage von Naturbrandszenarien bei großen Sonderbauten oder Gebäuden besonderer Bauart, beispielsweise bei Atrien üblich, allerdings ohne dass diesen ein genormtes, allgemein verbindliches Sicherheitskonzept zugrunde liegt. Für Industriegebäude enthält Anhang BB jedoch keine Angaben zu Durchschnittswerten der Brandlastdichte, Wärmefreisetzungsrate und Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden, da die Werte stark von der speziellen Nutzung abhängen. Bauliche Brandschutzmaßnahmen in Industriegebäuden sind in der Regel nach der Muster-Industriebaurichtlinie [7], ggf. in Verbindung mit DIN 18230, zu bemessen.

Im Brandschutznachweis als bautechnischer Nachweis nach § 66 Abs. 2 MBO muss die Wahl der Brandeinwirkungen dokumentiert sein, bei Anwendung von Naturbrandmodellen müssen die Eingangsdaten entsprechend Anhang BB gewählt und begründet werden. Als wesentliche Größe ist der Bemessungswert der Brandlastdichte zu ermitteln. Sie dient als Eingangswert für die Bemessung der Standsicherheit der tragenden Bauteile im Brandfall, die mit dem Standsicherheitsnachweis als weiterem bautechnischem Nachweis nach § 66 Abs. 2 MBO erfolgt. Bei Anwendung von Naturbrandmodellen muss die Ermittlung der Einflussgrößen der Brandeinwirkung von einem Prüfingenieur/ Prüfsachverständigen für Brandschutz auf Richtigkeit überprüft werden.

Werden Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit von tragenden Bauteilen in der MBO oder aufgrund der MBO erlassenen Vorschriften gestellt, bedarf die Anwendung von Naturbrandmodellen zudem der Zulassung einer

Abweichung nach § 67 MBO, da – wie bereits oben ausgeführt – die Anforderungen feuerbeständig, hochfeuerhemmend und feuerhemmend mit Feuerwiderstandsklassen verknüpft sind, denen die ETK-Brandbeanspruchung zugrunde liegt. Das bedeutet, dass der Bauherr bei der zuständigen Bauaufsichtsbehörde entsprechend der Landesbauordnung einen Abweichungsantrag stellen muss. Im Abweichungsbescheid kann – unter Hinweis auf die generelle Festlegung – gefordert werden, dass die Ermittlung der Einflussgrößen der Brandeinwirkung unter Beachtung von Anhang BB vom Prüfingenieur/Prüfsachverständigen für Brandschutz auf Richtigkeit zu überprüfen ist.

Allgemeine Bemessungsverfahren (Nachweisverfahren der Stufe 3)

Die Vorteile allgemeiner Bemessungsverfahren der baustoffbezogenen EC-Brandschutzteile (EC 2 bis EC 5) ergeben sich insbesondere im Zusammenhang mit der Anwendung von Naturbrandmodellen; allgemeinen Bemessungsverfahren kann aber auch die ETK-Brandbeanspruchung zugrunde liegen.

Werden allgemeine Bemessungsverfahren zum Nachweis der Standsicherheit im Brandfall, d. h. zur Bemessung von Bauteilen und Tragwerken unter Brandeinwirkung angewendet, müssen die Nachweise grundsätzlich von einem dafür qualifizierten Prüfingenieur/ Prüfsachverständigen für Standsicherheit geprüft werden. Aufgrund dieser Notwendigkeit muss auch die Musterbauvorlagenverordnung in Anlage 2 „Kriterienkatalog nach § 14 Abs. 3“ [8] dahin gehend ergänzt werden, dass Allgemeine Bemessungsverfahren zum Nachweis der Standsicherheit unter Brandeinwirkung nicht angewendet werden. Denn bei Einhaltung dieses Kriterienkatalogs ist nach den Regelungen des § 66 Abs. 3 MBO die Prüfung des Standsicherheitsnachweises bei Gebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3 nicht erforderlich. Mit der Ergänzung des Kriterienkatalogs wird sichergestellt, dass bei Anwendung von Nachweisverfahren der Stufe 3 jeder Standsicherheitsnachweis – einschließlich des Bestandteils Nachweis der Standsicherheit im Brandfall – dem „4-Augen-Prinzip“ unterworfen wird.

Damit der Prüfingenieur/Prüfsachverständige für Standsicherheit die mit einem allgemeinen Bemessungsverfahren gewonnenen Ergebnisse überprüfen kann, ist es notwendig, dass eine Dokumentation „Prüfung und Validierung von Rechenprogrammen für Brandschutznachweise mittels allgemeiner Rechenverfahren“ gemäß Anhang CC des Nationalen Anhangs zu EC 1 zusammen mit den Bemessungen der Feuerwiderstandsfähigkeit vorgelegt wird. Mit diesem Anhang soll die Anwendbarkeit der verschiedenen Programme für eine ingenieurmäßige brandschutztechnische Bemessung von Bauteilen und Tragwerken anhand einer hinreichenden Anzahl von Validierungsbeispielen überprüft werden. Jeder Ersteller eines Rechenprogramms hat seine Berechnungen der Beispiele und die erzielten Ergebnisse zu dokumentieren; die Abweichungen von den Ergebnissen der Muster-Berechnungen dürfen dabei die in Anhang CC angegebenen Toleranzen nicht überschreiten.

Keiner weiteren bauaufsichtlichen Anwendungsfestlegungen bedarf es hingegen bei der Anwendung der Nachweisverfahren der Stufen 1 und 2 der baustoffbezogenen EC-Brandschutzteile (EC 2 bis EC 5):

Tabellierte Werte (Nachweisverfahren der Stufe 1)

Die Anwendung anerkannter Bemessungsergebnisse für die Tragwerksbemessung im Brandfall ist nach den EC-Brandschutzteilen EC 2 und EC 4 nur für bestimmte Bauteile aus Stahlbeton bzw. für Verbundbauteile möglich. Die Tabellen entsprechen im Wesentlichen denen der DIN 4102-4. In den Tabellen nach EC 2, Abschnitt 5 bzw. nach EC 4, Abschnitt 4.1 werden die Bauteile den Feuerwiderstandsklassen R 30, R 60, R 90, ... nach DIN EN 13501-2 zugeordnet. Grundlage der Tabellen ist die ETK-Brandbeanspruchung.

Der Nachweis der Feuerwiderstandsfähigkeit, d. h. der Nachweis der ausreichenden Standsicherheit der tragenden Bauteile im Brandfall, erfolgt im Standsicherheitsnachweis und kann – sofern eine bauaufsichtliche Prüfung gemäß § 66 Abs. 3 Satz 1 MBO gefordert ist – durch den Prüfingenieur/Prüfsachverständigen für Standsicherheit problemlos geprüft werden.

Vereinfachte Rechenverfahren (Nachweisverfahren der Stufe 2)

Mit vereinfachten Rechenverfahren aufgestellte Tragwerksbemessungen können – sofern eine bauaufsichtliche Prüfung gemäß § 66 Abs. 3 Satz 1 MBO gefordert ist – durch Prüfingenieure/Prüfsachverständige für Standsicherheit dann geprüft werden, wenn diese entsprechende Weiterbildungen absolviert haben, die von der Bundesvereinigung der Prüfingenieure für Bautechnik – BVPI durchgeführt werden. Es ist jedoch anders als bei Anwendung allgemeiner Rechenverfahren unproblematisch, wenn bei Anwendung vereinfachter Bemessungsverfahren der Standsicherheitsnachweis – ei-schließlich des Bestandteils Nachweis der Standsicherheit im Brandfall – von Gebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3 nicht geprüft wird.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Beschluss zur Aufnahme der EC-Brandschutzteile in die Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen kann erst dann getroffen werden, wenn alle Nationalen Anhänge als DIN-Normen veröffentlicht sind, was zum Jahresende 2010 zu erwarten ist. Nach Abschluss des Notifizierungsverfahrens bei der Europäischen Kommission werden die Bundesländer diese Muster-Liste bekannt machen und damit die EC-Brandschutzteile als Technische Baubestimmungen einführen. Bis zu diesem Zeitpunkt können die EC-Brandschutzteile im Sinne einer gleichwertigen Lösung nach § 3 Abs. 3 MBO zu den derzeit als Technische Baubestimmungen eingeführten Brandschutzbemessungsnormen angewendet werden. Dabei sind allerdings die dargestellten bauaufsichtlichen Festlegungen bei der Anwendung zu beachten, die den entsprechenden Veröf-

fentlichungen der Bauministerkonferenz zu entnehmen sind und die künftig in Form von den Technischen Baubestimmungen zugeordneten Anlagen bauaufsichtlich eingeführt werden.

LITERATURHINWEISE

[1] Musterbauordnung – MBO – Fassung November 2002 *)

[2] Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C - Ausgabe 2010/1 -, DIBt Mitteilungen, Sonderheft Nr. 39 vom 30. Juni 2010. Berlin: Verlag Ernst & Sohn

[3] Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen, Fassung September 2009 *)

[4] Wathling, K.-D.: Bauaufsichtliche Behandlung von Abweichungen. In: Hosser, D (Hrsg.): Braunschweiger-Brandschutztage 2008, Tagungsband. Braunschweig: Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Heft 202

[5] Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB www.baufachinformation.de

[6] DIBt Mitteilungen. Berlin: Verlag Ernst & Sohn

[7] Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie), Fassung März 2000 *)

[8] Muster einer Verordnung über Bauvorlagen und bauaufsichtliche Anzeigen (Musterbauvorlagenverordnung), Fassung Februar 2007 *)

*) veröffentlicht im Informationssystem der Bauministerkonferenz „is-argebau“, www.bauministerkonferenz.de

SITZUNG 3

BRANDSCHUTZKONZEPTE
FÜR SONDERBAUTEN

Sitzungsleitung: U. Schneider, Wien

AIRRAIL-CENTER-FRANKFURT – EIN 660M „LANGES“ HOCHHAUS

Eckhard Hagen, Jens Upmeyer
Hagen – Ingenieurgesellschaft für Brandschutz, Kleve

EINLEITUNG

Am Flughafen Frankfurt am Main wird auf dem bestehenden ICE-Bahnhof „Frankfurt am Main Flughafen Fern“ der Deutschen Bahn das neungeschossige „AIRRAIL-Center-Frankfurt“ errichtet. Seit Juli 2010 wird das Gebäude „The Squaire Frankfurt“ genannt. Es handelt sich um ein multifunktionales Gebäude mit Bürobereichen, Läden und Gastronomie-, Hotel- und Garagen- sowie Veranstaltungsbereichen. Dieses multifunktionale Gebäude wird bei laufendem Bahnbetrieb oberhalb eines ICE-Bahnhofes errichtet.

Die brandschutztechnische Bewertung des Gebäudes erfolgte auf der Grundlage der Muster-Hochhausrichtlinie (MHHR) aus dem Jahr 2008 unter Berücksichtigung der Bauordnung des Landes Hessen (HBO) und weiterer relevanter Sonderbauvorschriften.

Das Tragwerk des Gebäudes besteht aus Stahl- und Betonbauteilen. Diese Bauteile erfüllen die Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F 90. ICE-Bahnhof und Airrail-Center werden durch die „Bestandsplatte“, eine Stahlbetondecke in der Qualität F 120, horizontal voneinander getrennt. In den Großgaragen und im Dachgeschoss wird der Brandschutz der Stahlträger und -stützen für die Feuerwiderstandsklasse F 90 in vielen Bereichen durch ein reaktives Brandschutzsystem hergestellt. Die Regelbauteile wurden nach vorliegendem Verwendbarkeitsnachweis für das reaktive Brandschutzsystem beschichtet. Für besondere Detailausbildungen wurden gutachterliche Stellungnahmen angefertigt und für einen Sonderfall wurde ein Brandversuch durchgeführt.

Die Rettungswege in dem Gebäude werden auf der Grundlage der HBO und der MHHR realisiert. Sie führen in dem Gebäude zu 32 Sicherheitstreppenräumen. Für den Löschangriff der Feuerwehr stehen 16 Feuerwehraufzüge im Gebäude und 8 Feuerwehraufzüge außerhalb des Gebäudes im Freien zur Verfügung. Eine Regel-Treppenraum-Situation beinhaltet jeweils einen Sicherheitstreppenraum und zwei Aufzüge, von denen, wenn erforderlich, einer ein Feuerwehraufzug ist. Beide Bereiche (Sicherheitstreppenraum und Feuerwehraufzug) werden über eine gemeinsame „Sicherheitsschleuse“ erschlossen – dies ist eine Sonderlösung im Sinne der baurechtlichen Regelwerke.

Die Entrauchung der Atrien und der Großgaragen des Gebäudes erfolgt maschinell. Die Anlagen wurden mit Hilfe von Brandsimulationsrechnungen mit einem Feldmodell dimensioniert, die auf Modellversuche aufsetzen.

Im vorliegenden Beitrag werden die Eckpunkte des Brandschutzkonzeptes für das 660 m lange Gebäude vorgestellt.

BESONDERHEITEN DES BRANDSCHUTZKONZEPTES

Gebäudestruktur

Der ICE-Bahnhof am Frankfurter Flughafen befindet sich unterhalb der „Bestandsplatte“ aus Stahlbeton (Ebenen 01 und 02). Die Lasten der Bestandsplatte werden von den „Fischbauchträgern“ als Stahlfachwerk stützenfrei zu den „schrägen Stützen“ im ICE-Bahnhof abgetragen (vgl. Bild 1 oben).

Das AIRRAIL-Center wird auf die Bestandsplatte oberhalb des ICE-Bahnhofs aufgesetzt. Es ist ca. 660 m lang bei einer maximalen Breite von 66 m. Das „Erdgeschoss“ des AIRRAIL-Center wird durch die Bestandsplatte über dem ICE-Bahnhof gebildet. Es handelt sich um die Ebene 03 mit einer Höhe von ca. 12,50 m oberhalb der Geländeoberfläche. Das Gebäude selbst hat eine Höhe von insgesamt ca. 44,0 m. Die höchste Nutzungseinheit befindet sich in der Ebene 11 bei ca. 41 m über Gelände.

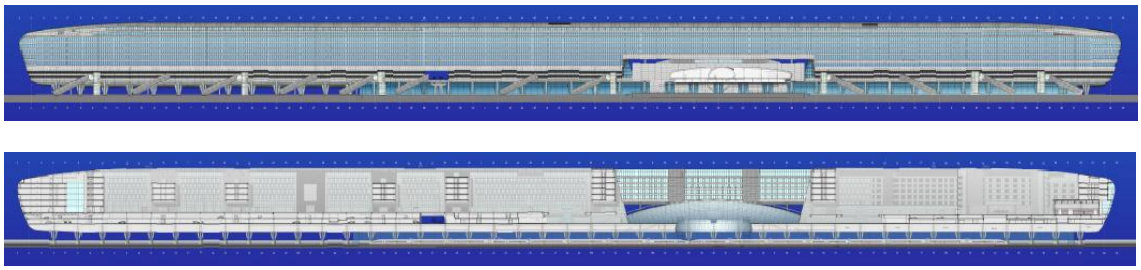


Bild 1 Ansicht von Süden (oben) und Längsschnitt durch das Atrium (unten) des AIRRAIL-Center aus [13]

Das AIRRAIL-Center ist ein Atriumgebäude (vgl. Bilder 2 und 3), bestehend aus einem südlichen und einem nördlichen Gebäuderiegel, die ab der Ebene 05 am West- bzw. Ostkopf zusammenlaufen und das Atrium umschließen. Die beiden Gebäuderiegel werden zusätzlich durch sieben „Brücken“ miteinander verbunden (vgl. Bild 1 unten).

Die Verbindung zwischen ICE-Bahnhof und AIRRAIL-Center erfolgt über das Atrium im Bereich der bestehenden „Glaskuppel“ des ICE-Bahnhofes. Zwischen beiden Bereichen sind Brandschutzabschlüsse vorgesehen. Die Glaskuppel wird von den Gebäuderiegeln ab der Ebene 07 überbaut (vgl. Bild 2 unten).

Bild 2 Grundriss der Atriumebene (Ebene 05) des AIRRAIL-Center einschließlich Übersicht der Erschließungskerne aus [13]

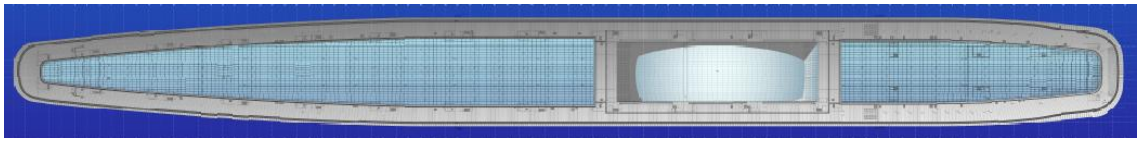


Bild 3 Dachaufsicht des AIRRAIL-Center aus [13]

Das AIRRAIL-Center wird in sechs Bauteile (Bauteil 1 im Westen bis 6 im Osten) mit einer Länge von jeweils ca. 100 m unterteilt. Bauteilgrenzen bilden in der Regel Brandwände bzw. ein Wechsel der Nutzung. Die Erschließung der sechs Bauteile erfolgt durch 32 innenliegende Sicherheitstreppenräume (vgl. Bild 2), die die Ebenen 03 und 11 miteinander verbinden. In der Ebene 03 befinden sich die Ausgänge ins Freie. An der Südseite führen die Sicherheitstreppenräume zu Ausgängen in der Ebene 03 und von dort zu Stahlaußentreppen, die bis auf die Ebene 01 führen. An der Nordseite führen die Ausgänge in der Ebene 03 auf die „nördliche Andienstraße“ (vgl. Bild 2), die parallel zum Gebäude und teilweise innerhalb des Gebäudes verläuft. Von der „nördlichen Andienstraße“ werden Außentreppen erreicht, die bis zur Ebene 01 führen. Die Rettungswege aus dem ICE-Bahnhof und dem AIRRAIL-Center beeinflussen sich nicht. Der Abstand zwischen den Treppenräumen beträgt etwa 45 m, so dass die Rettungswegelängen in der Regel deutlich kürzer als die baurechtlich zulässigen Rettungswegelängen sind.

Das Bild 4 zeigt eine Regel-Treppenraum-Situation („Kern“ 9). Die „Kerne“ beinhalten jeweils den Sicherheitstreppenraum, die Aufzüge - ggf. mit Feuerwehraufzug - und die dazwischen angeordnete „Sicherheitsschleuse“ mit einem davor gelagerten notwendigen Flur.

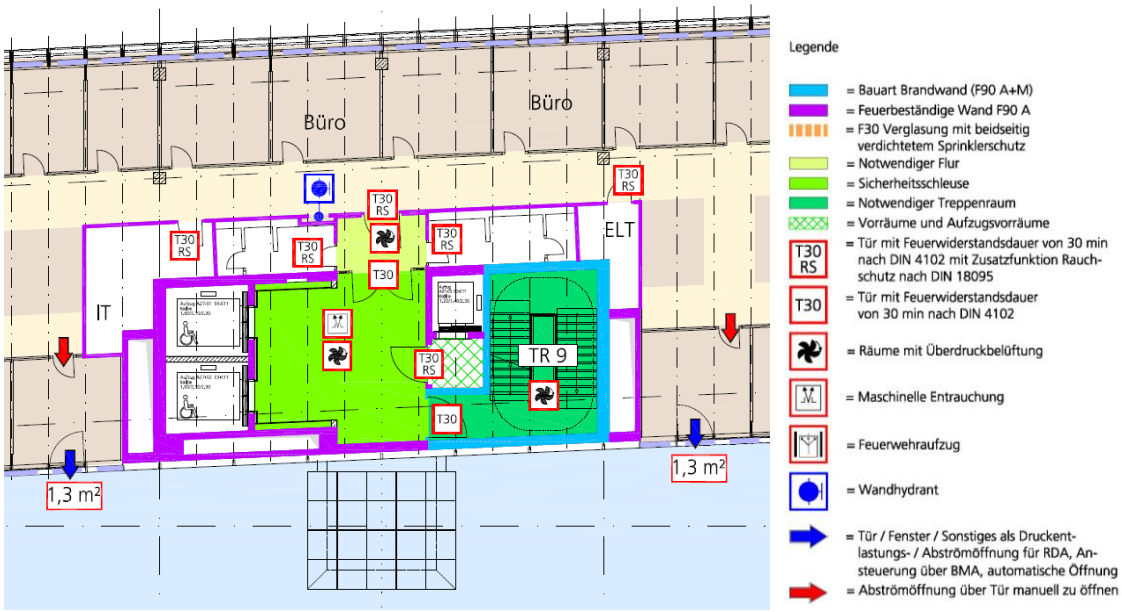


Bild 4 Regel-Treppenraum-Situation (Kern 9 in Ebene 06) aus [1]

Das Gebäude wird ab der Ebene 05 durch Brandwände in Brandabschnitte unterteilt. Das Tragwerk besteht aus Stahl (bekleidet) und Stahlbeton. Die Tren¬nung der Bereiche „ICE-Bahnhof“ und „AIRRAIL-Center Frankfurt“ erfolgt hori¬zontal über der Ebene 02 durch die Bestandsplatte aus Stahlbeton in der Qualität F 120.

Nutzung

Die Nutzung des Gebäudes ist multifunktional. Ebene 01 wird als Verkehrsanlage (ICE-Bahnhof) genutzt. In Ebene 02 befinden sich Räume, die zum ICE-Bahnhof gehören und der „Fischbauch“, ein brandlastarm gehaltener Hohlraum, der durch die Stahlfachwerkträger entsteht. Die Fischbauchträger bilden die Tragkonstruktion sowohl für die Bestandsplatte als auch für das AIRRAIL-Center. In den Ebenen 03 und 04 wird das Gebäude im Wesentlichen als Großgarage genutzt. Zusätzlich sind Technik- und Lagerbereiche vorhanden. In der Ebene 05 beginnt das Atrium. An dieses Atrium grenzen Läden und Gastronomiebereiche an. Das Atrium selbst wird in Teilen als Versammlungsstätte genutzt. Im Bauteil 6 befinden sich zwei Hotels mit Konferenzräumen, Restaurant und Ballsaal. Die Bauteile 1 bis 5 werden ab der Ebene 06 im Wesentlichen durch Büro und Verwaltung genutzt. Die Bruttogeschossfläche des AIRRAIL-Center beträgt ca. 190.000 m^2. Das AIRRAIL-Center (ohne ICE-Bahnhof) ist für ca. 10.500 Personen konzipiert worden.

Baulicher Brandschutz

Die Brandschutzanforderungen an das Tragwerk des Gebäudes entsprechen der MHHR (Feuerwiderstandsklasse F 90). Zudem erfüllt die Bestandsplatte zwischen dem ICE-Bahnhof und dem AIRRAIL-Center die Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F 120.

Das Tragwerk selbst besteht sowohl aus bekleideten Stahlbauteilen als auch aus Stahlbeton. Die Unterkonstruktion der Bestandsplatte (schräge Stützen im ICE-Bahnhof und Fischbauträger) sind bekleidete Stahlkonstruktionen. Die Decken im Gebäude sind sowohl Ortbetondecken als auch Stahlverbundkonstruktionen mit deckengleichen Stahlträgern und ungeschützten unteren Flanschen. Die Decken erfüllen die Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F 90. Stützen sind sowohl bekleidete Stahlstützen als auch Stahlbetonstützen. Die Wände bestehen aus Stahlbeton, Mauerwerk und Leichtbaukonstruktionen sowohl als F 90-Wände als auch als Brandwände mit allen konstruktiven Problemen bei der Herstellung der Leichtbauwände hinsichtlich oberem Anschluss, Konsollasten, elektrischen Leitungen und sonstigen Installationen der Wände.

Als Bekleidung der tragenden Stahlkonstruktionen kamen sowohl unterschiedliche Plattenbekleidungen als auch ein reaktives Brandschutzsystem zum Einsatz. Das reaktive Brandschutzsystem wurde vor allem für Deckenträger in Garagenebenen und im Bereich der Dachkonstruktion eingesetzt. Weiterhin

wurde das Haupttragwerk der Brücken mit dem Anstrich versehen (vgl. Bild 5). Der Nachweis erfolgte über ein Gutachten einer zertifizierten Stelle.

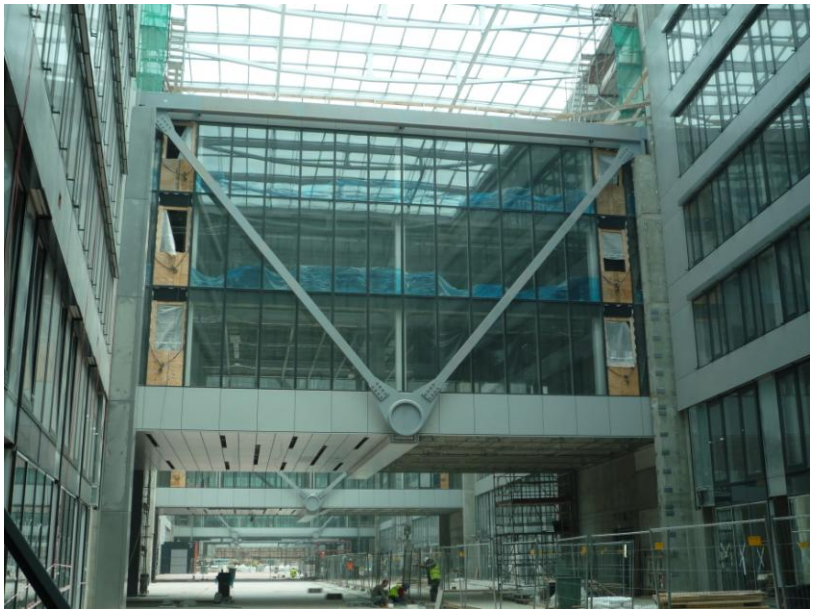


Bild 5 Stahltragwerk einer Brücke im Atrium noch ohne Brandschutzbekleidung während der Bauphase 06/2010

Anlagentechnischer Brandschutz

Das AIRRAIL-Center besitzt als sicherheitstechnische Einrichtungen eine Brandmeldeanlage mit automatischen und nichtautomatischen Brandmeldern, eine elektroakustische Alarmierungsanlage, eine flächendeckende selbsttätige Feuerlöschanlage, Sicherheitsbeleuchtungsanlagen, natürliche und maschinelle Rauchabzugsanlagen, Rauchschutz-Druck-Anlagen für alle innenliegenden Sicherheitstreppenräume und die Feuerwehraufzüge, Brandfallsteuerungen für die Aufzüge, Wandhydranten und eine Außenhydrantenanlage mit Wasserdruckerhöhungsanlagen sowie eine Gebäudefunkanlage.

Organisatorischer Brandschutz

Als organisatorische Brandschutzmaßnahme ist in dem Gebäude neben den üblichen Brandschutzmaßnahmen wie Brandschutzordnung und Flucht- und Rettungsplänen eine Hausfeuerwehr installiert, die an 365 Tagen im Jahr jeweils 24 Stunden mit einer Stärke von 1/3 (vier) vor Ort ist. Für die Hausfeuerwehr wird eine Notfall- und Serviceleitstelle eingerichtet. Die Ausbildung des Feuerwehrpersonals erfolgt in Anlehnung an die Ausbildung der freiwilligen Feuerwehr als Gruppen- bzw. Truppführer. Der Einsatz des Feuerwehrpersonals ist unterstützend für die Berufsfeuerwehr Frankfurt bis zur Rauchgrenze (keine Brandbekämpfung). Somit besitzt das Feuerwehrpersonal eine normale Dienstkleidung und keine Schutzanzüge. Zudem existiert für das Gebäude ein Sicherheitskonzept, in dem die Abläufe und Kompetenzen im Gefahrenfall ge-

regelt werden. Für den Einsatzfall sind Feuerwehrpläne vorhanden. Sowohl Hausfeuerwehr als auch Berufsfeuerwehr Frankfurt können über eine Gebäudefunkanlage miteinander kommunizieren.

SONDERLÖSUNGEN FÜR SPEZIELLE BRANDSCHUTZTECHNISCHE FRAGESTELLUNGEN

Stahlbauteile mit reaktivem Brandschutzsystem

Grundsätzlich werden alle tragenden und aussteifenden Bauteile in dem Gebäude entsprechend den Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F 90 hergestellt. Es handelt sich entweder um Stahlbetonbauteile nach DIN 4102-4 oder um Stahlbauteile mit Brandschutzbekleidung entsprechend der Verwendbarkeitsnachweise. In Teilbereichen wurde der bauliche Brandschutznachweis über Nachweise auf der Grundlage der „heißen“ Eurocodes erbracht.

In den Garagen in den Ebenen 03 und 04 sowie im Dachgeschoss in der Ebene 11 wurde die Brandschutzbekleidung in großen Bereichen mit einem reaktiven Brandschutzsystem für die Feuerwiderstandsklasse F 90 hergestellt. Die Herstellung des reaktiven Brandschutzsystems bei freiliegenden Deckenträgern erfolgte unproblematisch entsprechend dem Verwendbarkeitsnachweis. Die Ausbildung der Details, insbesondere in Anschlussbereichen von angrenzenden Bauteilen, erforderte besondere Überlegungen und Fugenausbildungen, damit das reaktive Brandschutzsystem nicht am Aufschäumen behindert wird. Sofern wiederum F 90-Bauteile unmittelbar angrenzen, wurden die Stahlbauteile komplett beschichtet und die F 90-Bauteile unmittelbar ohne besondere Maßnahmen angeschlossen. Zwischen nicht klassifizierten Bauteilen und Baustoffen wurde ein Abstand von mindestens 3 cm zur Beschichtung eingehalten, damit das reaktive Brandschutzsystem ungehindert bei Temperaturbeanspruchung aufschäumen kann.

Aus bauphysikalischen Gründen wurde in der Ebene 04 auf das reaktive Brandschutzsystem eine nichtbrennbare Dämmung der Baustoffklasse A, bestehend aus Foamglasplatten aufgebracht. Der gemäß Verwendbarkeitsnachweis erforderliche Abstand von 3 cm zum reaktiven Brandschutzsystem wurde nicht eingehalten. Zum System dieser nichtbrennbaren Dämmung gehören eine mechanische Befestigung der Dämmplatten aus Metall und ein Voranstrich bzw. Kleber auf Bitumenbasis. Die Dämmung auf dem reaktiven Brandschutzsystem widerspricht dem Verwendbarkeitsnachweis, da das Foamglas unter Temperaturbeanspruchung verharzt. Aus diesem Grund wurde ein orientierender Brandversuch an einem Trägerkurzstück an der Materialprüfanstalt der TU Braunschweig ([12]) durchgeführt. Der Versuchsaufbau ist dem Bild 6 zu entnehmen.

Bild 6 Querschnitt des Stahlträgers HEM 240 mit reaktivem Brandschutzsystem und Foamglas-Dämmung am oberen Flansch vor dem Brandversuch

Bild 7 zeigt das Trägerkurzstück nach dem Brandversuch. Der Trägerabschnitt wurde im Brandversuch nach DIN 4102-2 einer dreiseitigen Beflammung unter Einheits-Temperaturzeitkurve ausgesetzt. Im Brandversuch wurde festgestellt, dass das Foamglas auf den beschichteten Flanschen zum Teil geschmolzen war und mit dem aufgeschäumten reaktiven Brandschutzsystem eine feste Kruste bildete. Das reaktive Brandschutzsystem war unter dem Foamglas am Steg und am unteren Flansch vollständig aufgeschäumt. Unter dem Gemisch aus Foamglas und reaktivem Brandschutzsystem betrug die maximale Stahltemperatur am oberen Flansch nach 90 Minuten etwa 300 °C. Die Bauteiltemperatur unterhalb des reaktiven Brandschutzsystems ohne Foamglas lag bei etwa 500° C.

Bild 7 Ansicht des Stahlträgers HEM 240 mit reaktivem Brandschutzsystem und Foamglas-Dämmung am oberen Flansch nach dem Brandversuch unter 90 Minuten Einheitstemperaturzeitkurven-Beanspruchung aus [12]

Somit wurde im Brandversuch festgestellt, dass die beschichteten Stahlträger mit einer Dämmung bestehend aus Foamglas mit Bitumenkleber und mechanischer Befestigung von mindestens 35 mm auf dem reaktiven Brandschutzsystem und ansonsten unter Einhaltung der Randbedingungen des Verwendbarkeitsnachweises weiterhin eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten aufweisen. Eine ggf. vorhandene Spachtelung oder ein Putz auf dem Foamglas verbessern das Brandverhalten nochmals.

Vorräume für Sicherheitstreppenräume und Feuerwehraufzüge

Die Bilder 8 und 9 zeigen eine Regel-Treppenraum-Situation mit Sicherheitstreppenraum und Feuerwehraufzug jeweils für das AIRRAIL-Center (Bild 8 oben) und entsprechend den Anforderungen der MHHR (Bild 8 unten). Vor Sicherheitstreppenraum und Feuerwehraufzug existiert im AIRRAIL-Center die „Sicherheitsschleuse“ als gemeinsamer Vorraum für Feuerwehraufzug und Treppenraum.

Die MHHR fordert vor Sicherheitstreppenräumen und Feuerwehraufzügen Vorräume, die Öffnungen ausschließlich zum Sicherheitstreppenraum oder zu notwendigen Fluren haben. Weiterhin werden geometrische Randbedingungen für die Vorräume von Feuerwehraufzügen (mindestens 6 m² Grundfläche, Abstand zwischen Fahrschachttür und Tür zum notwendigen Flur von mindestens 3 m) sowie die Vorräume der Sicherheitstreppenräume (Abstand der Tür des Sicherheitstreppenraums zu anderen Türen mindesten 3 m) vorgegeben. Personenaufzüge und Feuerwehraufzüge dürfen gemeinsame Vorräume haben, die als Feuerwehraufzugsvorräume entsprechend MHHR gelten.

Allerdings werden beim AIRRAIL-Center die Vorräume für den Sicherheitstreppenraum und den Feuerwehraufzug zu einem gemeinsamen Raum, der sogenannten „Sicherheitsschleuse“, zusammengelegt. Die Feuerwehraufzugsvorräume werden von den Vorräumen für die Sicherheitstreppenräume nicht entsprechend MHHR durch Wände in der Qualität F 90-A+M (Bauart Brandwand) abgetrennt. Die „Sicherheitsschleuse“ liegt damit am Fahrschacht des Feuerwehraufzugs. Über den Feuerwehraufzug sind damit die Sicherheitsschleusen über alle Geschosse miteinander verbunden (vgl. Bild 9 oben).

Diese Nichtabtrennung stellt eine Abweichung von Ziffer 4.2.8 der MHHR dar. Als Kompensation einer derartigen Abweichung muss sichergestellt werden, dass eine Brandübertragung zwischen den einzelnen Sicherheitsschleusen über die Fahrschächte der Aufzüge nicht erfolgen kann. Mögliches Brandszenario bildet ein Brand eines Aufzuges oder ein Brand in der Sicherheitsschleuse. Daher sind die Brandfälle „Aufzug“ und „Sicherheitsschleuse“ zu kompensieren. Diese Kompensation erfolgte im AIRRAIL-Center über eine zusätzliche Entrauchungsanlage in der Sicherheitsschleuse. Die Anlage wird für einen 30-fachen Luftwechsel und aufgrund der Sprinklerung für die Abführung von Kaltrauch ausgelegt. Eine vergleichbare Lösung wird in Abschnitt 7.4.2.2 des Bauprüfdienstes 5/1992 der Stadt Hamburg beschrieben.

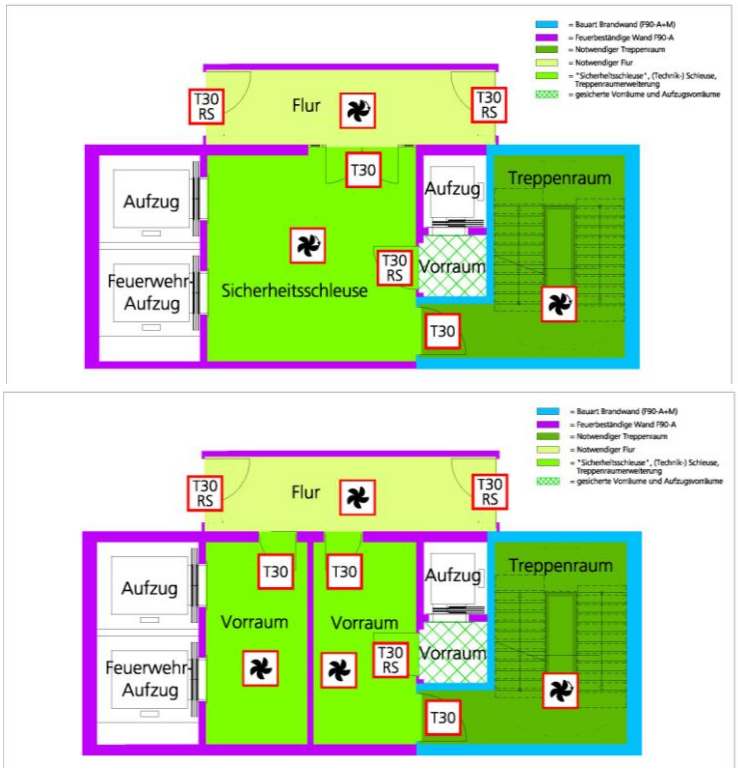


Bild 8 *Grundriss der Regel-Treppenraum-Situation (Kerne) im AIRRAIL-Center-Frankfurt (oben) und entsprechend den Anforderungen der MHHR (unten)*

Bild 9 *Schnitt durch die Regel-Treppenraum-Situation (Kerne) im AIRRAIL-Center-Frankfurt (oben) und entsprechend den Anforderungen der MHHR (unten)*

Entrauchung der Großgarage

Die Garagen im AIRRAIL Center erhalten eine Stahlrohrfassade. Durch diese Stahlrohrfassade wird der freie geometrische Querschnitt der Umfassungsbauteile etwa 18 bis 22 % betragen. Es handelt sich somit um geschlossene oberirdische Großgaragen. Entsprechend Garagenverordnung müssen geschlossene Großgaragen für den Rauch- und Wärmeabzug entweder Öffnungen ins Freie haben, die mindestens 1.000 cm² je Einstellplatz betragen und von keinem Einstellplatz mehr als 20 m entfernt sind, oder es müssen selbsttätige maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlagen angeordnet werden, die mindestens 16 m³ Abluft je Stunde und je m² Garagenfläche abführen können.

Durch Vergleichsrechnungen mit einem Feldmodell [1] wurde die Verrauchung der Großgarage simuliert. Für das Brandereignis wurde als Vergleichsquelle der Brand eines einzelnen PKWs in der gesprinklerten Garage nach vfdb-Leitfaden [3] mit einer Energiefreisetzungsrate von 2,7 MW berücksichtigt. Aufgrund der Sprinklerung der Garage wird ein Übergreifen eines Brandes auf benachbarte PKWs verhindert (vgl. [3]).

Es wurde festgestellt, dass sich bei der vorhandenen Öffnungsfläche von etwa 18 bis 22 % der Umfassungsbauteile eine fast vollständige Verrauchung der Garage nach etwa 5 Minuten einstellt. In weiteren Simulationen wurde im ersten Schritt die Öffnungsfläche der Großgarage auf bis zu 1/3 der Umfassungsbauteile vergrößert (regelkonform entsprechend Garagenverordnung). Diese Berechnungen ergaben ein unwesentlich verbessertes Ergebnis (vgl. Bild 10 oben). In einem zweiten Schritt wurde die Großgarage mit einer maschinellen Rauch- und Wärmeabzugsanlage entsprechend den Anforderungen der Garagenverordnung versehen. Auch in diesem Fall wurden keine ausreichenden Verhältnisse in der Simulation erzielt (vgl. Bild 10 unten). Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass sowohl offene als auch geschlossene Großgaragen sehr oft in kürzester Zeit verrauchen, auch wenn sie regelkonform, entsprechend den Anforderungen der Garagenverordnung, geplant sind. Ähnliche Rechenergebnisse wurden von Steinert [10] bereits 1997 veröffentlicht.

Schlussendlich erfolgt die Entrauchung der geschlossenen Großgaragen bei dem AIRRAIL-Center mittels Schubventilatoren. Die Volumenströme und die Standorte der Ventilatoren wurden mit Hilfe von Feldmodell-Simulationsrechnungen festgestellt (vgl. Bild 11).

Die Brandsimulationen der geschlossenen Großgaragen haben gezeigt, dass die Garagenverordnung hinsichtlich ihrer Anforderungen an die Rauchableitung äußerst ungünstige Bedingungen toleriert (vgl. Bild 10). Rauchfreie Schichten und rauchfreie Bereiche sind nicht zu erwarten. Durch die Schubventilatoren wird die Situation in den geschlossenen Großgaragen deutlich verbessert.

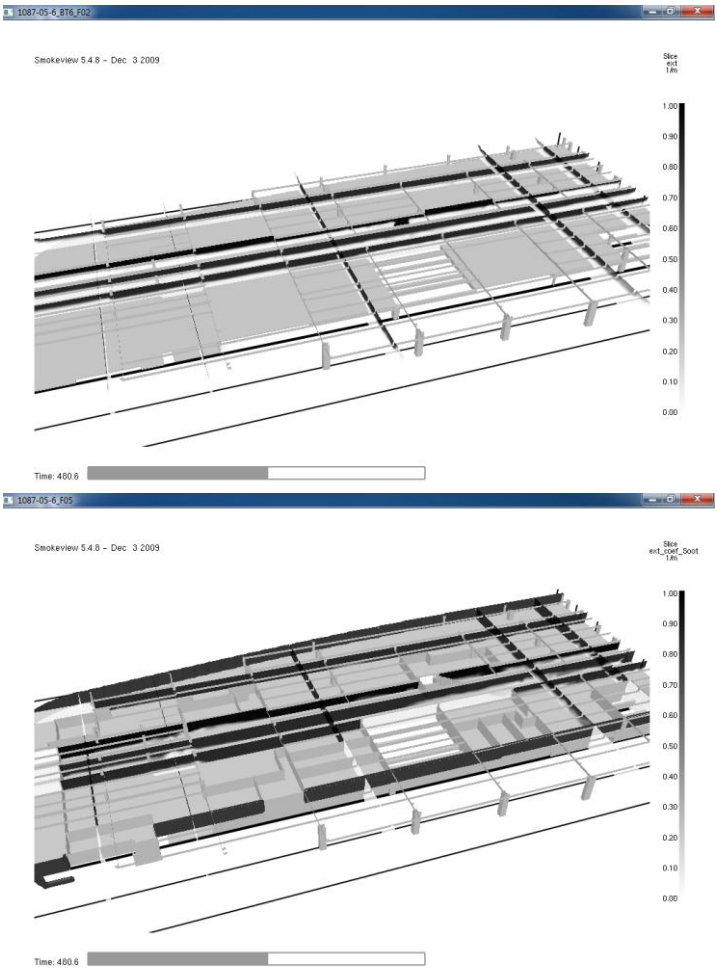


Bild 10 *Sichtweite als Ergebnis aus der Feldmodellberechnung der regelkonformen offenen Großgarage (oben) und der regelkonformen geschlossen Garage mit maschineller Rauch- und Wärmeabzugsanlage (unten) im Bauteil 6 nach 480 Sekunden für einen PKW-Brand*

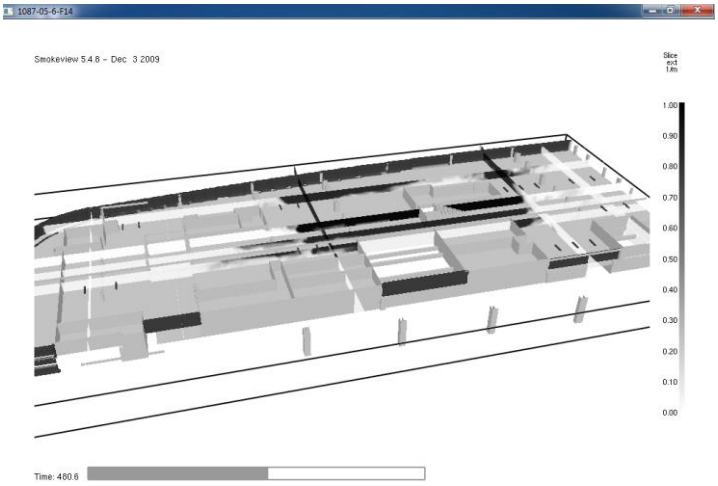


Bild 11 *Sichtweite als Ergebnis aus der Feldmodellberechnung der geschlossen Garage im Bauteil 6 mit Schubventilatoren nach 480 Sekunden für einen PKW-Brand*

Rauchableitung aus den Atrien

In dem Atrium ist eine Rauchfreihaltung erforderlich, da dieses wegen der geplanten Eventveranstaltungen der Versammlungsstättenverordnung unterliegt. Das Atrium wird aufgrund seiner Länge in Rauchabschnitte unterteilt. Die Rauchabschnittsunterteilungen werden teilweise durch die Verbindungen der Büroriegel über die Brücken baulich gewährleistet. Oberhalb der Brücke bis zum Dach sind dann entweder Verglasungen oder Rauchschutzvorhänge geplant. Die einzelnen Atrien werden über maschinelle Rauchableitungsanlagen entraucht. Die Anlagen im Atrium werden für ein Bemessungsbrandszenario von 1,5 MW ausgelegt. Dieses Brandszenario entspricht der vorgesehenen Nutzung. Im Brandfall werden je Rauchabschnitt Volumenströme von etwa 80.000 m^3/h abgeführt. Es wird im Atrium eine rauchfreie Schicht bis zur Unterkante der Brücken in der Ebene 07 (ca. 7 m) erzielt. Eine Unterströmung der Brücken wird vermieden. Angrenzende Laden- und Gastronomie-Bereiche werden zusätzlich maschinell entraucht, da sie in weiten Bereichen offen an das Atrium angebunden sind. Die Ergebnisse der Brandsimulationsrechnung sind exemplarisch Bild 12 zu entnehmen.

Bild 12 Sichtweite als Ergebnis aus der Feldmodellberechnung des Atriums mit maschineller Rauchableitung nach 900 Sekunden für das Brandszenario „Brand im Shop“

Vorüberlegungen zu den geplanten Rauchversuchen

In dem Gebäude sollen die Wirksamkeit der Entrauchungsanlagen sowohl der Garagen als auch der Atrien mittels Rauchversuchen geprüft werden. Zum Einsatz kommen soll die büroeigene Rauchmaschine „Smoke 3“. Die Leistungsfähigkeit der Rauchmaschine wird durch Kirchner in [11] beschrieben. Sie liefert definierte Energiefreisetzungsraten, die durch Messungen der TU Braunschweig bestätigt wurden (vgl. [11]).

Reale Brandszenarien werden durch Rauchmaschinen in der Regel nicht mit der gleichen Intensität hinsichtlich Energiefreisetzungsrate und Strömungsgeschwindigkeit abgebildet. Die bloßen Beobachtungen der Verrauchung im Versuch vor Ort sind nicht aussagekräftig. Daher müssen Ergebnisse aus Rauchversuchen insbesondere hinsichtlich der rauchfreien Schichten interpretiert werden. Aufgrund der definierten Energiefreisetzungsraten der Rauchmaschine „Smoke 3“ sind jedoch kalibrierte Rauchversuche möglich. Die Ergebnisse dieser Rauchversuche können aufgrund der kalibrierten Randbedingungen durch Brandsimulationsrechnungen vorausberechnet werden (vgl. Bilder 13 und 14).

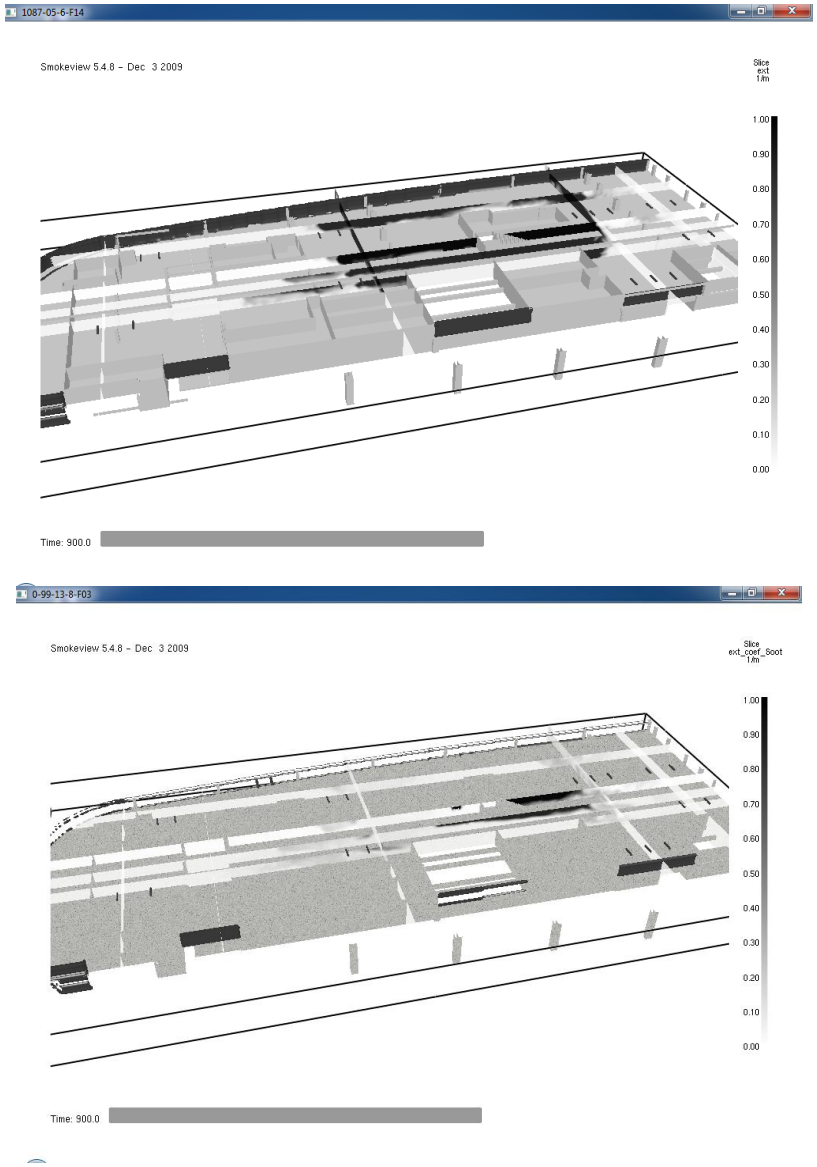


Bild 13 *Sichtweite als Ergebnis aus der Feldmodellberechnung der geschlossenen Großgarage im Bauteil 6 mit Schubventilatoren nach 900 Sekunden für das Brandszenario „PKW-Brand“ (oben) und für die Rauchmaschine „Smoke 3“ (unten) bei sonst gleichen Randbedingungen*

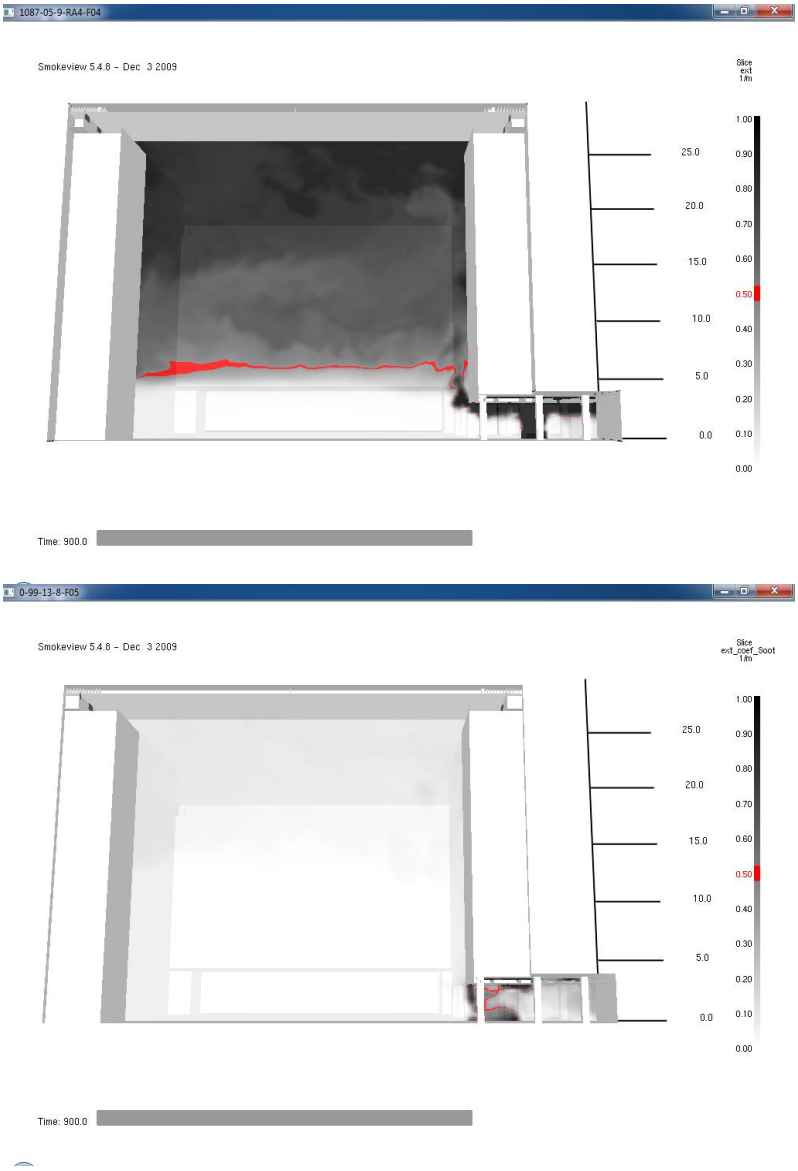


Bild 14 *Sichtweite als Ergebnis aus der Feldmodellberechnung des Atriums mit maschineller Entrauchung nach 900 Sekunden für das Brandszenario „Brand im Shop“ (links) und für die Rauchmaschine „Smoke 3“ (rechts) bei sonst gleichen Randbedingungen*

Den Bildern 13 und 14 ist zu entnehmen, dass die rauchfreien Schichten im Rauchversuch deutlich höher ausfallen werden als im realen Brandfall.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

In diesem Beitrag wird das Brandschutzkonzept für das AIRRAIL-Center-Frankfurt vorgestellt. Es handelt sich um ein niedriges Hochhaus mit extremen Längenausdehnungen im Grundriss. Insbesondere wird auf die Fragestellungen der Herstellung der Feuerwiderstandsklasse F 90 mit einer Brandschutzbeschichtung als reaktives Brandschutzsystem, die Anordnung der Vorräume für

die Sicherheitstreppenräume sowie die Entrauchung der Garagen und der Atrien eingegangen.

Abweichend von der Muster-Hochhausrichtlinie erhielten Sicherheitstreppenraum und Feuerwehraufzug einen gemeinsamen Vorraum, der als „Sicherheitsschleuse“ bezeichnet wird. Diese Sicherheitsschleuse ist aufgrund einer zusätzlichen Entrauchungsanlage für den möglichen Brandfall im Aufzug oder in der Sicherheitsschleuse gleichwertig zu den Anforderungen der Muster-Hochhausrichtlinie.

In übersichtlichen Bereichen wie der Garage oder im Dachgeschoss wird das Tragwerk aus Stahl mit einem reaktiven Brandschutzsystem versehen, das die Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F 90 erfüllt. Bei der Planung und der Realisierung von Stahlbauteilen mit reaktiven Brandschutzsystemen sind die Querschnitte selbst durch die Verwendbarkeitsnachweise abgedeckt. Für Details sind Sonderlösungen, brandschutztechnische Stellungnahmen oder Brandversuche erforderlich, um die Anforderungen der Verwendbarkeitsnachweise zu erfüllen.

Die Entrauchung der Garagen und der Atrien basieren auf Brandsimulationsrechnungen. Bei diesen Brandsimulationsrechnungen wird auf Modellversuche aufgesetzt. Schlussendlich sollen die Ergebnisse und die Auslegung der Rauchabzugsanlagen in beiden Bereichen durch Rauchversuche im Originalmaßstab überprüft werden.

Neben der Hagen Ingenieurgesellschaft für Brandschutz sind weitere Brandschutzfachingenieure aus verschiedenen Sachverständigenbüros und Materialprüfanstalten in unterschiedlichen Leistungsphasen der Planung und der Baurealisierung aufgrund der Komplexität und des Fertigstellungstermins in das Projekt eingebunden.

LITERATUR

[1] Hagen, E.; Upmeyer, J.; Schneider, S.: Brandschutzkonzept für das AIRRAIL Center Frankfurt, Kleve, 2010, (nicht veröffentlicht)

[2] Detzer, R. et al.: Abschlussbericht AIRRAIL Center Frankfurt, Entrauchungsstudie, Projekt: 06-046/2, Bericht 514: Hamburg, 2007, (nicht veröffentlicht)

[3] Hosser,D. (Hrsg): Leitfaden – Ingenieurmethoden des Brandschutzes. Technischer Bericht 04-01, 2. Auflage Mai 2009. Altenberge, Braunschweig: Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb), 2009

[4] McGrattan: Fire Dynamics Simulator (FDS) (Version 4) – Technical Reference Guide – NIST Special Publication 1018 – National Institute of Standards and Technology, Stand: Juli 2004

[5] Hagen, E.: Zur Prognose des Gefährdungspotentials von Raumbränden, Dissertation, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, Heft 93, 1992

[6] Upmeyer, J.: Nachweis der Brandsicherheit von kammerbetonierten Verbundbauteilen über Grenzbrandlasten, Institut für Stahlbau, Schriftenreihe, Heft Nr. 19, Universität Hannover, Dissertation, 2001

[7] Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (Muster-Hochhaus-Richtlinie – MHHR), ARGEBAU Fachkommission Bauaufsicht, 04/2008

[8] Bauprüfdienst (BPD) 5/1992, Anforderungen an den Bau und Betrieb von Hochhäusern, Freie Hansestadt Hamburg, Baubehörde - Amt für Bauordnung und Hochbau

[9] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Zulassungs-Nr.: Z-19.11-1792, reaktives Brandschutzsystem „Hensotherm 3 KS F 90 innen“, 02.10.2009

[10] Steinert, C.: Parameter-Studie zu PKW-Bränden in Parkdecks mit Hilfe der rechnerischen Brandsimulation, Bautechnik 74, Heft 4, 1997

[11] Kirchner, U: Kalibrierte Rauchversuche zur realistischen Prüfung von Entrauchungskonzepten, Braunschweiger Brandschutztage 2009, TU Braunschweig, Heft 208, Braunschweig, 2009

[12] Rohling. A.: Orientierende Brandprüfung an einem mit dem Dämmschichtbildner „Hensotherm 3 KS F 90 innen“ beschichteten und mit einer zusätzlichen Abdeckung aus Foamglas versehenen, unbelasteten Trägerabschnitt für das Bauvorhaben „AIRRAIL-Center-Frankfurt“, MPA TU Braunschweig, Nr. 3355/806/10, 16.04.2010

[13] Visualisierung des AIRRAIL-Center-Frankfurt, Grundrisse, Schnitte und Ansichten, J·S·K International Architekten und Ingenieure, Frankfurt am Main, 06/2010

SICHERHEITSKONZEPT ZUR RÄUMUNG UND EVAKUIERUNG EINES MODERNEN MULTIFUNKTIONSZENTRUMS

Volker Schneider
IST GmbH, Frankfurt am Main

EINLEITUNG

Moderne Multifunktionszentren integrieren vielfältige und zum Teil auch sehr unterschiedliche Nutzungsangebote. Im Vordergrund steht dabei meist der Bereich Einkaufen (Verkaufsstätten) und Freizeit (Versammlungsstätten, Gastronomie). Aber auch Wohnen (Beherbergungsstätten), Arbeit (Büroanlagen) und die Verkehrsanbindung (Garagen) spielen oft eine wichtige Rolle. Bedenkt man weiterhin, dass solche Zentren nicht nur in den Randbereichen von Städten sondern auch in verdichteten innerstädtischen Lagen entstehen, so liegt es auf der Hand, dass dies nicht nur anspruchsvolle bauliche Konzepte erfordert sondern insbesondere auch hohe Anforderungen an die Entwicklung und Umsetzung eines adäquaten Sicherheitskonzepts stellt.

In diesem Beitrag soll exemplarisch das Sicherheitskonzept zur Räumung und Evakuierung eines Multifunktionszentrums behandelt werden, mit dem Schwerpunkt auf Problemstellungen von allgemeiner Bedeutung, die sich auch auf vergleichbare Projekte übertragen lassen. Orientierungshilfe ist dabei der vfdb-Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes [1], der in seinem Kapitel 9 Methoden und Vorgehensweise zur Modellierung und Bewertung von Räumungs- und Evakuierungsvorgängen vorstellt. Das Multifunktionszentrum besteht aus mehreren Einzelobjekten, von denen das Einkaufszentrum und ein angeschlossenes Hotelhochhaus hier vorgestellt werden.

MODELL EINES MULTIFUNKTIONSZENTRUMS

Das in Bild 1 dargestellte Einkaufszentrum enthält Einkaufsflächen, Gastronomiebereiche, Versammlungsstätten (Kinos) und sonstige Freizeiteinrichtungen. Es besteht aus 8 oberirdischen (Erdgeschoss, 6 Obergeschossen sowie ein Dachgeschoss) und 5 unterirdischen (ein Geschoss mit Technikräumen und den mit den Treppenhäusern verbundenen Fluchtkorridoren sowie eine 4 Stockwerke umfassende Tiefgarage) Ebenen. Die Grundfläche eines Basisgeschosses beträgt knapp 10.000 m^2. Bis zum 4. Obergeschoss sind die Nutzeinheiten durch eine Mall erschlossen (schraffierter Bereich in Bild 2).

Für den Fall der Räumung des Gebäudes stehen 8 Treppenhäuser für die oberen Stockwerke (Treppenhäuser A - H) und 4 für die Tiefgarage (NE, NW, SE und SW) zur Verfügung. Von den 8 oberirdischen Treppenhäusern befinden sich 6 an der Peripherie (A - F) und 2 im Inneren (G und H) des Gebäudes. Die Treppenhäuser A und B sind dabei als Schachteltreppen ausgebildet, so dass insgesamt 10 Treppen für die Entfluchtung der oberen Stockwerge zur Verfü-

gung stehen. Die in dem Gebäude befindlichen Fahrtreppen werden in den hier vorgestellten Szenarien nicht berücksichtigt.

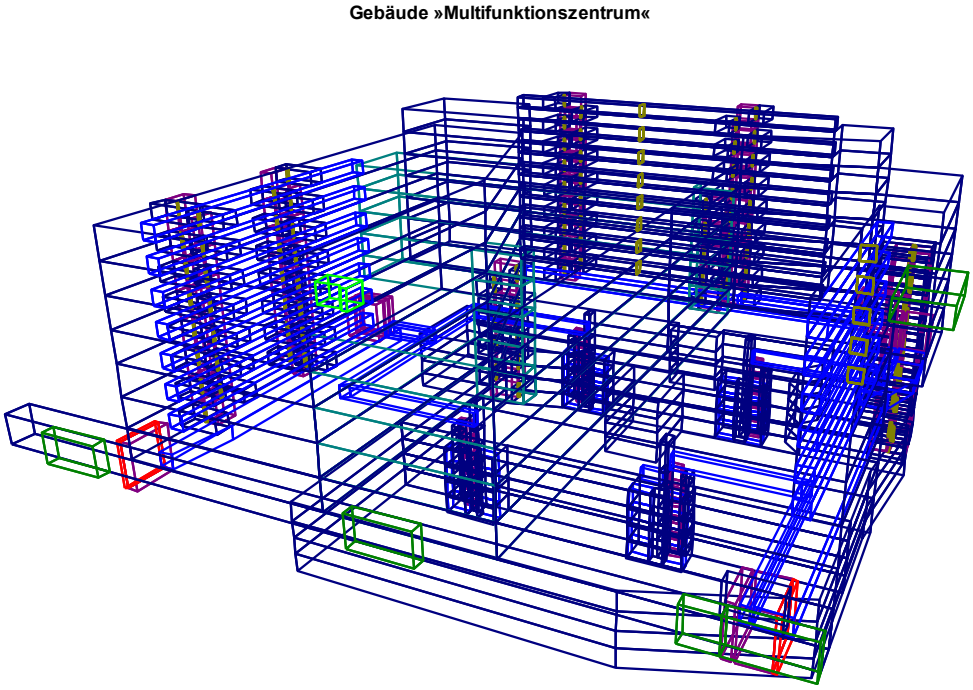


Bild 1 3D-Modell eines Einkaufs- und Freizeitzentrums

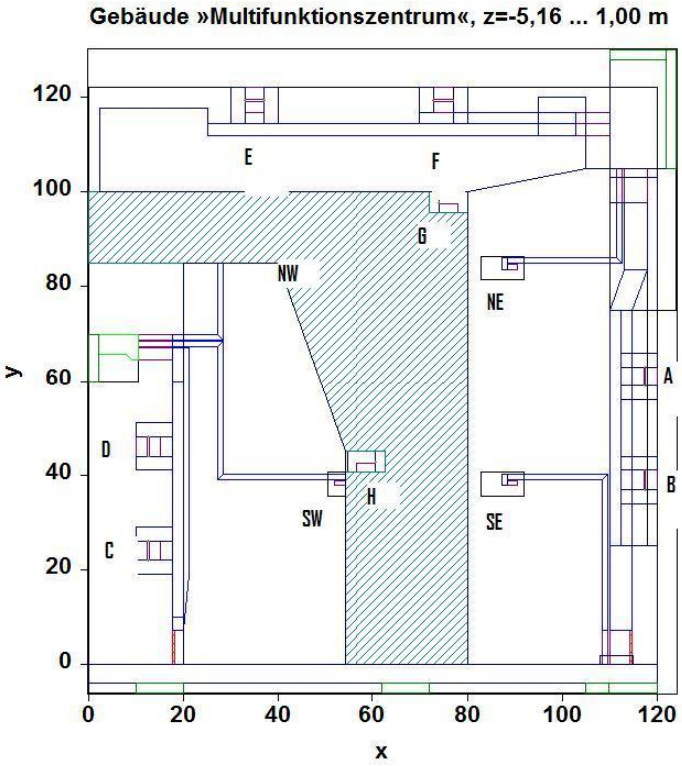


Bild 2 Grundriss EG mit Fluchtkorridoren und Fluchttreppenhäusern

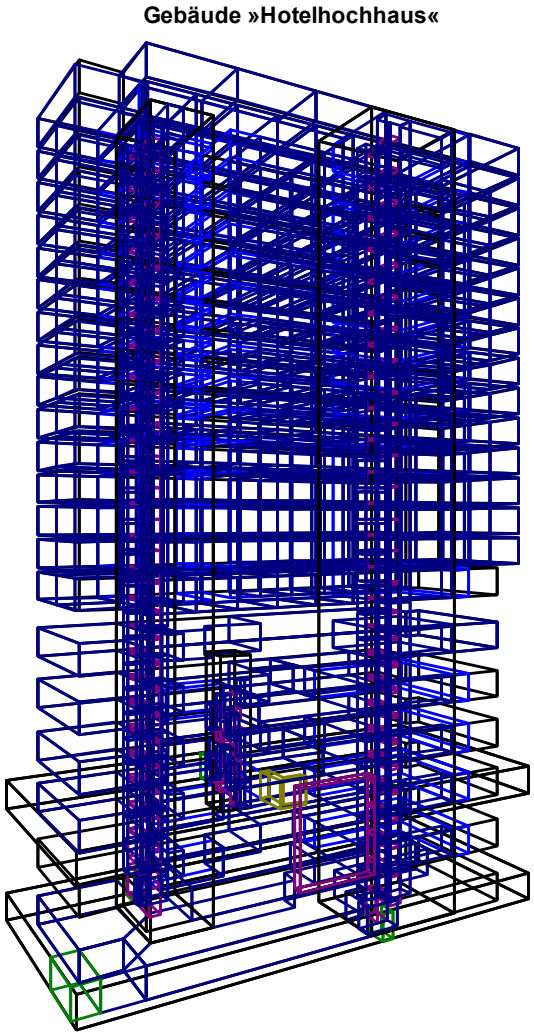


Bild 3 3D-Modell eines Hotelhochhauses

Bild 4 Grundriss eines Referenzgeschosses

Die Ausgänge aus dem Einkaufszentrum führen zum einen auf eine breite Promenade vor dem Gebäude, zum andern in zwei Hofareale an der Seite und an der Rückfront des Gebäudes. Von diesen aus erreicht man über jeweils eine Passage die das Multifunktionszentrum umgebenden Seitenstraßen.

Das 78 m hohe Hotelhochhaus (Bild 3) besteht aus 20 Etagen und ist mit dem Einkaufszentrum durch einen Übergang verbunden. Eine Referenzetage ist in Bild 4 dargestellt. Die Entfluchtung der Obergeschosse erfolgt über 2 Treppenhäuser (Treppenbreite 1,25 m). Die Konferenzräume und Restaurants in den unteren Ebenen (bis zum 4. Obergeschoss) sind durch zusätzliche separate Treppen miteinander verbunden und können so auch direkt das Erdgeschoss oder den Übergang zum Einkaufszentrum erreichen. Die Ausgänge im Erdgeschoss führen über einen Vorplatz bzw. eine Passage zu den Seitenstraßen.

SZENARIEN FÜR DIE ENTFLUCHTUNG

Bestandteil eines schutzzielorientierten Sicherheitskonzeptes ist in der Regel die Gegenüberstellung von verfügbarer und erforderlicher Räumungszeit [1]. Die Bestimmung der verfügbaren Räumungszeit durch den Einsatz von Brandsimulationsmodellen und einer Bewertung der erzielten Resultate z.B. mit Hilfe von Beurteilungsgrößen und Anhaltswerten für quantitative Schutzziele (Tabelle 8.2 aus dem vfdb-Leitfaden [1]) gehört mittlerweile zum Standardrepertoire von Sicherheitsnachweisen. Damit kann die verfügbare Räumungszeit ermittelt werden.

Zunehmend an Bedeutung gewinnt in letzter Zeit auch eine adäquate Behandlung der erforderlichen Räumungszeit, deren Bestimmung auf einer zeitgestützten Analyse der bemessungsrelevanten Entfluchtungsszenarien basiert. Dazu gehören - neben dem Erstellen eines geometrischen Gebäudemodells im benötigten Detailierungsgrad - insbesondere die folgenden grundlegenden Festlegungen:

- anzunehmenden Anfangsverteilung der Personen im Gebäude
- Mobiltätseigenschaften der Personen
- Reaktionszeiten
- Fluchtwegewahl

Mit diesen Vorgaben lassen sich die für rechnerische Nachweise im Rahmen eines Sicherheitskonzepts notwendigen Szenarien erstellen. Ähnlich wie bei der Bestimmung der verfügbaren Räumungszeit wird man in der Regel zuerst aus der Vielzahl der möglichen Szenarien die relevanten Szenarien auswählen und diese dann sorgfältig untersuchen und vergleichend bewerten müssen. Dabei ist insbesondere in ausgedehnten und komplexen Gebäuden der Einsatz computergestützter Simulationsverfahren oft hilfreich.

Es wird, wie im vfdb-Leitfaden beschrieben, unterschieden zwischen der Fluchtzeit (Zeit zwischen Beginn und Ende der Fluchtbewegung) und der Räumungszeit, bei welcher zur Fluchtzeit noch die Zeit zwischen Brandausbruch und Alarmierung sowie die Reaktionszeit addiert werden muss.

Modellauswahl

Die unterschiedlichen Typen von Simulationsmodellen, ihre Anwendungsgrenzen sowie die notwendigen Anforderungen hinsichtlich Validierung und Dokumentation findet man ausführlich in Abschnitt 9.4 des vfdb-Leitfadens [1] beschrieben. Für ein komplexes Objekt wie das hier beschriebene Multifunktionszentrum mit seiner Kombination aus klar strukturierten Wegelementen (Fluchtkorridore, Treppenhäuser) sowie freien oder weniger deutlich strukturierten Bewegungsflächen (Mall, Einkaufsbereiche, Gastronomie, Versammlungsstätten, etc.) ist demnach der Einsatz eines mikroskopischen Evakuierungsmodells erforderlich. Für diese Studien wurde das für diese Anwendungsbereiche validierte [2, 3] Individualmodell ASERI eingesetzt.

ASERI ist ein Computerprogramm zur Simulation der zielgerichteten Personenbewegung in räumlich komplexen Umgebungen. Dies beinhaltet insbesondere die Räumung bzw. Evakuierung von Großbauten wie z.B. Hotelhochhäuser, Bürogebäude, Bahnhöfe, Versammlungs- oder Verkaufsstätten und Sportarenen. Als externe Einflussgrößen können gegebenenfalls die mit einem Brandereignis einhergehenden Effekte - die Ausbreitung von Rauch und toxischen Verbrennungsprodukten sowie die Wärmebelastung durch heiße Brandgase - berücksichtigt werden. Grundlage von ASERI ist eine Beschreibung der individuellen Bewegung aller beteiligten Personen, wobei wesentliche Verhaltensaspekte (Reaktions- und Verzögerungszeiten, Wahl des Fluchtweges, Verhalten bei Staubildung) und individuelle Eigenschaften (Mobilität und Körpergröße bzw. Raumbedarf) explizit in der Simulation berücksichtigt werden.

Die Gebäudegeometrie wird in den für den Ablauf der Evakuierung wichtigen Details in allen drei Raumdimensionen modelliert. Alle Bereiche des Gebäudes sind dabei den Personen prinzipiell zugänglich (räumlich kontinuierliche Modellierung). Die Wahl des individuellen Fluchtweges erfolgt entweder auf der Basis des lokal (bezogen auf einen Raum oder bestimmten Gebäudeabschnitt) oder global (bis ins freie oder einen anderen sicheren Bereich) kürzesten Weges bzw. anhand vorgegebener Fluchtwege (durch explizite Zuordnung oder durch die Positionierung von Rettungszeichen zur Kennzeichnung von Fluchtwegen). Dabei sind jedoch in allen Fällen lokale Abweichungen möglich, z.B. durch individuelle Präferenzen, als Reaktion auf Staubildung oder in Folge der Ausbreitung von Rauch. Die Personenbewegung basiert auf der Simulation elementarer Bewegungsabläufe innerhalb einer Menschenansammlung (Aufschließen, Ausweichen, Überholen, Mindestabstand) unter Beachtung der durch die Gebäudegeometrie gegebenen Einschränkungen. Dieses der tatsächlichen Natur des menschlichen Verhaltens nachempfundene und anhand empirischer Daten validierte Modellierungsverfahren verwendet stochastische Verteilungen und

hat so den Vorteil, dass es Mittelwerte und Extremalwerte der Räumungszeiten sowie die zugehörigen statistischen Schwankungen liefern kann.

Personenbelegung

Die Personenbelegung für die durchgeführten rechnerischen Studien entspricht den Empfehlungen aus dem vfdb-Leitfaden [1]. Für das Multifunktionszentrum erhält man so die folgenden Personendichten:

- für die Verkaufsstätten 0,3 - 0,5 Personen/m^2
- für die Gastronomiebereiche 1,0 Personen/m^2
- für die Freizeitbereiche 0,2 - 0,7 Personen/m^2
- für die Veranstaltungsräume max. zugelassenen Personenzahl
- für das Hotel 2 Personen pro Zimmer
- für die Tiefgarage 2 Personen pro Stellplatz

Für die Bestimmung der erforderlichen Räumungszeit ergibt sich so eine Personenbelegung von ca. 16.000 Personen für das Einkaufszentrum und ca. 1.500 Personen für das Hotel.

Mobilitätseigenschaften

Bezüglich ihres Raumbedarfs (Projektion des Körperumrisses auf die Horizontale) ist in ASERI eine Person durch ihre Schulter- und Brustbreite sowie durch ihre momentane Bewegungsrichtung charakterisiert. Schulter- und Brustbreite können für jede Personen individuell gewählt werden, entweder durch explizite Zuordnung oder durch geeignete Verteilungsfunktionen, entsprechend der zu untersuchenden Population. Außerdem lässt sich durch die geeignete Wahl effektiver Körpermaße der erhöhte Raumbedarf von gehbehinderten Personen und Personen mit Kleinkindern oder mit Gepäck berücksichtigen. Der Betrag der Fortbewegungsgeschwindigkeit ergibt sich zunächst aus der (individuell vorgegebenen) mittleren Fortbewegungsgeschwindigkeit bei unbehinderter Bewegung. Geschwindigkeitsanpassungen bei der Bewegung auf Treppen, beim Durchgang durch schmale Öffnungen sowie gegebenenfalls durch die Wirkung von Verbrennungsprodukten werden automatisch innerhalb des Programms berechnet. Die Abhängigkeit der Gehgeschwindigkeit von der umgebenden Personendichte ergibt sich direkt konsistent aus den Bewegungsalgorithmen und muss nicht explizit (z.B. durch empirische Relationen) vorgegeben werden.

Die Bilder 5 und 6 zeigen die in allen Simulationsrechnungen für dieses Sicherheitskonzept benutzten Verteilungen. Für einen Erwachsenen erhält man Werte für die projizierte effektive Körperfläche zwischen 0,100 m^2 (Sommerkleidung) und 0,125 m^2 (Winterstraßenkleidung) [4]. Die mittlere unbehinderte ebenerdige Gehgeschwindigkeit eines Erwachsenen liegt bei 1,4 m/s [5]. Tabelle 3-13.2 des SFPE-Handbook listet die mittlere ebenerdige Gehgeschwindigkeit von

Personen mit eingeschränkter Mobilität auf: Gehbehinderte ohne Hilfsmittel zur Fortbewegung 0,95 m/s, Gehbehinderte mit Krücken 0,94 m/s, Gehbehinderte mit Spazierstock 0,81 m/s.

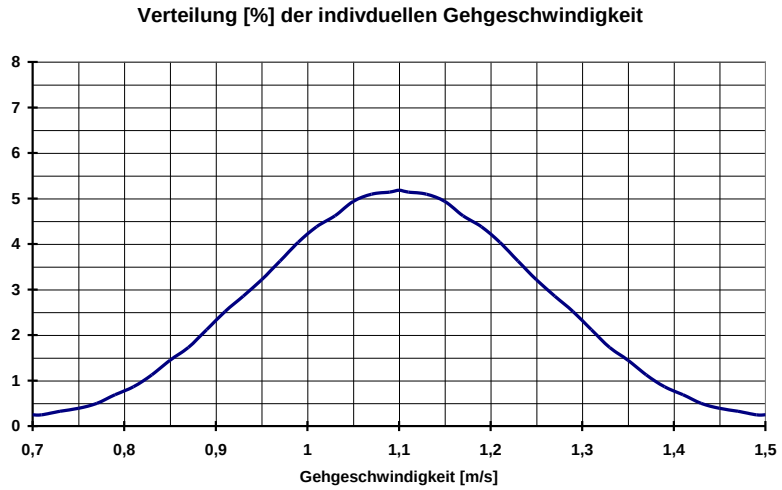


Bild 5 Verteilungsfunktion der unbehinderten, ebenerdigen Gehgeschwindigkeit

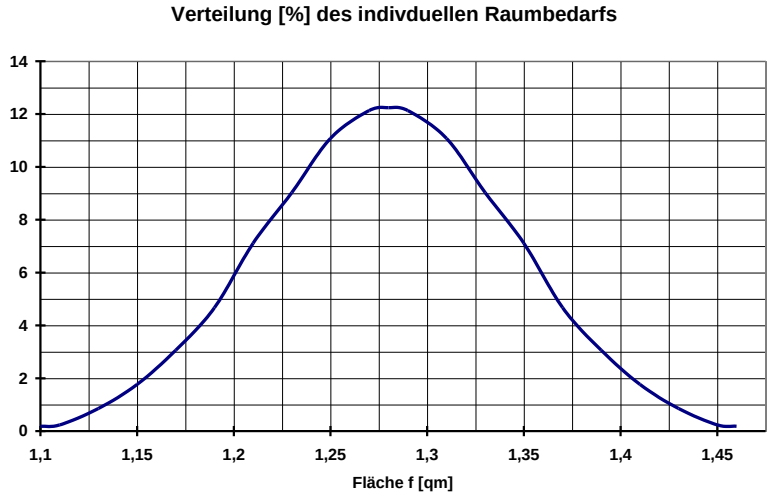


Bild 6 Verteilungsfunktion der projizierten effektiven Körperfläche

Die für die ASERI-Simulationsrechnungen benutzten Verteilungen sind demnach also auseichend konservativ für einen rechnerischen Nachweis der erforderlichen Räumungszeit. Die Mittelwerte der Verteilungen liegen mit 1,1 m/s bzw. 0,128 m^2 bezüglich ihrer Konsequenzen für die Mobilität deutlich ungünstiger als die empirisch festgestellten Mittelwerten für einen durchschnittlichen Erwachsenen. Die Verteilungen beinhalten somit einen Anteil von gehbehinderten Personen von ca. 15 % - 20 %.

Reaktionszeiten

In der Reaktionszeit werden unterschiedliche Verhaltensweisen zusammengefasst, insbesondere die Zeit bis zum Wahrnehmen des Alarms, die Zeit zur Interpretation dieser Wahrnehmung und die Zeit für Handlungen, die nicht der unmittelbaren Flucht dienen (Untersuchung der Umgebung, Brandbekämpfung, Warnen oder Suchen von Personen, etc.). Die Reaktionszeit hängt im Wesentlichen von der Aufnahmebereitschaft (wach / schlafend) der Personen, ihrer Vertrautheit mit dem Gebäude, der Qualität des Alarmierungssystems, der Komplexität des Gebäudes und der Qualität des Brandschutzmanagements ab. Die Reaktionszeit relativ zum Zeitpunkt des Alarms t_{Alarm} setzt sich zusammen aus einer Zeitspanne Δt_1 und einem Verzögerungsintervall Δt_{99}. Δt_1 gibt den Zeitpunkt an, an welchem die erste Person mit der Flucht beginnt. Innerhalb der Zeitspann Δt_{99} starten die restlichen Personen mit der Fluchtbewegung. Δt_1 ist eine konstante Zeitspanne, die auch nachträglich zu der berechneten Fluchtzeit addiert werden kann, um die erforderliche Räumungszeit (relativ zum Zeitpunkt des Alarms) zu erhalten. Dagegen muss die Verzögerung Δt_{99} direkt bei der Berechnung der Fluchtzeit berücksichtigt werden, da diese den individuellen Beginn der Flucht für die mikroskopische Analyse festlegt. Die Auswirkung der Verzögerungszeit wird im folgenden explizit für die Räumung des Einkaufszentrums untersucht. Empfehlungen zur Festlegung von Δt_1 und Δt_{99}, basierend auf einem von Purser [6] entwickelten Konzept, gibt der vfdb-Leitfaden [1].

Für ein automatisches Brandmeldesystem mit sofortiger Alarmierung der betroffenen Bereiche sowie einem hohen Ansprüchen genügenden Brandschutzmanagement (Kategorie M1 entsprechend Tabelle 9.4 des vfdb-Leitfadens [1]) erhält man für die auf das Einkaufszentrum zutreffende Personencharakterisierung "wach und unvertraut" einen Zeitspanne bis zum frühesten Beginn der Flucht von 1 - 2 Minuten und eine Verzögerungszeit von 2 Minuten.

Schwieriger ist die Abschätzung von Reaktionszeiten für das Hotelhochhaus, da hier auch Räumungen in der Nacht (Kategorie "schlafend und unvertraut") zu berücksichtigen sind. In diesem Fall kann die Reaktionszeit auch unter günstigen Randbedingungen individuell im Bereich von 15 Minuten und mehr liegen. Stark unterschiedliche Reaktionszeiten wurden z.B. auch im Rahmen eines Forschungsprojektes durch eine Räumungsübung und Simulationen zur Prognose des Räumungsverlaufs in einem Osloer Hotelhochhaus [7] bestätigt, bei der selbst tagsüber individuell verschieden zum Teil sehr lange Reaktionszeiten zu beobachten waren. Im folgenden werden für das Hotelhochhaus nur die reinen Fluchtzeiten diskutiert. Für einen Vergleich mit verfügbaren Räumungszeiten muss die Reaktionszeit im konkreten Einzelfall separat berücksichtigt werden.

Fluchtwegewahl

Der Fall, dass während einer Räumung alle verfügbaren Fluchtwege optimal gleichmäßig im Rahmen ihrer Kapazität (spezifischer Personenfluss) ausgelastet sind, stellt einen in der Praxis kaum zu erreichenden Idealfall dar. Im Gegenteil wird man eher oft ausgeprägte Ungleichverteilungen feststellen, die z.B. auf individuelle Präferenzen, unübersichtliche Wegführungen, ungenügende Information oder unverfügbare (Not-)Ausgänge zurückzuführen sind. Mikroskopische Modelle sind besonders geeignet, diese Aspekte bei der Durchführung von Simulationsrechnungen im Rahmen eines Sicherheitskonzepts zu berücksichtigen [8].

RÄUMUNG DES EINKAUFSZENTRUMS

Räumung der Tiefgarage

Da die Zugänge zu den vier Treppenhäusern symmetrisch in den jeweiligen Tiefgaragenebenen verteilt sind und in diesem Fall keine individuellen Präferenzen oder designbedingte Ungleichwertigkeiten anzunehmen sind, kann von einer weitgehend gleichmäßigen Auslastung der Treppen ausgegangen werden. Im Rahmen des Sicherheitskonzeptes wurde festgelegt, von einer 30% Auslastung einer der Treppen auszugehen (statt 25 % bei exakter Gleichverteilung). Die Fluchtzeit für diese Treppe ist dann die für die Räumung der Tiefgarage maßgebliche Zeit. Die Räumungszeiten (Zeitpunkt, an dem die Personenzahl der jeweiligen Ebene den Wert Null erreicht hat) für die einzelnen Ebenen zeigen einen zeitlichen Versatz von 1,5 - 2 Minuten, wobei die oberste Ebene (UG2) zuerst, die unterste (UG5) zuletzt geräumt ist (Bild 7). Die Fluchtzeit für die gesamte Tiefgarage beträgt 7 Minuten. Dabei kommt es im UG4 und UG5 zu Staubildungen (erkennbar an den Phasen in den Zeitkurven, in denen sich die Personenzahl nicht ändert).

Räumung der Obergeschosse

Der Übersichtlichkeit halber wird für die Diskussion der Räumung der Obergeschosse hier nur der Ostbereich des Einkaufszentrums betrachtet. In diesem befinden sich die Veranstaltungsstätten (Kinos), so dass sich hier die höchsten Belegungszahlen einstellen. Es ist also der für die Entfluchtung sensibelste Bereich. Als Resultat von Vorstudien wurden hier auch die Treppenhäuser A und B zu Schachteltreppen umgewandelt, um größere Personenströme bewältigen zu können.

Bild 8 zeigt einen Vergleich der Entwicklung der Personenzahlen in den fünf Obergeschossen für unterschiedliche Vorgaben von Verzögerungszeiten (zufällige oder gesteuerte). Dabei wird zunächst angenommen, dass nur die peripheren Treppenhäuser benutzt werden, die Personen also nicht in die Mall mit ihrem durchgehend offenen Luftraum flüchten. Die Graphik oben links zeigt den Verlauf ohne Verzögerung. D.h. alle Personen beginnen zeitgleich (nach einer

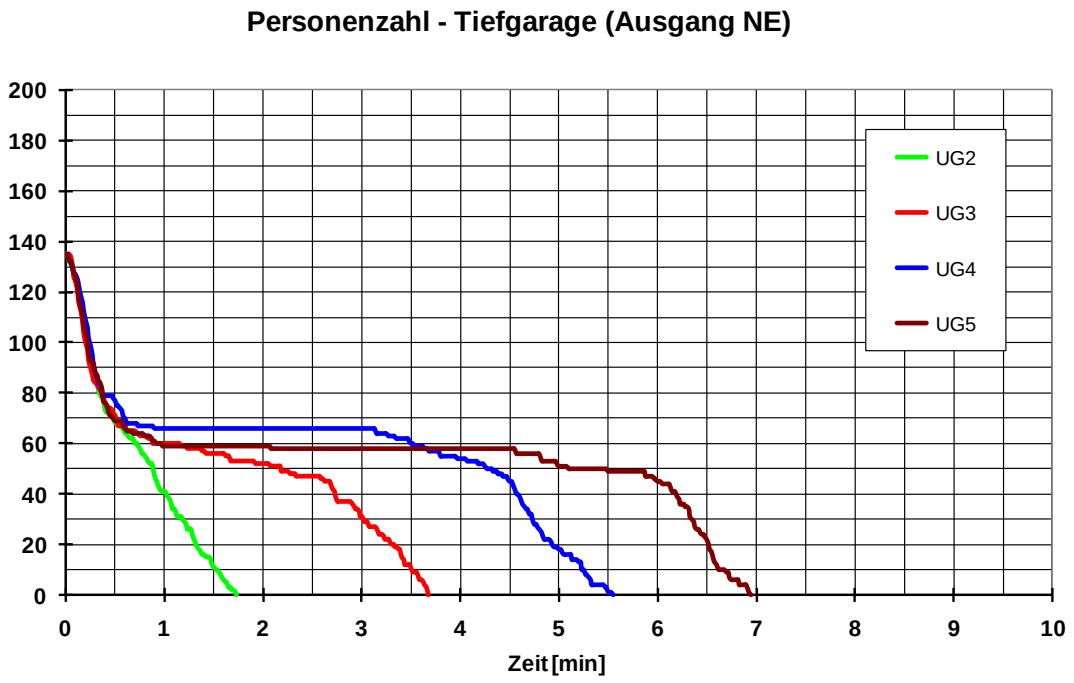


Bild 7 Fluchtzeit Tiefgarage

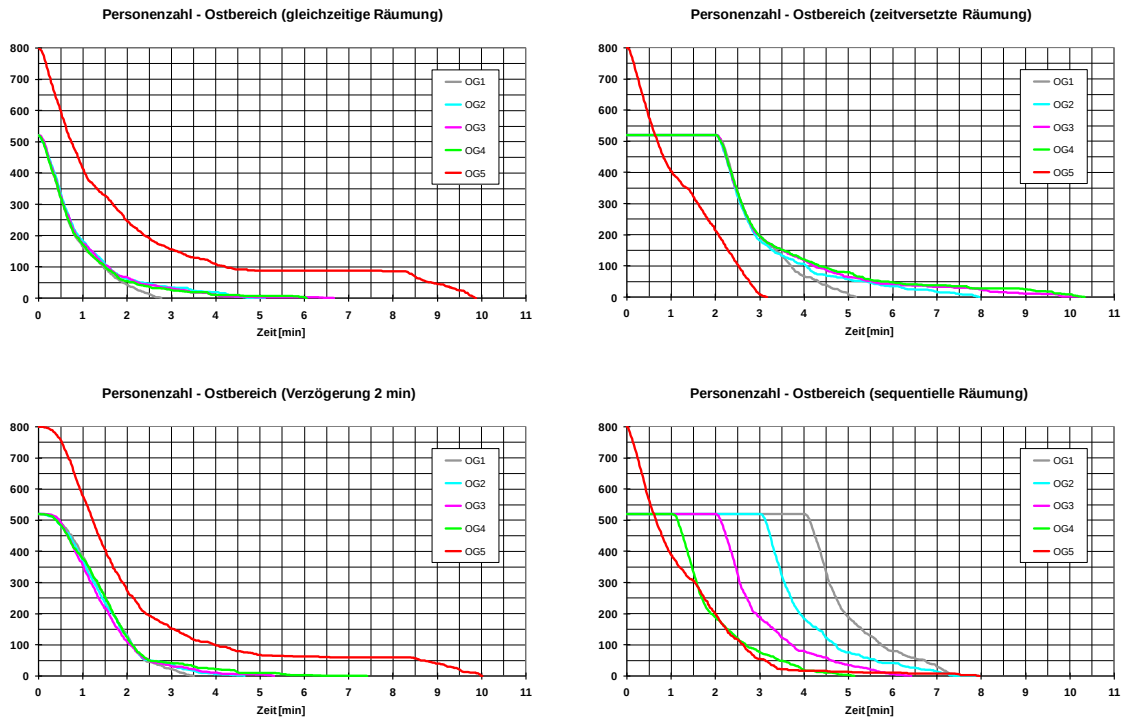


Bild 8 Fluchtzeit für Obergeschosse (Ostbereich)

hier nicht angegebenen für alle Personen gleichen konstanten Reaktionszeit) mit der Flucht. Unten links ist die Situation mit einer Verzögerungszeit von 2 Minuten dargestellt, die individuell zufallsgesteuert zugeordnet wird. Man er-

kennt dies am dem flachen Beginn der Zeitkurven der Personenzahl. Im Weiteren verlaufen die Kurven für OG2 bis OG5 praktisch identisch. Da es dort zu Staubildung mit entsprechenden Wartezeiten kommt, hat die individuelle Verzögerungszeit also keinen Einfluss auf die Räumungszeit dieser Geschosse. Nur für OG1, in dem keine Staubildung auftritt, erhöht die Verzögerungszeit die Räumungszeit um knapp eine Minute.Die beiden Graphiken rechts zeigen die Möglichkeiten einer sequentiellen Räumung. In Hochhäusern kennt man solche Überlegungen, in denen zuerst die unmittelbar von einer Brandgefahr betroffenen Geschosse geräumt werden, und danach (je nach Brandentwicklung) zeitversetzt die anderen. Im Falle des Einkaufszentrums zeigen die Resultate der unkontrollierten Räumung, dass vor allem das 5. Obergeschoss, welches mit seinen Veranstaltungsräumen besonders hohe Personenzahlen aufweist, erst mit deutlicher Verzögerung gegenüber den darunter liegenden Geschossen geräumt werden kann. Durch gesteuerte sequentielle Räumung kann man dies beeinflussen. Beginnt man die Räumung in den unteren Geschossen um 2 Minuten verzögert, kann das OG5 rasch geräumt werden. Es kommt jedoch zu starken Staubildungen in OG3 und OG4, so dass insgesamt keine Verbesserung der Situation eintritt (Graphik oben rechts). Nur wenn man einen von oben nach unten gestaffelten Räumungsbeginn mit einem Zeitversatz von jeweils einer Minute pro Ebene realisieren könnte, ließe sich die Gesamträumungszeit merklich reduzieren (Graphik unten rechts).

Vollständige Räumung des Einkaufszentrums

Die Gesamträumungszeit für das mit 16.000 Personen belegte Einkaufszentrum beträgt etwa 28 Minuten (maximale Räumungsdauer aus einer Serie von 10 durchgeführten Rechenläufen). In diesem Fall bezieht sich die Räumungszeit auf das Verlassen des Gebäudes und nicht auf das Erreichen der Treppenhäuser wie in den Studien zur Geschossräumung.

Berücksichtigung der Abströmflächen

Bei der Räumung eines Gebäudes mit größeren Menschenmengen muss unbedingt auch untersucht werden, ob die Abströmflächen vor den Ausgängen diesen Menschenstrom auch aufnehmen und in sichere Bereiche weiterleiten können, ohne dass dies ungünstige Auswirkungen auf die nachströmenden Personen hat. Dies trifft umso mehr zu, da das Einkaufszentrum sich in einer verdichteten innerstädtischen Lage befindet.

Im Rahmen des Sicherheitskonzeptes wurde daher auch die Umgebung des Einkaufszentrum in die Entfluchtungsanalyse einbezogen, soweit diese für die Entfluchtung relevant war. Die Entfluchtung auf die breite Promenade vor dem Gebäude erwies sich als unproblematisch. Für die Entfluchtung über die seitlichen bzw. rückwärtigen Höfe und daran anschließenden Passagen waren umfangreichere Detailanalysen notwendig. Das nachfolgende Beispiel und die daraus gezogenen Konsequenzen unterstreicht die Bedeutung solcher Studien.

Bild 9 zeigt den rückwärtigen Hof, in den gemäß der ursprünglichen Konzeption vier Treppen münden sollten. Diese Treppen schließen an die in Bild 2 dargestellten Fluchtkorridore im 1. Untergeschoss an. Von links münden zwei Treppen, die mit den zu den Treppenhäusern E und F des Nordbereichs führenden Korridoren verbunden sind. Von unten münden die zum Treppenhaus NE (Tiefgarage) führende Treppe sowie eine Treppe, die mit der Schachteltreppe A aus dem besonders stark belegten Ostbereich verbunden ist. Die (in der Abbildung nicht mehr dargestellte) Passage aus diesem Hof zu den Seitenstraßen hat eine Breite von 4 m.

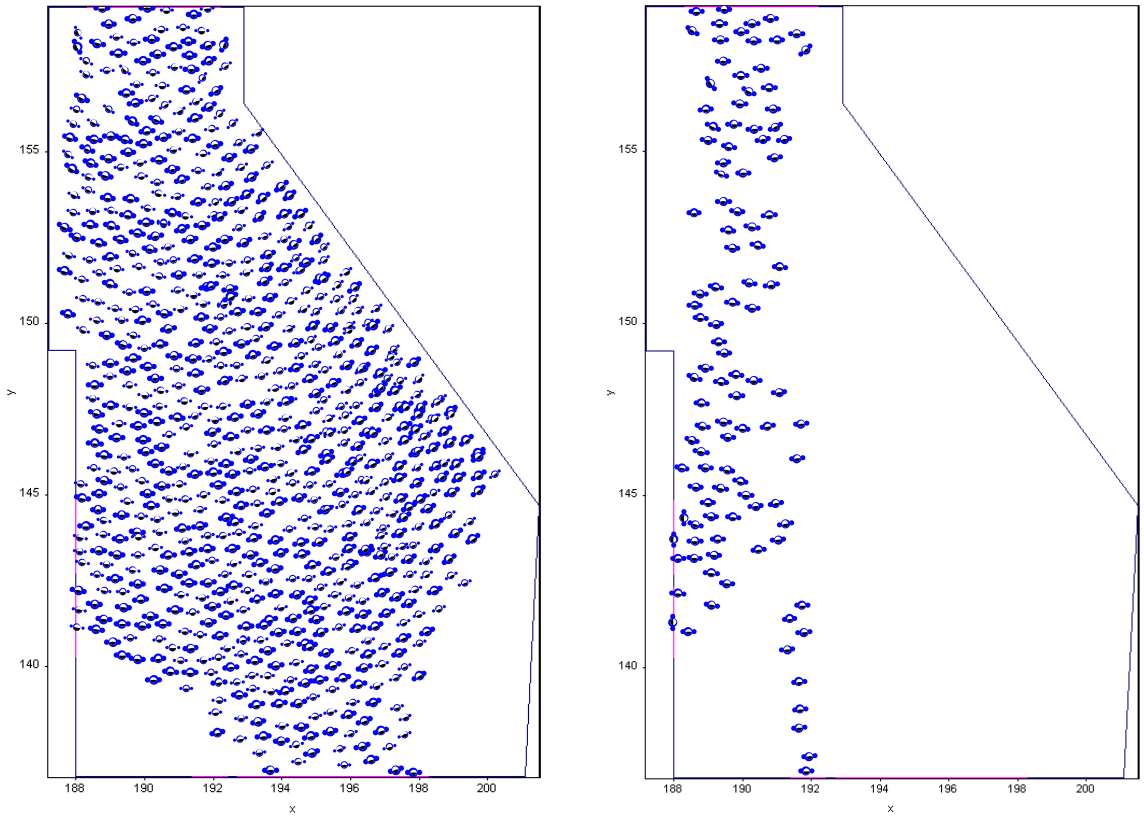


Bild 9 Hofbereich mit 4 (links) bzw. 3 (rechts) zuführenden Treppen

Es zeigt sich, dass der Hof für diese Konfiguration rasch seine maximale Aufnahmefähigkeit erreicht (Bild 9 links). Es wird dort sehr schnell eine lokale Personendichten von 3-4 Personen/m2 erreicht, auf den Treppen zu den Treppenhäusern E und F sogar höhere Werte (Bild 10). Ein Wert von 4 Personen/m2 ist der für die Simulationen festgelegte erlaubte Maximalwert innerhalb eines Personenstroms. Höhere dynamische Dichten führen schnell in den Bereichen der Stillstandsdichte und bedeuten auf jeden Fall eine nicht akzeptable unmittelbare Gefährdungssituation. Jedoch wird auch schon bei geringeren Dichten durch den Personenstrom aus den Treppen A und NE der Zustrom aus den seitlich einmündenden Treppen E und F so stark behindert, dass es zu einem ausgeprägten Stau an diesen Treppenausgängen zurück in das Gebäude kommt. Da die aus dem Fluchtkorridor in UG1 nachströmenden Personen den Bereich des

Treppenausgangs nicht einsehen können, könnte sich so ein Staudruck mit erheblichem Gefährdungspotential aufbauen. Daher wurde die Konzeption so geändert, dass Treppenhaus A nicht mehr in den Hof sondern zur Promenade mit ihren ausreichenden Kapazitäten hin entfluchtet (Bild 9 rechts).

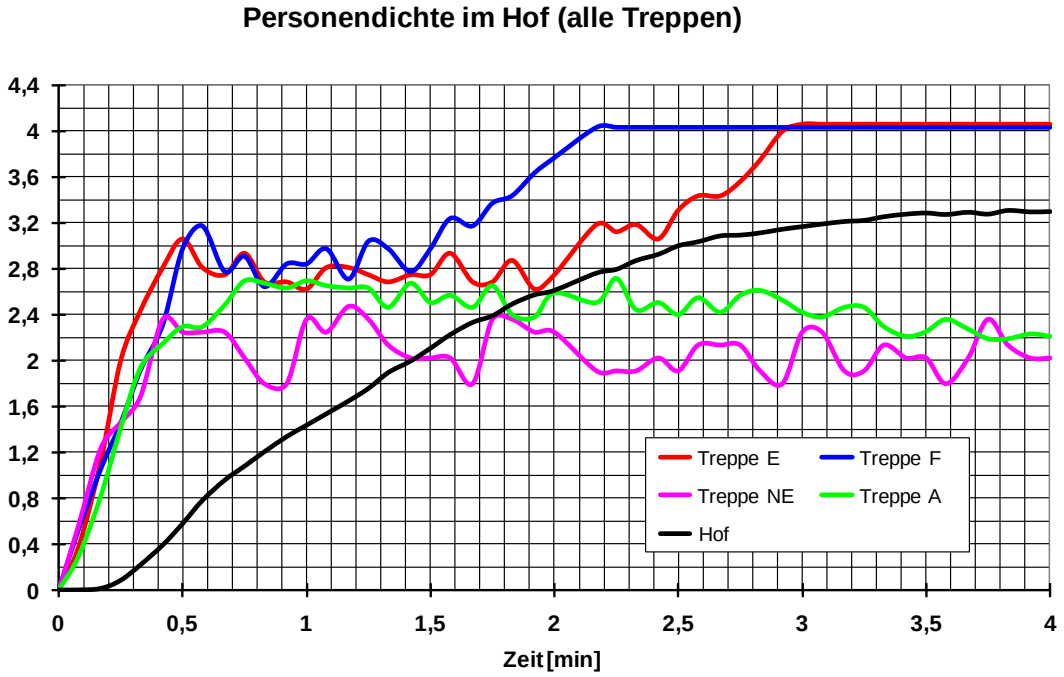


Bild 10 Personendichte im Hof und auf den Treppen für 4 zuführenden Treppen

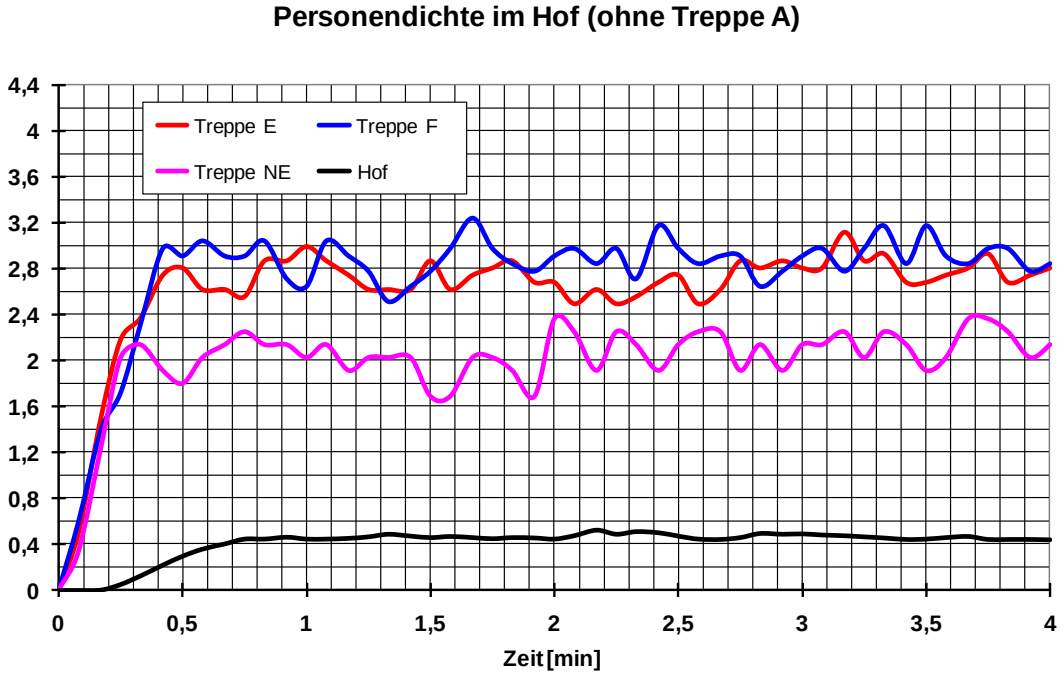


Bild 11 Personendichte im Hof und auf den Treppen für 3 zuführenden Treppen

Die in Bild 9 durch eine Momentaufnahme während der Simulation illustrierte Problematik wird in den Bildern 10 und 11 durch die zeitliche Entwicklung der Personendichte quantifiziert. In Bild 10 erreicht die mittlere Personendichte für den gesamten Hof 3,3 Personen/m^2. D.h. es liegen lokal im Bereich des Ausgangs deutlich höhere Dichten vor. Noch ungünstiger ist die Situation auf den seitlichen Treppen. Dagegen wird in der endgültig realisierten Konfiguration keine Staubildung festgestellt. Die Flüchtenden können ohne Verzögerung den Hof passieren und die Seitenstraßen erreichen.

RÄUMUNG DES HOTELHOCHHAUSES

Neben der zuvor bereits angesprochenen Bedeutung der Reaktionszeiten bei der Räumung eines Hotels spielt hier auch die individuelle Wahl der Fluchtwege eine Rolle. Nimmt man an, dass sich die Personen an den Fluchtwegemarkieren orientieren (kürzester Weg zu einem der beiden Treppenhäuser), ergibt sich der in Bild 12 gezeigte Verlauf der Räumung mit einer Fluchtzeit von knapp 10 Minuten, wobei die Auslastung der beiden Treppenhäuser 1 und 2 fast gleichmäßig ist. Die Unterschiede in der Personenzahl beruhen auf den Konferenzbereichen im unteren Teil des Gebäudes und dem Restaurant, welches nicht direkt mit TH2 verbunden ist. Aus der Steigung der Kurven in Bild 12 ergibt sich ein realistischer spezifischer Personenstrom von 0,8 Personen/s/m für die beiden Treppenhäuser.

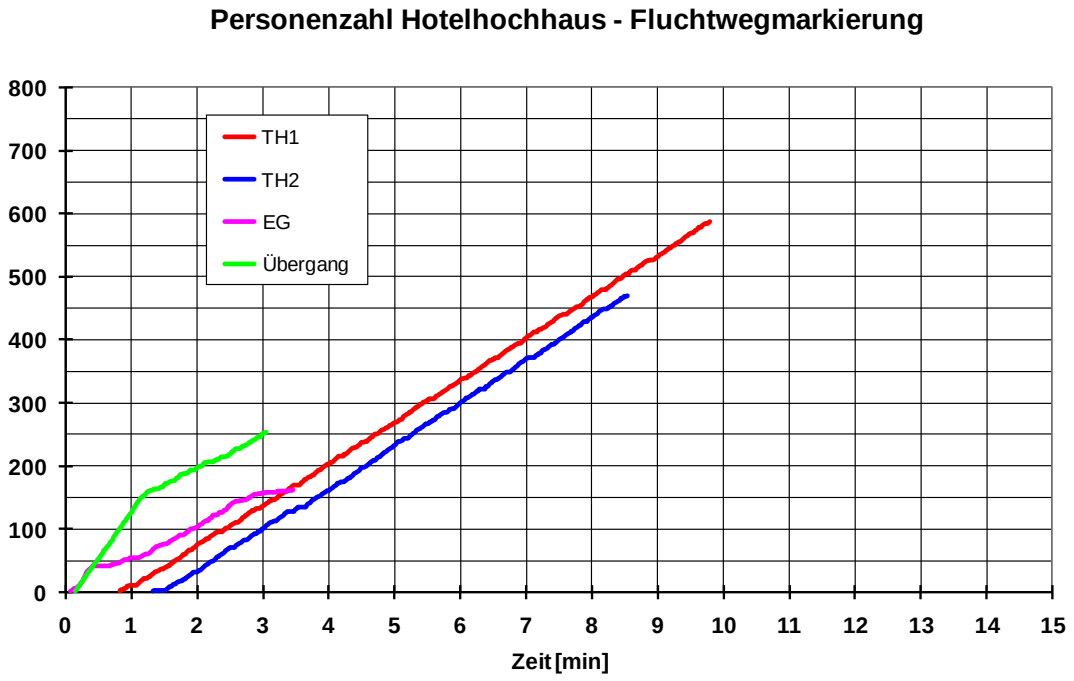


Bild 12 Fluchtzeit für gleichmäßige Auslastung

Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass Personen nach dem Verlassen ihres Zimmers zuerst den Weg zu den Aufzügen einschlagen, auf dem sie auch zu

ihrem Zimmer gelangt sind. Der Aufzug befindet sich neben Treppenhaus 1. In diesem Fall werden nur die Personen, deren Zimmer direkt neben Treppenhaus 2 liegen, dieses benutzen, alle anderen Treppenhaus 1. Damit ergibt sich die in Bild 13 dargestellte Situation mit einer auf 13 Minuten erhöhten Fluchtzeit. Beide Alternativen sind in der Planung zu berücksichtigen. Nimmt man an, dass eines der Treppenhäuser nicht verfügbar ist, erhöht sich die Fluchtzeit auf 18 Minuten.

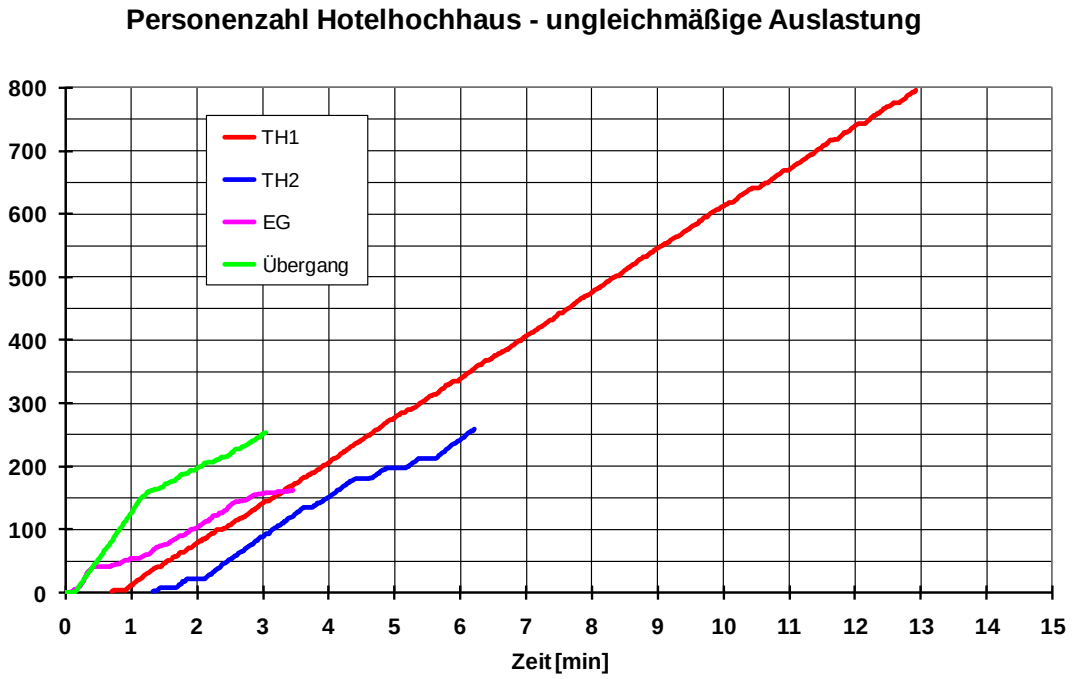


Bild 13 Fluchtzeit für Wegpräferenzen

ZUSAMMENFASSUNG

Die hier dargestellten Studien stellen nur einen kleinen Ausschnitt aus den für das Sicherheitskonzept durchgeführten Simulationsrechnungen und angefertigten Gutachten dar. Dieses Projekt ist ein Musterbeispiel dafür, welchen Nutzen alle Beteiligten aus einer frühzeitigen Einbeziehung von Entfluchtungsanalysen in die Bauplanung und die Erstellung des Sicherheitskonzepts ziehen können. Viele Konzeptionen konnten so bestätigt und abgesichert werden. Andere, wie z.B. die Entfluchtung des Einkaufszentrums über den rückwärtigen Hof, führten zu massiven Änderungen in der Planung. Diese konnten mit Hilfe der Entfluchtungsanalysen jedoch rechtzeitig umgesetzt werden, so dass es zu keinen Verzögerungen im Genehmigungsverfahren oder gar im Baufortschritt kam.

Viele der Ergebnisse basieren auf der Ermittlung von Flucht- bzw. Räumungszeiten und liefern so den erforderlichen Rahmen für das Sicherheitskonzept. Dabei spielen auch individuelle Aspekte wie die Mobilität der Flüchtenden, die Festlegung geeigneter Reaktionszeiten und eine Analyse der Fluchtwegealter-

nativen eine wichtige Rolle. Die zugehörigen verfügbaren Räumungszeiten wurden durch CFD-Simulationen ermittelt, so dass ein schutzzielorientierter Nachweis der Personensicherheit geführt werden konnte.

Neben diesen Zeitanalysen spielt jedoch auch die Qualität des Räumungsablaufs, insbesondere die Entwicklung der lokalen Personendichte auf den Rettungswegen und mögliche Stausituationen, eine wichtige Rolle. Nicht akzeptabel sind Staubildungen in unübersichtlichen Bereichen, da hier für die in dem Stau befindlichen Personen ein deutlich erhöhtes Gefährdungspotential durch nachrückende Flüchtende besteht, wie im Zusammenhang mit der Analyse der Abströmflächen für das Einkaufszentrum gezeigt wurde.

LITERATUR

[1] Hosser, D. (Hrsg.), Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, vfdb Technischer Bericht TB 04/01, 2. Auflage, Mai 2009.

[2] Schneider, V.: Modelle für die Flucht und Rettung von Personen, 9. Internationales Brandschutz-Symposium der vfdb, 25./26. Mai 2001, München.

[3] Schneider, V.: Modelling of human response and behaviour in complex surroundings, 3rd International Symposium on Human Behaviour in Fire, Belfast, September 2004.

[4] Predtetschenski und Milinski, Personenströme in Gebäuden, Staatsverlag der Deutschern Demokratischen Republik 1971

[5] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Ed. 2002, Seite 3-370, Gleichung (3) und Tabelle 3-14.2

[6] Purser, D.: Data Benefits. Fire Prevention Fire Engineers Journal, August 2003, pp. 21 - 24.

[7] T. Paulsen, H. Soma, V. Schneider, J. Wiklund, G. Løvås: Evaluation of Simulation Models of Evacuation from Complex Spaces (ESECX), SINTEF Report STF75 A95020, Trondheim, Juni 1995.

[8] Schneider, V.: Einfluss der Fluchtwegewahl auf Räumungszeiten und Evakuierungseffizienz, vfdb-Zeitschrift 2/2008, Seite 87 - 93.

ENTRAUCHUNG EINES VORTRAGSSAALES - VERGLEICH ZWISCHEN VERSCHIEDENEN INGENIEURMETHODEN DES BRANDSCHUTZES

Bernd Konrath und Wilfried Mertens
I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH Aachen

EINLEITUNG

Im Rahmen von Umbaumaßnahmen einhergehend mit der Ertüchtigung des Brandschutzes an der Kinderklinik des Inselspitals Bern wurde das Entrauchungskonzept des Hörsaals überprüft. Als Folge wurde die maschinelle Entrauchungsanlage nach den Vorgaben des I.F.I. Instituts für Industrieaerodynamik GmbH ertüchtigt. Die Auslegung erfolgte zum damaligen Zeitpunkt auf der Grundlage einer analytischen Betrachtung der schutzzielorientierten Aufgabenstellung.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden verschiedene Ingenieurmethoden vergleichend betrachtet. Durch manuelle Berechnungen wurde der Einfluss des jeweils benutzen Plumemodells als Grundlage verschiedener Normen und Richtlinien auf die Ergebnisse der Rauchschichtentwicklung untersucht. In einem zweiten Schritt wurden die Ergebnisse verglichen mit den Aussagen des Zonenmodells CFast [1], einer Feldsimulation mit dem Programmcode FDS [2] und den Ergebnissen einer Modellstudie an einem physikalischen Modell.

RANDBEDINGUNGEN

Geometrische Randbedingungen

Der Hörsaal besitzt eine Grundfläche von ca. 527 m², die Sitzreihen sind ansteigend angeordnet. Zu- und Ausgänge sind auf der Zugangsebene U1 sowie auf Ebene E0 (h = 3,4 m) seitlich angeordnet. Die Ausgänge auf Ebene U1 dienen im Brandfall als natürliche Nachströmöffnungen, die geometrische Zuluftfläche beträgt damit je Seite 3,8 m²

Die Deckenhöhe steigt über die Tiefe des Raumes von 6,8 m auf 7,3 m absolutes Maß an. Im hinteren Teil des Auditoriums befindet sich unterhalb der Decke ein eingezogener, geschlossener Technikraum. Bild 1 zeigt einen Schnitt durch den Saal, Bild 2 zeigt eine Aufnahme des Hörsaals von oben, Bild 3 die seitlich angeordneten Notausgänge auf Ebene E0.

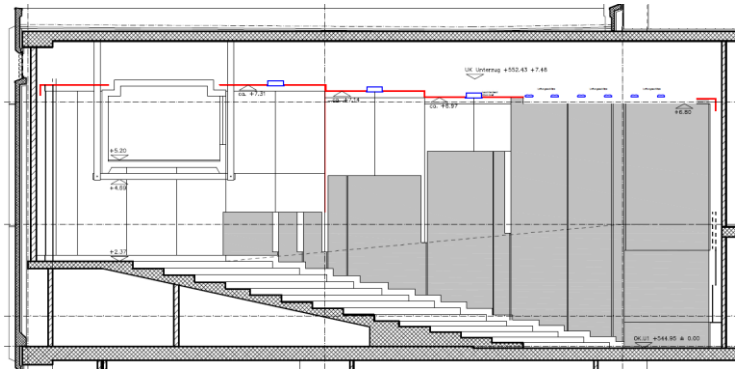


Bild 1 Schnittdarstellung des Hörsaals

Bild 2 Ansicht des Auditoriums

Bild 3 Notausgang auf Ebene E0

Schutzziel

Für das vorliegende Objekt sind zwei Nutzungszustände durch den Betreiber definiert, die bei der Betrachtung der Schutzziele zu beachten sind. Wird der Hörsaal in seiner originären Funktion genutzt, darf davon ausgegangen werden, dass ein ausbrechendes Feuer schnell entdeckt und durch das brandschutztechnisch ausgebildete und bei Vortragsnutzung immer vorhandene Personal (Maßnahme des organisatorischen Brandschutzes) in der Entstehung bekämpft wird. In diesem Fall wird ein nennenswerter Brand unterbunden und es werden keine größeren Rauchgasmassenströme freigesetzt.

Bedingt durch die technische Ausstattung des Raumes mit elektrischem Multimediazubehör im Vortragsbereich ist auch im nicht im Vortragsbetrieb befindlichen Hörsaal eine Brandgefahr gegeben. In diesem Fall geschieht die Branddetektion durch die Brandmelder und die Brandschutzmaßnahmen werden durch die Brandmeldeanlage ausgelöst.

Die durch den Brandschützer vorgegebenen Schutzziele sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 Schutzzielforderung

Fluchtweg	Schutzziel
2 Fluchtwege aus U1 bis 2,2 m ab Boden (Interventionspunkt der Wehrdienste)	10 min Entfluchtung rauchfrei
	20 min für Intervention raucharm (10 m Sichtdistanz)
2 Fluchtwege aus E0 zu Foyer	5 min für Entfluchtung rauchfrei
1 Fluchtweg aus E0 zu Außentreppe	10 min für Intervention raucharm (10 m Sichtdistanz)

Für die Dimensionierung der Entrauchungsanlage maßgebend ist der Fall des nicht im Vortragsbetrieb befindlichen Hörsaals, da hier eine Brandausbreitung nicht in der Entstehungsphase durch geschultes Personal unterbunden wird.

Designbrand

Mit behördlicher Abstimmung wurde eine maximale Wärmefreisetzungsrate von 2 MW bei einem flächenbezogenen Wärmestrom von 300 kW/m² angesetzt. Der Brandausbreitungskoeffizient wurde wegen der Nutzung von Papier im Vortragsbereich mit 0,047 kW/m² angenommen, was einer schnellen Brandausbreitung entspricht. Bild 4 zeigt die Entwicklung der Gesamtwärmefreisetzungsrate und der Brandherdfläche. Die Lage des Brandherds wurde auf Bodenhöhe anstelle des Vortragspults angenommen, um eine größere Aufstiegshöhe zu berücksichtigen.

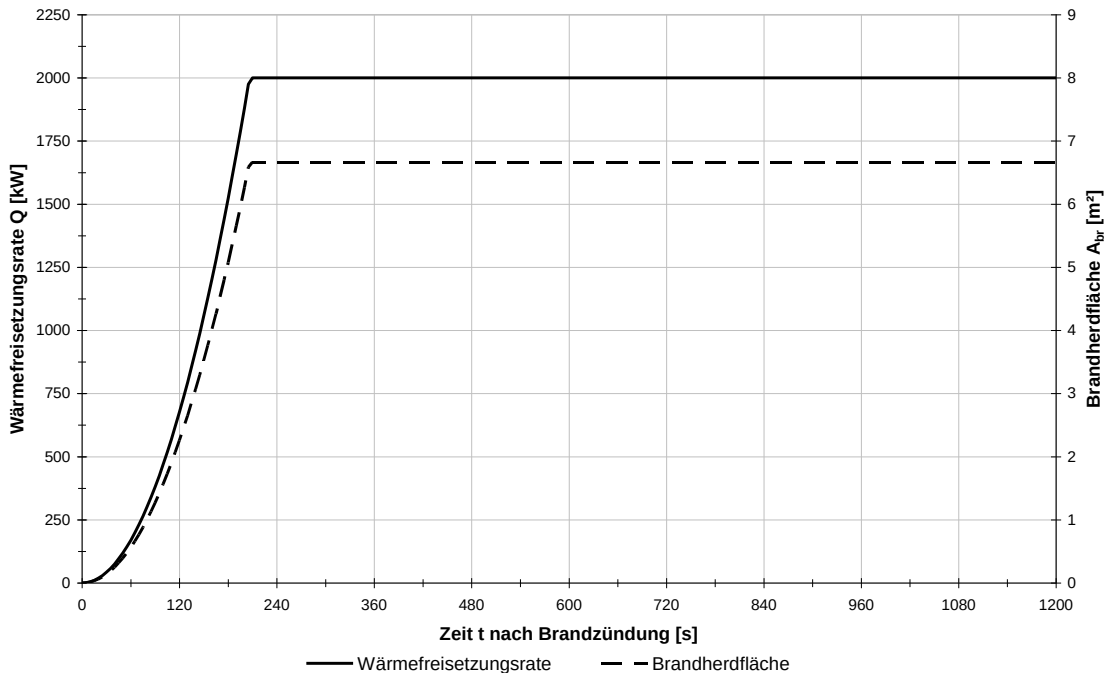


Bild 4 Entwicklung der Wärmefreisetzungsrate und Brandherdfläche

Auslegung der Entrauchungsanlage

Die Auslegung der Entrauchungsanlage wurde im ursprünglichen Projekt auf Basis eines analytischen Modells durchgeführt. Hierbei wurde die Rauchentwicklung in Anlehnung an DIN 18232-2 [3] berechnet mit einem abweichenden Strahlungsanteil von $f_r = 0{,}3$. Aufgrund der architektonischen Planung der Deckenausführung baut das Entrauchungskonzept auf einer maschinellen Entrauchung auf. Die Zuluft wird gemischt maschinell über die Raumluftanlage und natürlich über die Nachströmung an den Ausgängen auf Ebene U1 gelöst. Kriterium für die natürliche Nachströmung war eine maximale mittlere Zuluftgeschwindigkeit von 1 m/s im Türquerschnitt. Die Zuströmung über die Raumluftanlage erfolgt in den Treppenabsätzen der in der Höhe gestaffelten Sitzreihen. Tabelle 2 zeigt die Eckdaten von Brandherd und Entrauchungsanlage, Bild 5 zeigt die geometrische Anordnung.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Analytische Berechnung

Die ursprüngliche Auslegung beruhte auf einer Excelberechnung, in der die Volumenbilanzen für diskrete Zeitschritte aufgestellt werden. Aus dem Raumvolumen wurden höhenabhängig insgesamt 8 Teilvolumen als Kontrollvolumina gebildet. Als Quellterme wurden die Massenstrom- und Temperaturberechnungen des angesetzten Plumemodells und der in der Auslegung definierte Volumenstrom der Entrauchungsanlage benutzt. Der Einsatzzeitpunkt der Entrauchung wurde gemäß Auslegung mit 120 s angesetzt.

Tabelle 2 Eckdaten Brandherd und Entrauchungsanlage

Brandherd	
Maximale Wärmefreisetzung	.2000 kW
Flächenbezogene Wärmefreisetzung	300 kW/m²
Brandentwicklungskoeffizient	0,047 kW/s²
Entrauchungsanlage	
Maximal zulässige Detektionszeit	120 s
Maschineller Zuluftvolumenstrom	27.500 m³/h
Maschineller Abluftvolumenstrom	48.000 m³/h

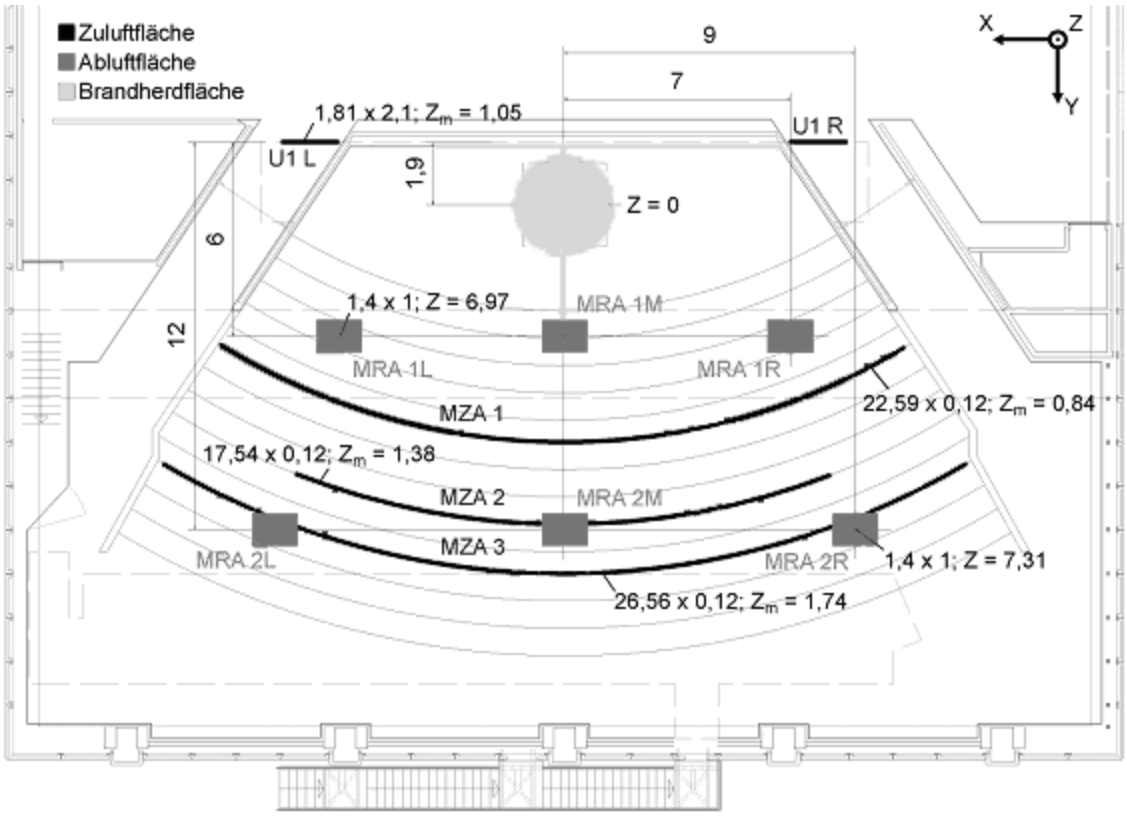


Bild 5 Anordnung von Brandherd, Zu- und Abluftflächen

Als Qualitätskriterium für eine ungestörte Raumströmung wurde eine maximale Zuluftgeschwindigkeit von 1 m/s definiert. Zur Diskretisierung wurde ein Zeitschritt von 5 s angesetzt; die Berechnung wurde über eine Zeitdauer von 20 min durchgeführt und entsprach damit dem geforderten Nachweis des Schutzziels.

Aufbauend auf dieser Analyse wurden die folgenden Varianten untersucht, um deren Einfluss auf die Entwicklung der Rauchgasschicht bzw. die Berechnung abzuschätzen:

- Zeitliche Diskretisierung,
- Plumemodell,
- Einfluss der Temperaturberechnung.

Der Diskretierungsschritt wurde mit Δt = 2,5 s und Δt = 10 s variiert, der Plume wurde nach den Vorgaben der DIN 18232-2 berechnet

Die Berechnung der brandspezifischen Größen wurde als Variation nach den folgenden Regelwerken bzw. Plumemodellen angesetzt:

- DIN 18232-2,
- VDI 6019-2 [4],
- vfdb-Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes [5],
- SFPE - Handbook of Fire Protection Engineering [6],
- McCaffrey [7].

Um den Einfluss verschiedener Ansätze zur Temperaturberechnung und damit zur Dichtebestimmung auf die Volumenstromentwicklung als Quellterm der Analyse zu untersuchen, wurde bei gleichbleibendem Ansatz des Massenstroms (auf Grundlage des gemischten Ansatzes nach Thomas/Hinkley und Zukoski der DIN 18232-2[1]) die Temperaturbestimmung nach folgenden Grundlagenuntersuchungen und Regelwerken durchgeführt:

- Heskestad (SFPE Handbook),
- Wärmekapazitätsgleichung (VDI 6019-2),
- Heskestad/Delichatsios [8] (vfdb-Leitfaden),
- McCaffrey,
- Zukuski/Yokoi [9],
- Tanaka/Yamana [10].

Zonenmodell CFast

Zum Vergleich wurde das Zonenmodell CFast in der Version 6.1.1 herangezogen. Die Rauchentwicklung erfolgt in diesem Fall nach McCaffrey und Heskestad. Aufgrund der modellbedingten Einteilung in quaderförmige Zonen ist die Annäherung der Geometrie in einem solchen Fall schwierig. Die Forderung nach minimaler Segmentierung steht hier der Forderung nach geometrischer Ähnlichkeit entgegen. Um diesen Aspekt der Zonenmodelle näher zu beleuchten, wurden drei Modelle mit unterschiedlich starker Segmentierung des

Raumvolumens aufgebaut, die in Bild 6 dargestellt sind. Das Gesamtraumvolumen wurde in allen drei Modellen gleich gehalten, in den Modellen A und B wurde eine mittlere Raumhöhe angenommen.

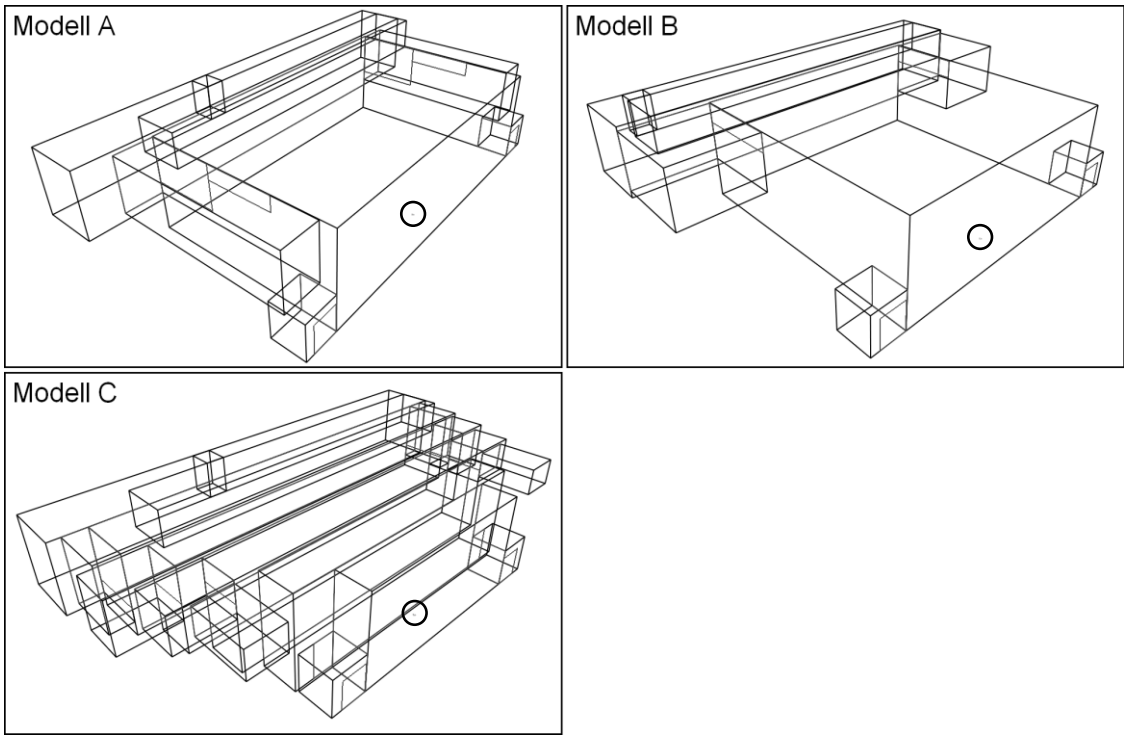


Bild 6 Modellbildung in CFast

Feldmodell FDS

FDS ist ein frei zugängliches Softwarepaket des amerikanischen National Insitute of Standards and Technology NIST, das speziell auf die Belange des Brandschutzes zugeschnitten ist und inzwischen im Brandschutz weite Verbreitung gefunden hat [11]. Im vorliegenden Fall wurde Version 5.3.1 verwendet, das Modell umfasste 4,5 Mio. Zellen. Die Vorgaben des Brandschutzes bezüglich der Definition des Brandherds wurden durch eine vorgegebene Wärmefreisetzungsrate mit gekoppelter Brandflächenentwicklung abgebildet. Bild 7 zeigt das Simulationsmodell. In der Auswertung kann die Höhe der raucharmen Schicht direkt ausgegeben werden, die aus der Temperaturverteilung über die Höhe angenähert wird.

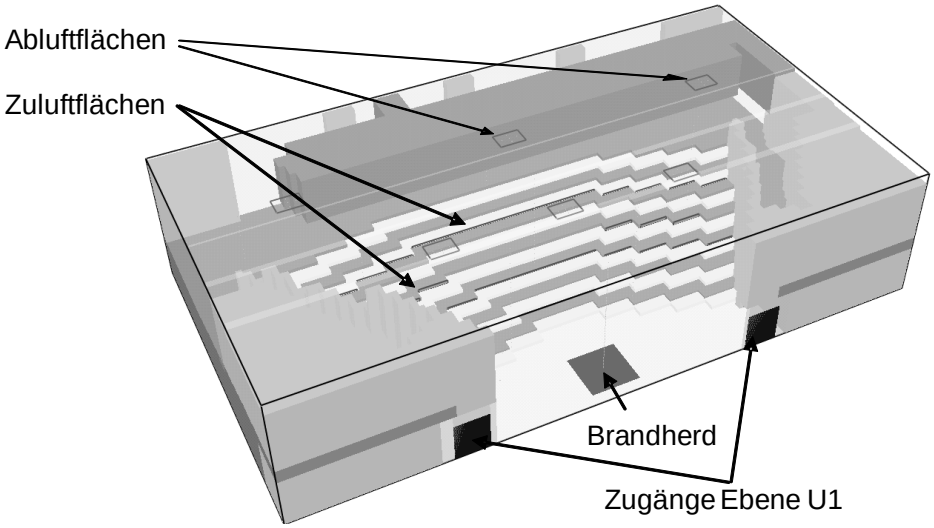


Bild 7 Feldmodell FDS

Physikalisches Modell

Der Hörsaal wurde als Modell im Maßstab M 1:15 aufgebaut. Die Simulation des Brandherds wurde nach der Leichtgasmethode durchgeführt [12], in der der Massenstrom durch ein variables Gemisch aus Luft und Helium ersetzt wird. Die zeitliche Entwicklung des Brandherds kann bedingt durch die Trägheit der Massenstromregler nur in diskreten Schritten nachgebildet werden, wie in Bild 8 dargestellt.

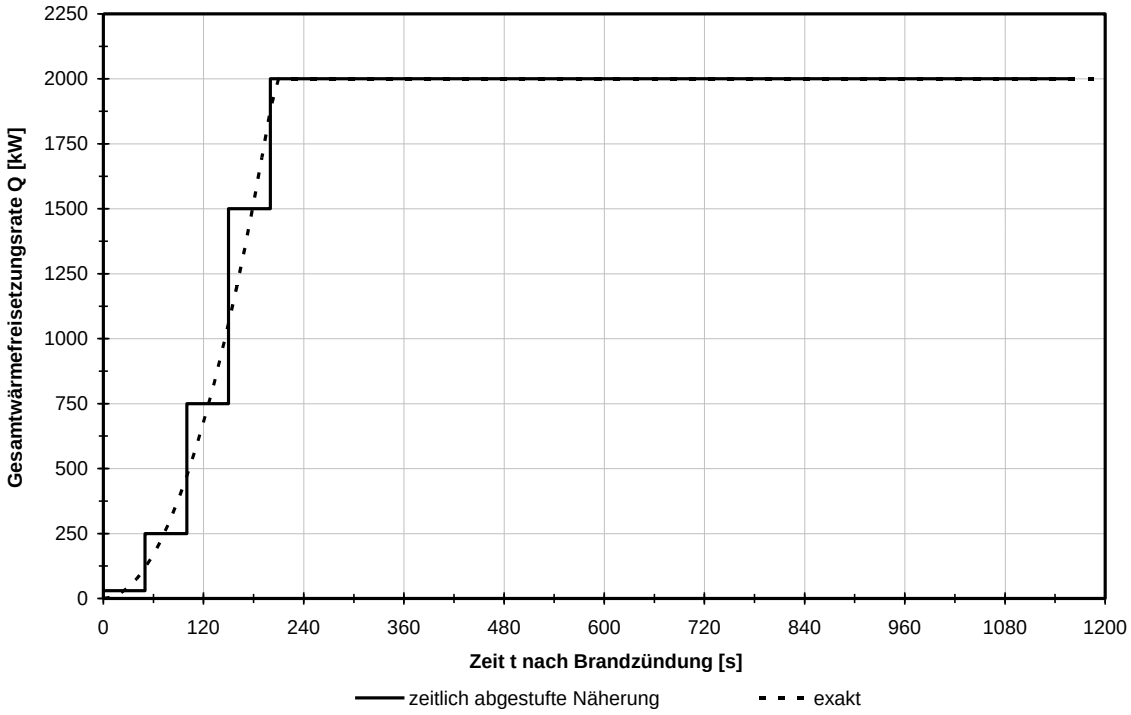


Bild 8 Annäherung der Brandverlaufskurve im physikalischen Model

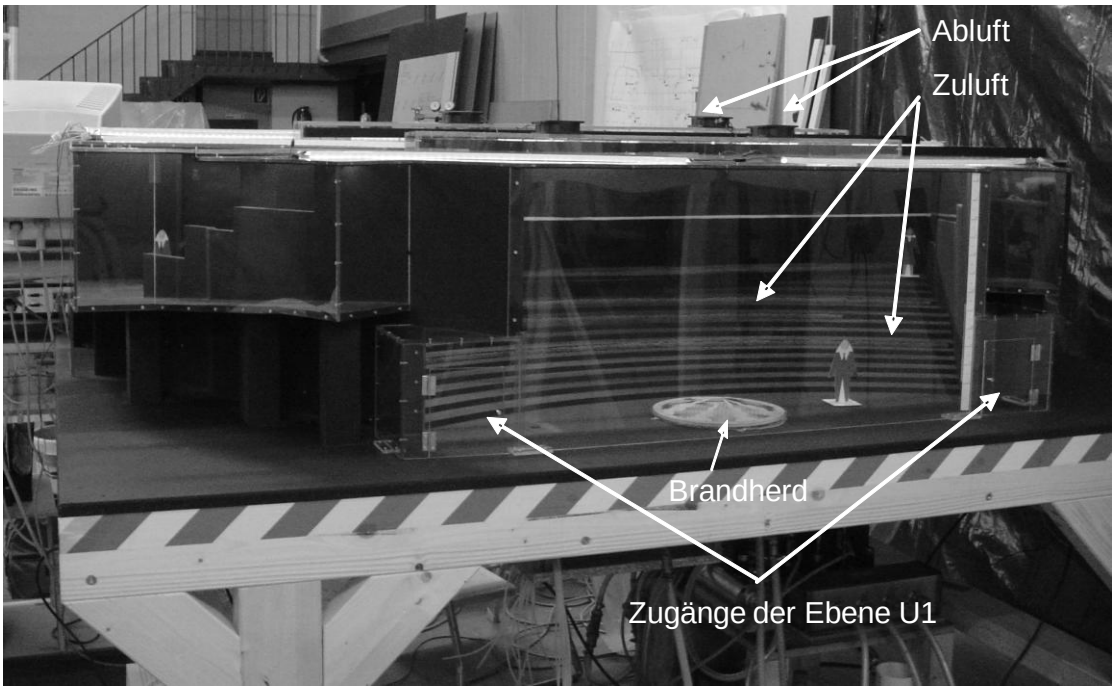


Bild 9 Ansicht des physikalischen Modells

Die Vorauswertung erfolgt hier qualitativ durch Strömungsbeobachtung unter Beimischung von Nebelfluid. Eine quantitative Auswertung nach der Tracergasmethode ist leider noch nicht abgeschlossen.

ERGEBNISSE

Zeitliche Diskretisierung

Bild 10 zeigt die Entwicklung der raucharmen Schicht auf Grundlage der ursprünglichen Berechnung mit Variation der Zeitschrittweite von Δt = 2,5 - 5 - 10 s. Die Brandherdberechnung erfolgt hier in Anlehnung an DIN 18232-2.

Das analytische Modell scheint weitgehend unempfindlich auf Veränderung der Diskretisierung zu reagieren, der größere Zeitschritt tendiert eher noch dazu, eine Analyse auf der sicheren Seite zu gewährleisten. Die ursprüngliche Diskretisierung mit 5 s wird im Folgenden Verlauf der Untersuchung weiter benutzt. Klar zu erkennen ist der Anlauf der Entrauchungsmaßnahmen bei 120 s.

Variation der Plumeformeln

Die Variation der Plumeformeln nach den Ansätzen der oben aufgeführten Grundlagenuntersuchungen und Regelwerke innerhalb der analytischen Berechnung ist in Bild 11 dargestellt.

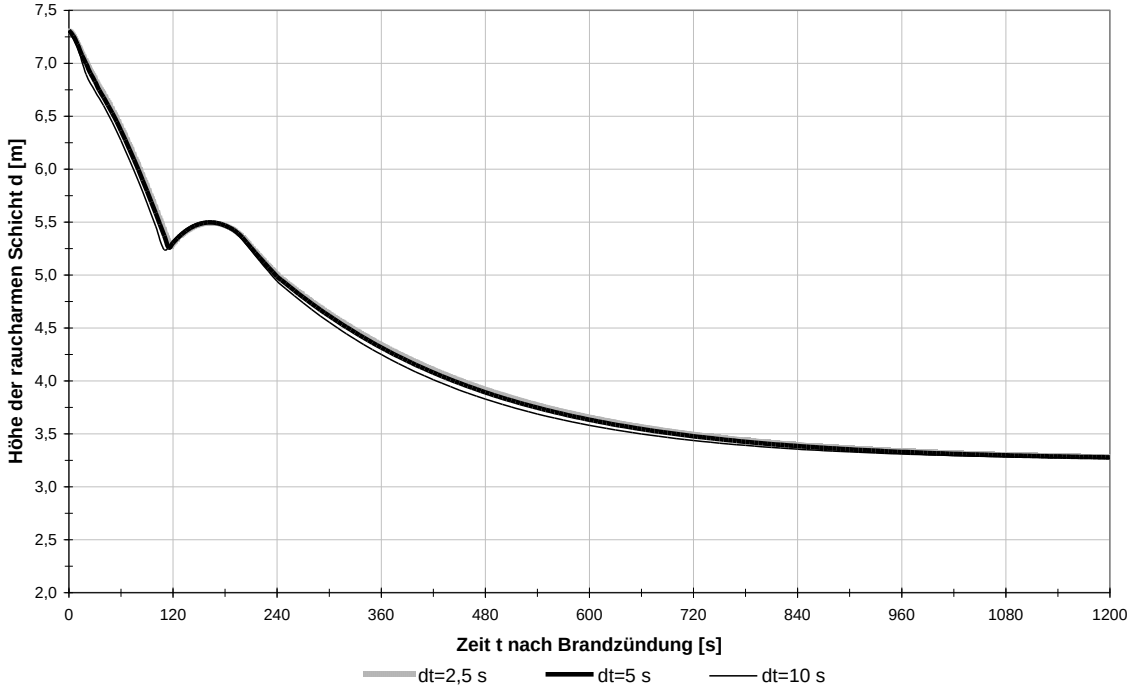


Bild 10 Entwicklung der raucharmen Schicht - Variation der Zeitschrittweite

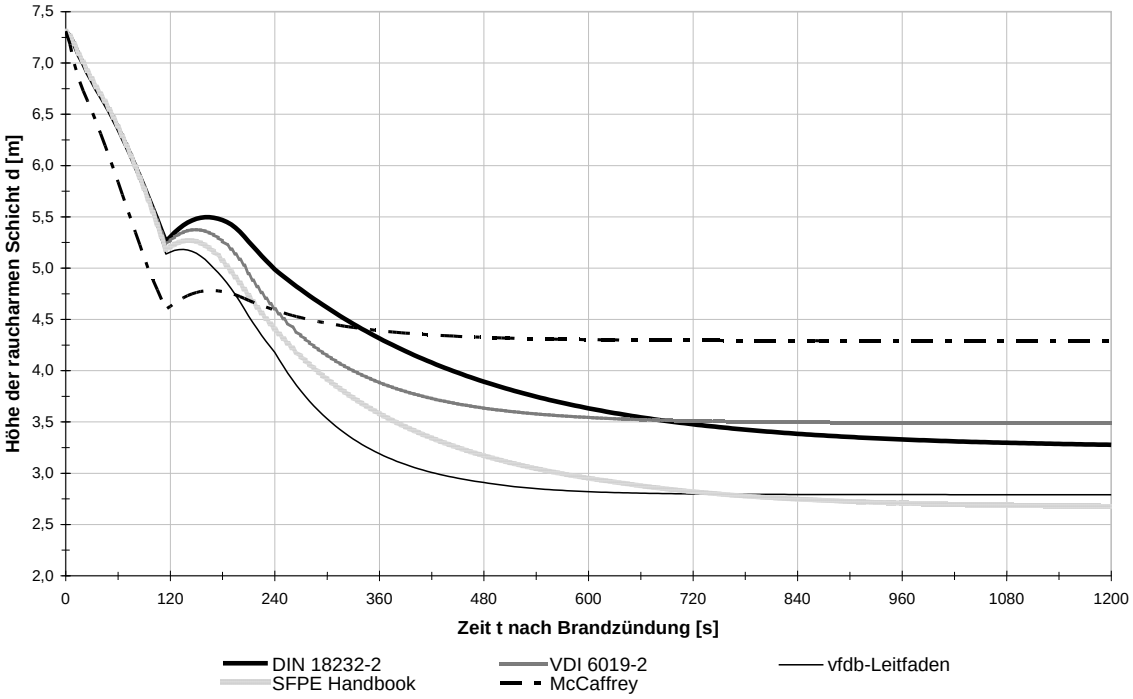


Bild 11 Entwicklung der raucharmen Schicht - Variation der Plumeformeln

Das Schutzziel einer raucharmen Schicht über einen Zeitraum von 20 min wird nach allen Ansätzen erfüllt. Abweichend von den anderen Modellen zeigt der Ansatz nach McCaffrey eine stärkere Rauchgasentwicklung in der Anfangsphase, hingegen in der Sättigungsphase eine deutlich geringere Rauchgasent-

wicklung als die anderen Ansätze. Die Plumeansätze nach DIN 18232-2, VDI 6019-2, vfdb-Leitfaden und SFPE zeigen in der Berechnung einen ähnlichen Verlauf. Die Höhe der raucharmen Schicht, die sich nach 20 min als annähernd stabiler Zustand einstellt, variiert hier zwischen 2,7 m und 4,3 m. Der Ansatz nach DIN 18232-2 liegt mit einer Höhe von 3,25 m eher im oberen Bereich des Spektrums.

Unterschiedliche Ansätze der Temperaturberechnung

Die unterschiedlichen Ansätze zur Temperaturberechnung nach den oben aufgeführten Grundlagenuntersuchungen wurden in die Berechnung integriert, wobei alle anderen brandherdspezifischen Größen nach DIN 18232-2 berechnet wurden (Fläche, Leistung, Flammenhöhe, Massenstrom). Bild 12 zeigt für den vollentwickelten Brand mit einer Gesamtwärmefreisetzungsrate von 2 MW bei einer flächenspezifischen Wärmefreisetzung von 300 kW/m² und einer Flammenspitzenhöhe von 2,91 m vergleichend die Entwicklung der mittleren Plumetemperatur oberhalb der Flammenspitze bis zu einer Höhe von rund 27 m (bei entsprechender Raumhöhe).

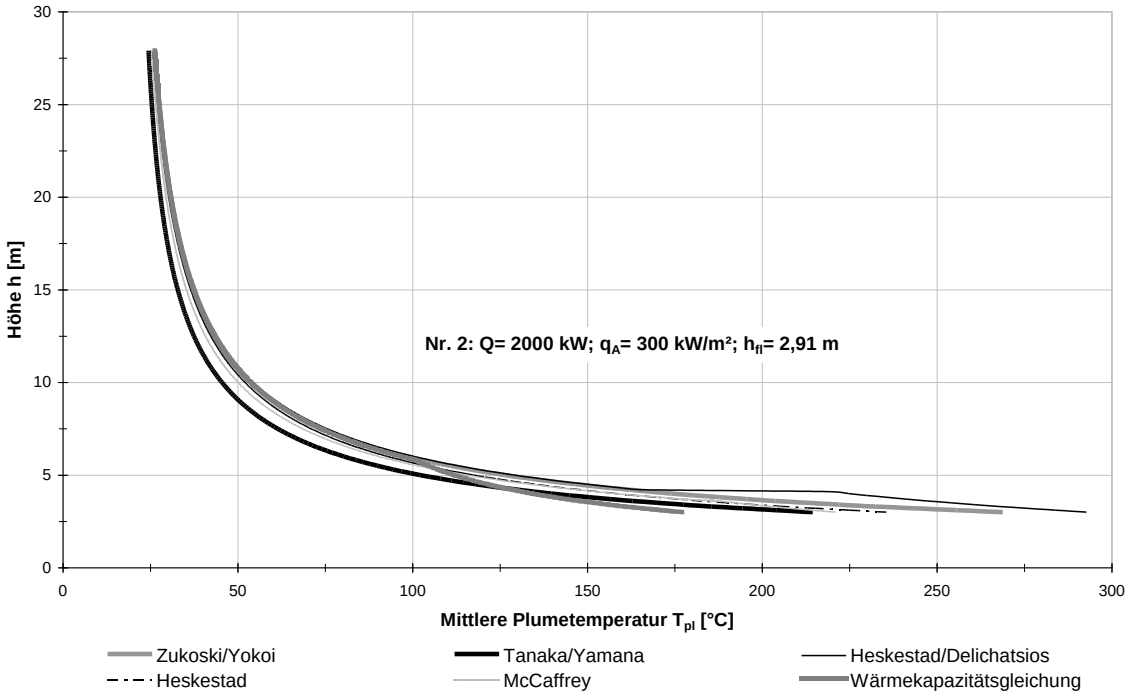


Bild 12 Temperaturentwicklung über der Höhe nach unterschiedlichen Ansätzen der Temperaturberechnung bei gleichem Ansatz der Plumeberechnung

Das Diagramm zeigt natürlich nur den Vergleich zu einem einzigen Zeitpunkt der Brandentwicklung, der Verlauf der Temperaturkurven in Relation zueinander ist aber ähnlich für andere Zeitpunkte der Brandherdentwicklung. Die Temperaturdifferenz der einzelnen Modelle verringert sich mit der Höhe. Bei großen Abständen zur Rauchgasschicht unterscheiden sich die Rauchgasdichten und

damit die Volumenströme, die in die Rauchgasschicht eintreten würden nur gering. Im Bereich knapp oberhalb der Flammenspitzenhöhe liegt eine Spanne von ca. 450 K zu 580 K vor – eine Berechnung der Rauchgasvolumenströme würde hier eine Differenz von ca. 30 % für diese Höhe ergeben.

Bild 13 zeigt den Einfluss der Temperaturberechnungsvorschriften auf den Verlauf der Rauchgasschicht am Beispiel des Hörsaales bei gleichbleibendem Plumeansatz nach DIN 18232-2.

Die Wahl des Temperaturansatzes bei der Berechnung der Rauchgasvolumenströme hat einen nicht zu vernachlässigbaren Einfluss auf die Entwicklung der Rauchgasschicht. Eine Wertung dieser Ergebnisse würde genauere Untersuchungen dieses Phänomens erforderlich machen und geht in diesem Zusammenhang zu weit.

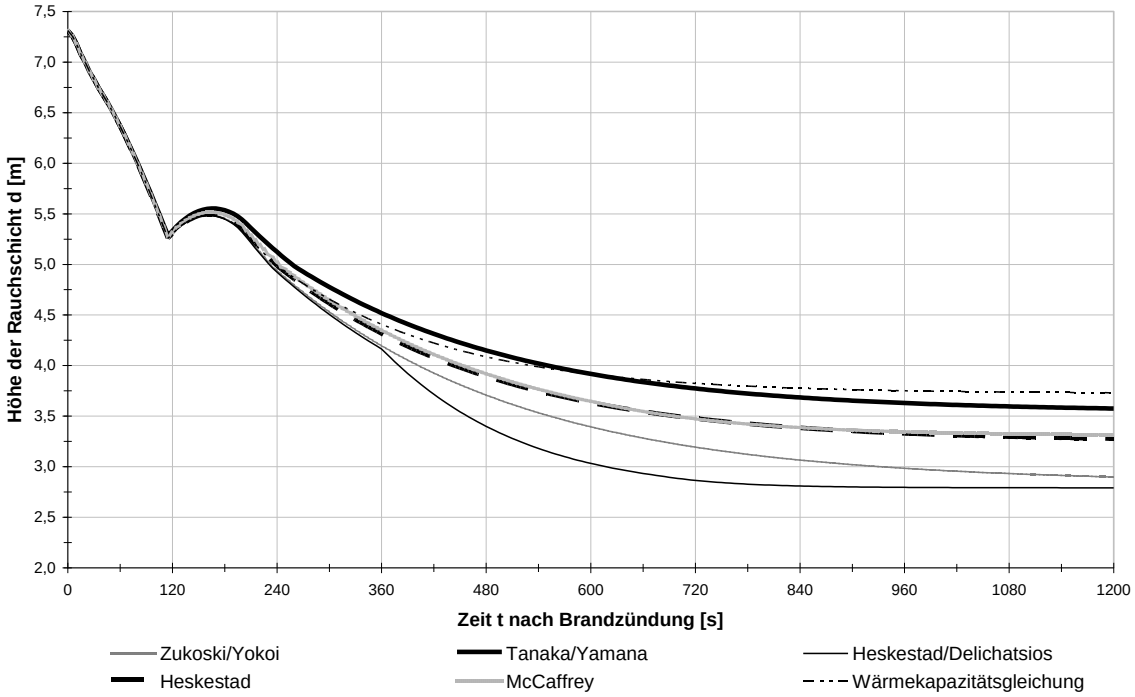


Bild 13 Einfluss des Ansatzes zur Temperaturberechnung auf die Entwicklung der Rauchgasschicht

Zonenmodell CFast

Bild 14 zeigt den Vergleich der Rauchgasschichtentwicklung der drei verschieden segmentierten Modelle im Vergleich mit den Plumeansätzen nach McCaffrey, der als Standardansatz in CFast benutzt wird, und Heskestad, der alternativ zur Verfügung steht.

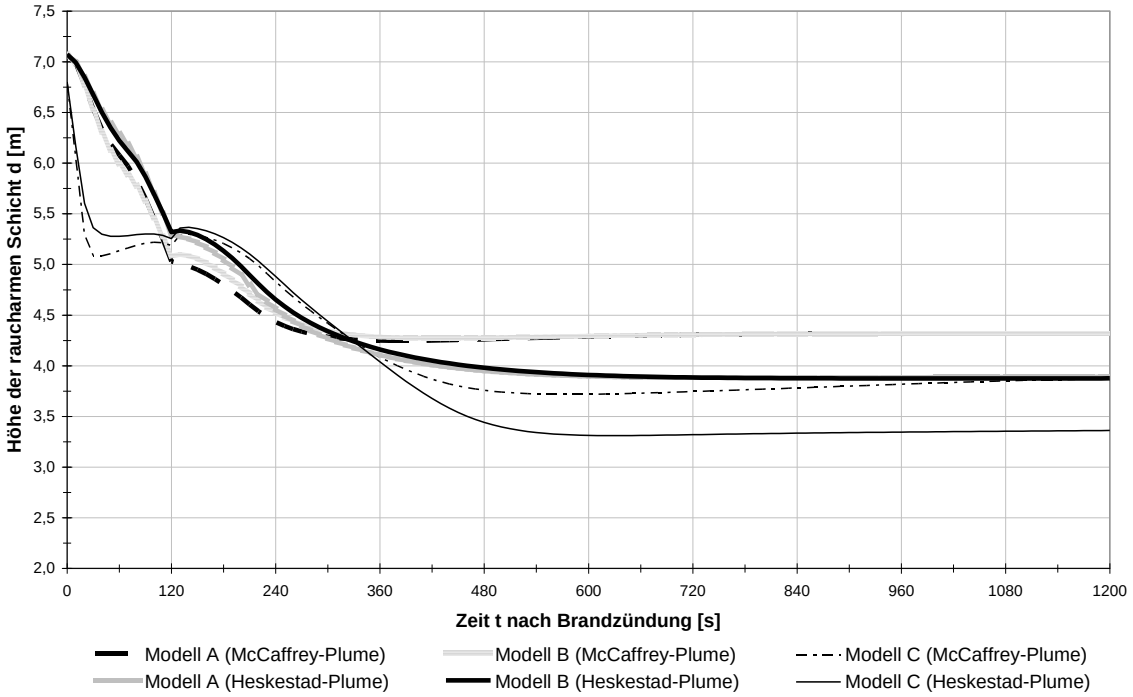


Bild 14 Vergleich der Rauchgasschichtentwicklung der Modelle A, B und C in CFast

Die Modelle A und B zeigen einen ähnlichen Verlauf, wie ihn die analytischen Betrachtungen ergeben. Die sprunghafte Entwicklung der Rauchgasschicht des Modells C in den ersten 30 s und die danach fast stagnierende Entwicklung deuten auf ein Problem des Modells aufgrund der Segmentierung hin. Bild 15 zeigt die Temperaturentwicklung und die stark differierenden, sprunghaften Anstiege der Temperatur von einem Segment zum nächsten. Zusätzlich ist zu beachten, dass hier die Vorgaben hinsichtlich der optimalen Breiten-/Längen-/Höhenverhältnisse des Programms bewusst missachtet wurden, um eine bessere geometrische Ähnlichkeit zu erzielen. Dies zeigt aber auch, dass Zonenmodelle zur Berechnung der Höhe raucharmer Schichten nicht für die Benutzung bei komplizierten Geometrien geeignet sind.

Bild 16 zeigt den Vergleich der Rauchgasschichtentwicklung in CFast mit der analytischen Berechnung unter Anwendung derselben Plumeformeln.

Der Vergleich unter Anwendung der Plumeformel nach McCaffrey zeigt ein ähnliches Verhalten unter Anwendung beider Methoden. Unter Verwendung des Plumeansatzes nach Heskestad in CFast und nach DIN 18232-2 und SFPE innerhalb der analytischen Methode zeigt sich ein deutlicher Unterschied. Während die Anfangsphase nach CFast/Heskestad und SFPE fast deckungsgleich verläuft, liegt die Abschätzung der Höhe der raucharmen Schicht im quasistationären Zustand nach CFast sogar noch deutlich über der Angabe der analytischen Methode unter Verwendung der Formeln aus DIN 18232-2.

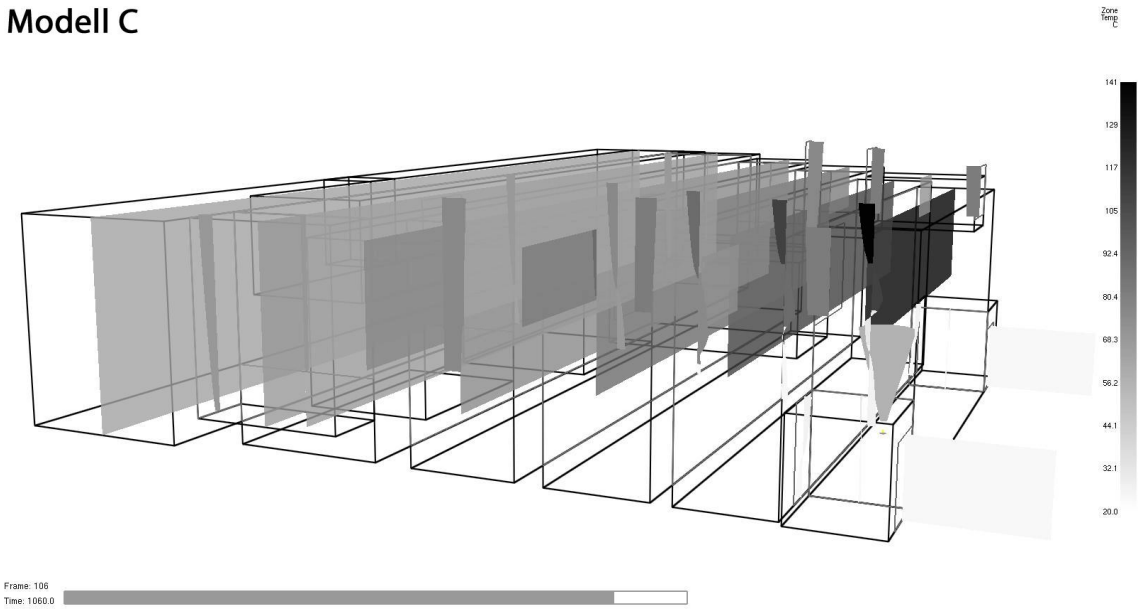


Bild 15 Temperaturentwicklung Modell C

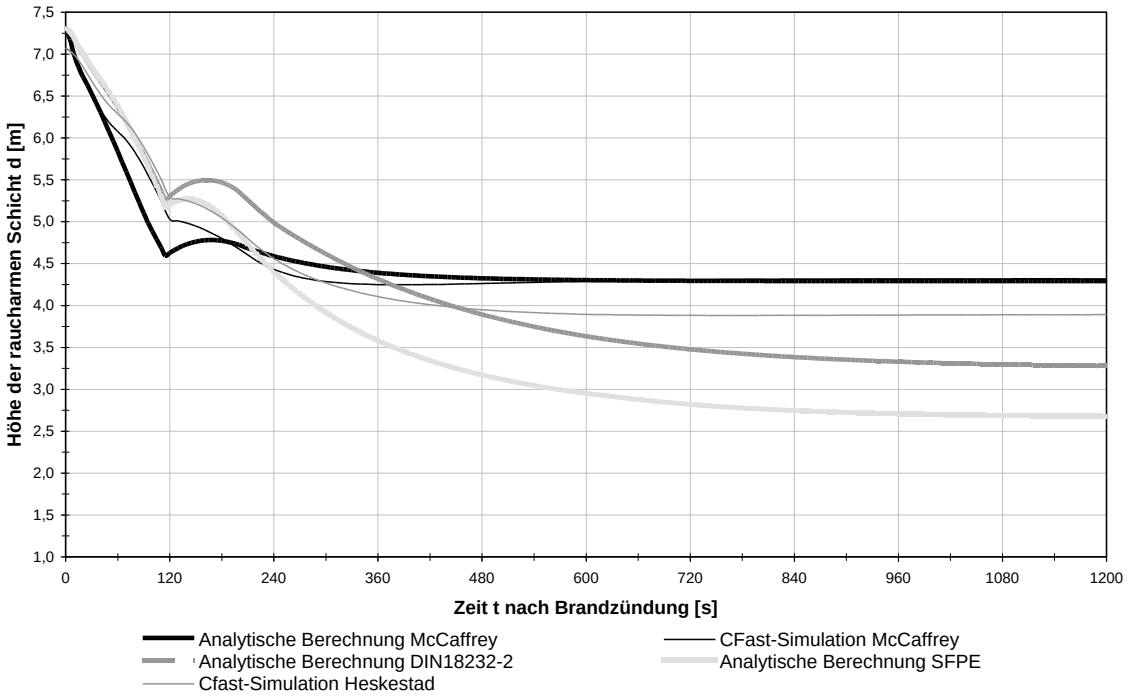


Bild 16 Vergleich der Rauchgasschichtung nach analytischer Berechnung und CFast Modell A

Der Grund dieser Abweichungen scheint in den sehr stark unterschiedlichen Berechnungen der mittleren Plumetemperatur nach CFast und den analytischen Ansätzen in Höhe der Rauchgasschicht zu liegen, wie Bild 17 zeigt. In der Anfangsphase bei kleinen Massenströmen und geringen Temperaturdifferenzen zwischen den Methoden, sind die Auswirkungen klein, während die Differenzen

sich im Verlauf der Berechnung immer stärker auswirken. Insgesamt zeigt sich, dass die Anwendung von CFast eher auf der unsicheren Seite liegt, eine Auslegung nach diesen Ergebnissen hätte zu deutlich geringeren Volumenströmen in der Auslegung der Entrauchungsanlage und damit zu erheblich geringeren Höhen der raucharmen Schicht im Brandfall geführt.

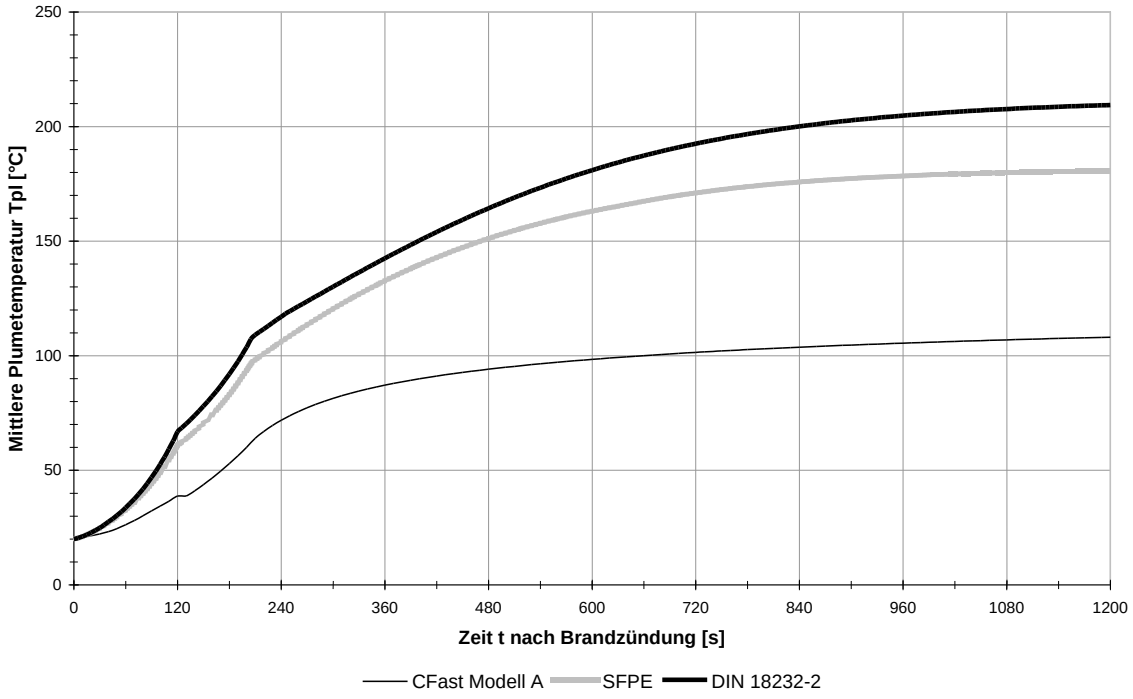


Bild 17 Vergleich der mittleren Plumetemperatur

Feldmodell FDS

In Bild 18 ist die Entwicklung der Rauchgasschicht bei Simulation mit FDS optisch dargestellt, Bild 19 zeigt die Entwicklung der Rauchgasschicht im Vergleich zur analytischen Berechnung nach DIN 18232-2 und VDI 6019-2.

In Bild 18 ist zu erkennen, dass die Rauchgasschichtentwicklung ab ca. 480 s stabil bleibt. Der Vergleich der analytischen Methode mit den Ergebnissen der FDS-Simulation zeigt fast 100 % Übereinstimmung mit der Analyse nach VDI 6019-2. Die Angabe der raucharmen Schichthöhe nach DIN 18232-2 im quasistationären Zustand liegt nur geringfügig unterhalb der FDS-Simulation, wobei in der Brandentwicklungsphase FDS eine niedrigere Höhe ausgibt.

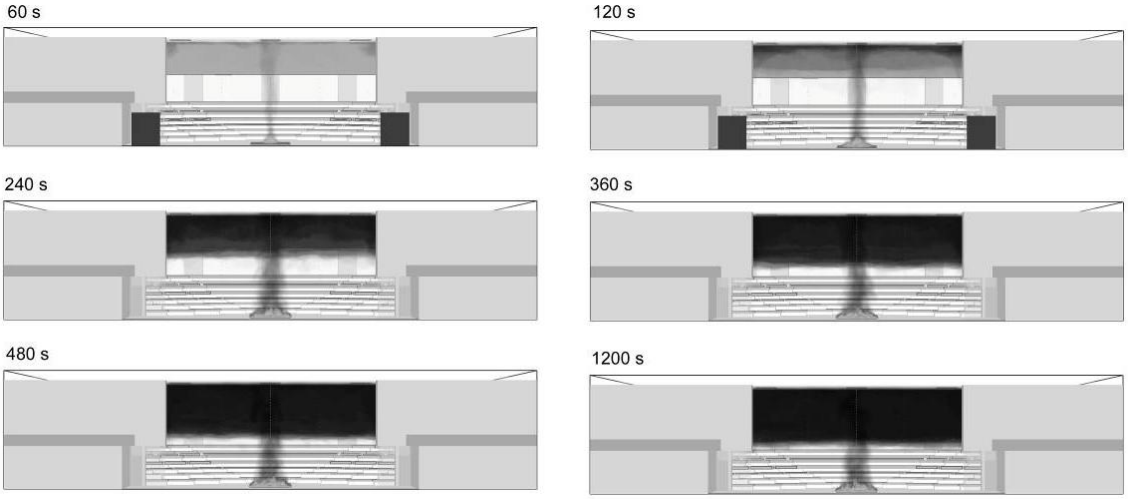


Bild 18 Optische Darstellung der Rauchgasschichtentwicklung in FDS

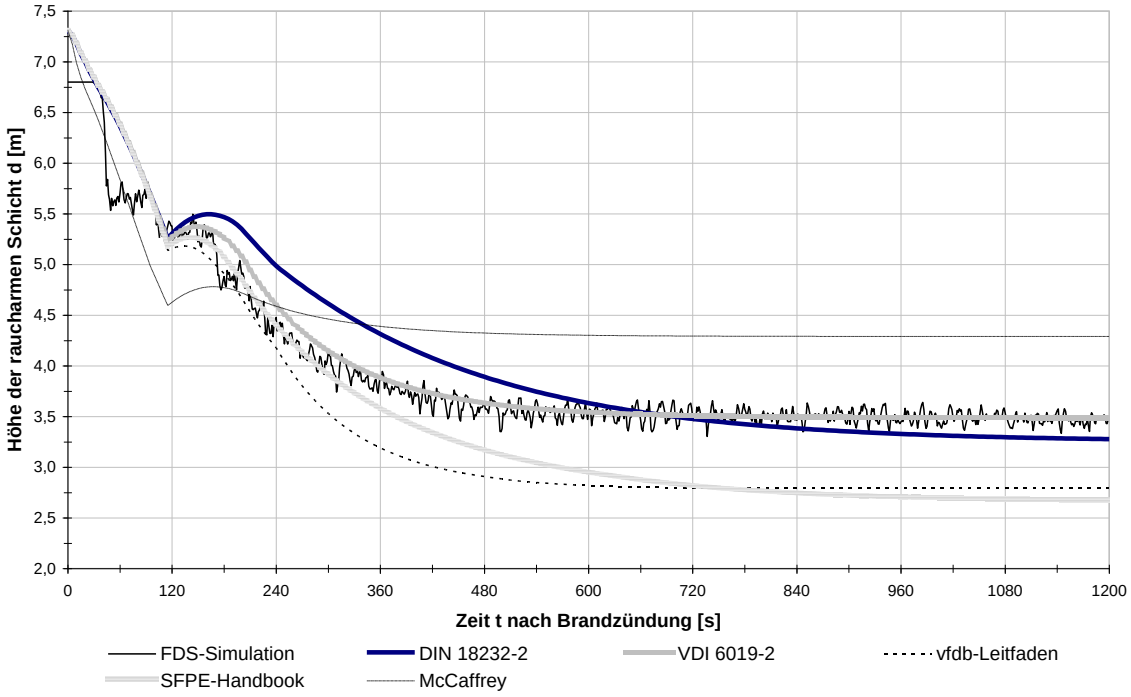


Bild 19 Vergleich der Rauchgasschichtentwicklung FDS – analytische Berechnung

Physikalisches Modell

Im physikalischen Modell wurden vergleichend die Vorgaben der Plumeberechnung nach DIN 18232-2 sowie nach VDI 6019-2 umgesetzt. Bild 20 zeigt auf der linken Seite den quasistationären Zustand der Rauchgasvisualisierung nach DIN 18232-2 und auf der rechten Seite nach VDI 6019-2.

Die Höhenangaben der raucharmen Schicht aus der Rauchgasbeobachtung für den quasistationären Zustand liegen damit etwas oberhalb der Berechnungsmethode. Ein Vergleich der optischen Auflösung und Darstellung in FDS und im physikalischen Modell zeigt ähnliche Bilder. Bild 21 zeigt den optischen Vergleich zwischen den beiden Methoden aus zwei Perspektiven.

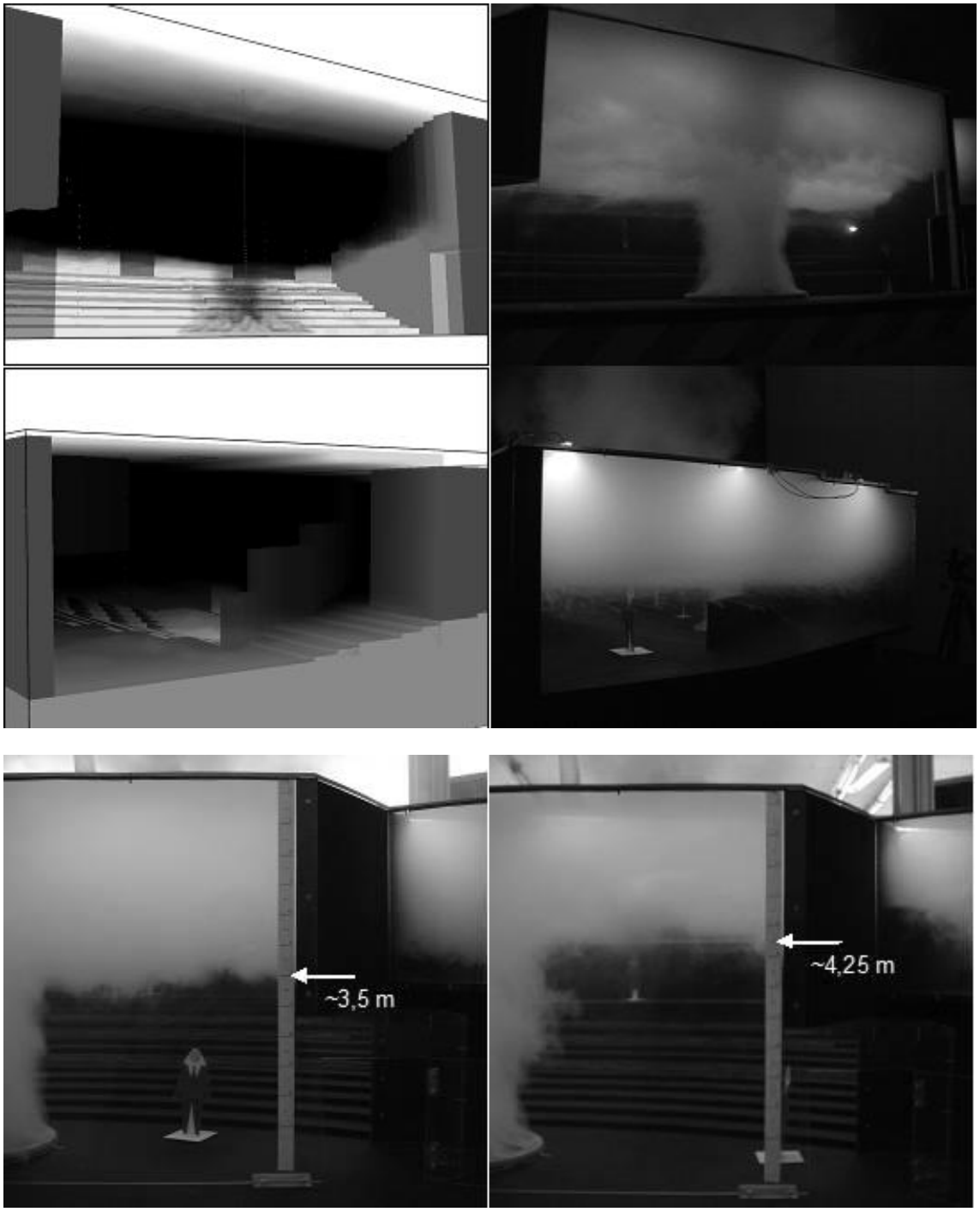


Bild 20 Rauchgasvisualisierung am physikalischen Modell - links: Plume-modellierung nach DIN18232-2, rechts nach VDI 6019-2

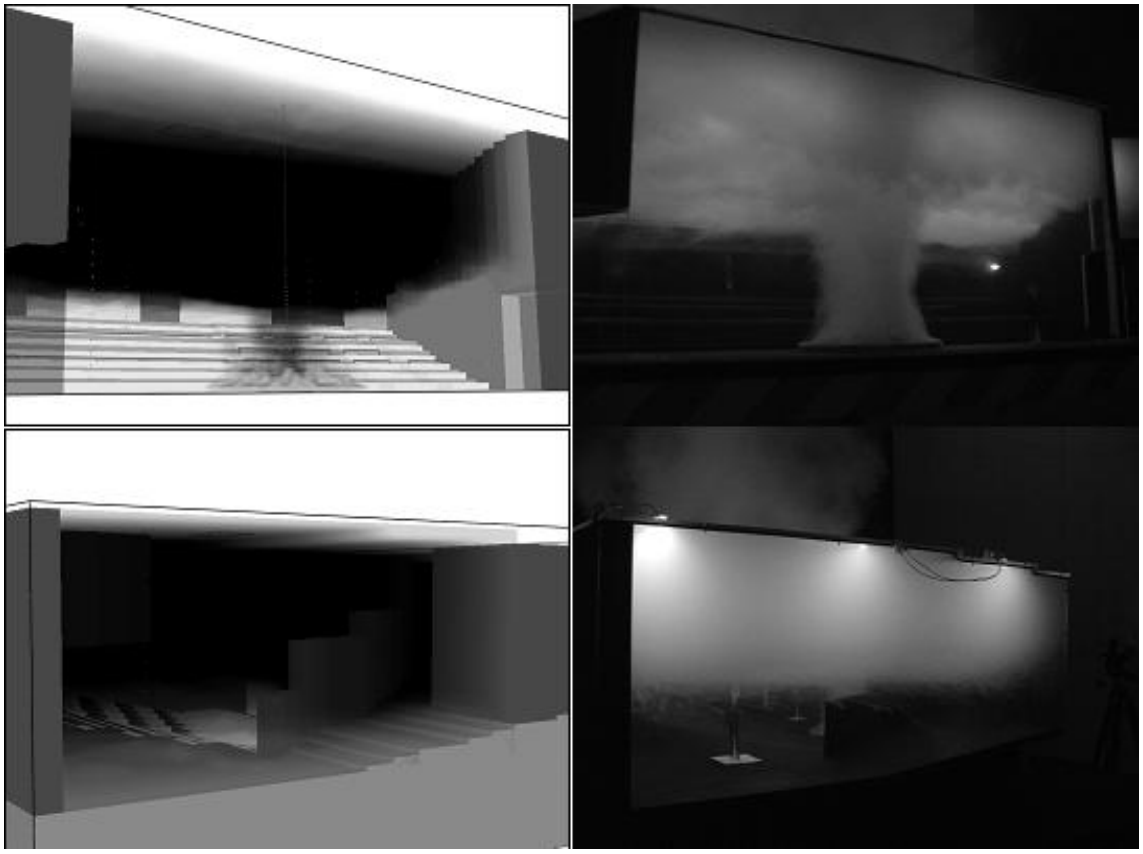


Bild 21 Vergleich FDS - Rauchgasbeobachtung physikalisches Modell - oben: von unten nach oben gesehen - unten: von der Galerie nach unten gesehen

FAZIT

Der Vergleich der einzelnen Methoden konnte hier nur deswegen vergleichbare Ergebnisse liefern, da sichergestellt war, dass sowohl nur sehr niedrige Zuluftgeschwindigkeiten auftraten und auch aufgrund der Raumgeometrie keine hochturbulenten Raumströmungsstrukturen auftraten – also die Rauchschicht nicht durch äußere Einflüsse gestört wird. Dies sind Grundbedingungen dafür, dass auf analytischem Weg oder mittels Zonenmodell eine solche Problemstellung überhaupt angehen werden kann. Anderenfalls ist eine physikalische Simulation oder eine Simulation mittels Feldmodell unerlässlich, da nur auf diesem Weg turbulente Strömungen und deren störende Auswirkungen auf Rauchschichten überhaupt sinnvoll simuliert werden können.

Der Vergleich der verschiedenen Normenansätze innerhalb der Excelberechnung zeigt, dass die unterschiedlichen Plumemodelle in nicht unerheblichem Maße im Ergebnis voneinander abweichen. Bei Auslegung einer Entrauchungsanlage wie im vorliegenden Fall, die eine gewisse Sicherheit berücksichtigt, geben aber fast alle Modelle einen guten Ansatz zur Dimensionierung. Der Ansatz nach McCaffrey fällt hier etwas heraus, da die Ergebnisse doch sehr stark von den anderen Ansätzen in Richtung unsichererer Benutzbarkeit der

Fluchtwege abweichen. Welcher Ansatz gewählt wird bleibt der Expertise des Nutzers überlassen. Eine Richtlinie, die Rückschlüsse über die Anwendbarkeit dieser Ansätze in der Praxis gibt und deutliche Hinweise über die Einschränkungen der Ansätze gibt, existiert nicht. Dies kann auch diese Untersuchung nur im Ansatz leisten.

Im Vergleich der analytischen Methode mit dem Zonenmodell CFast fällt das Zonenmodell sehr stark aus dem Rahmen der vorherigen Ergebnisse. Eine Auslegung nach dieser Methode würde zu einem auf der unsicheren Seite liegenden Ergebnis führen. Der Einsatz der Zonenmodelle ist aus unserer Sicht auch für einen solchen Fall mit ideal niedrigen Zuluftgeschwindigkeiten und nur geringfügig komplexerer Raumgeometrie nicht empfehlenswert.

Der Vergleich der Berechnungsansätze mit dem Feldmodell zeigt grundsätzlich eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Das Feldmodell liegt inmitten des Felds der Auswertungen, auffällig ist hier die sehr gute Übereinstimmung mit dem Ansatz aus VDI 6019-2.

Die Auswertung für das physikalische Modell konnte leider nicht qualitativ erfolgen, daher fehlt natürlich die quantitativ vergleichbare Größe. Die Rauchgasbeobachtung, die erfahrungsgemäß in solch vergleichsweise einfachen Fällen gut mit den qualitativen Messungen übereinstimmt, liegt im optischen Vergleich mit FDS durchaus im Rahmen der bisherigen Ergebnisse.

Zusammenfassend sind in solchen Fällen alle Methoden gut einsetzbar. Der Ansatz nach vfdb-Leitfaden scheint etwas konservativere Ergebnisse zu liefern, was zu einer Auslegung auf der sicheren Seite führt. Die Mischung von Berechnungsvorschriften, die auf unterschiedlichen Grundlagenuntersuchungen beruhen, sind kritisch zu beurteilen, wie die Kombination der Temperaturberechnungsmethoden mit dem Plumeansatz nach DIN 18232-2 zeigt. Die Ergebnisse solch gemischter Berechnungsansätze sind nicht ausreichend untersucht und dokumentiert, um eingesetzt werden zu können. Allerdings müssten dann auch andere Richtlinien, in denen gemischte Ansätze zur Anwendung kommen, kritischer als bisher beurteilt werden, z.B auch die hier eingesetzte DIN 18232-2.

Zur Vervollständigung der Untersuchung des Rauchausbreitungsverhaltens mit den verschiedenen Methoden des Brandschutzwesens ist ein Realbrandversuch noch ausstehend. Dieser soll nach Fertigstellung der Umbaumaßnahmen erfolgen. Über die Ergebnisse dieses Versuchs wird an anderer Stelle berichtet.

LITERATUR

[1] CFast (2010): http://cfast.nist.gov; NIST, USA.

[2] FDS (2010): http://fire.nist.gov/fds; NIST, USA.

[3] DIN 18232-2 (2007): Rauch- und Wärmefreihaltung, Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA) – Bemessung, Anforderungen und Einbau; Beuth Verlag, Berlin.

[4] VDI 6019-2 (2009): Ingenieurverfahren zur Bemessung der Rauchableitung aus Gebäuden – Ingenieurmethoden; Beuth Verlag, Berlin.

[5] Hosser, D. (2009): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes; Technischer Bericht 04-01, 2. Auflage Mai 2009. Altenberge, Braunschweig: Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb).

[6] Heskestad, G. (2002): Fire Plumes, Flame Height and Air Entrainment - SFPE Handbook of Fire Protection Engineering; National Fire Protection Association und Society Fire Protection Engineers, Quincy.

[7] McCaffrey, B.J. (1979): Purely Buoyant Diffusion Flames: Some Experimental Results; National Bureau of Standards, IR 79-1910, Gaithersburg.

[8] Heskestad, G. und Delichatsios, M.A. (1978): The Initial Convective Flow of Fire; 17th International Symposium on Combustion, Combustion Institute, Pittsburgh

[9] Zukoski, E.E. et al. (1981): Entrainment in Fire Plumes; Fire Safety Journal, Volume 3, New York

[10] Tanaka, T. und Yamana, T. (1985): Smoke Control in Large Scale Spaces, Part 2: Smoke Control Experiments in a Large Scale Space; Fire Science and Technology, Volume 5, Tokio

[11] McGrattan et al. (2009): Fire Dynamics Simulator (Version 5) User´s Guide, NIST Special Publication 1019-5, NIST National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA

[12] Gerhardt, H.J.;Schönwald, J., Konrath, B. (2007) Verwendung von Leichtgas bei Brandsimulationen – unzulässig oder sinnvoll?, vfdb-Zeitschrift, Verlag W. Kohlhammer (Hrsg.), Heft 1, Februar 2007, 29 – 31

[13] Rockstein, Sebastian (2010): Vergleich verschiedener ingenieurwissenschaftlicher Methoden des Brandschutzwesens zur Dimensionierung von Entrauchungsanlagen am Beispiel eines Hörsaals, Aachen

BRANDSCHUTZ IM BESTAND BEI EINEM GEBÄUDEKOMPLEX MIT WISSENSCHAFTLICHEN INSTITUTEN

Dirk Kruse und Michael Dehne
Dehne, Kruse & Partner, Brandschutzingenieure GmbH & Co. KG, Gifhorn

EINLEITUNG

Die brandschutztechnische Planung einer Forschungseinrichtung erfordert eine sorgfältige Abwägung der Risiken durch den Brandschutzingenieur. Gefährdungsschwerpunkte sind üblicherweise die Labor- und Technikumsbereiche. Die Art der Gefährdung hängt dabei in erster Linie von der Art der Nutzung ab. So müssen gentechnische Anlagen in Abhängigkeit ihrer jeweiligen Schutzstufe (S1-S4) besonders gegen die Umgebung abgeschottet werden, um eine Kontaminierung der Umwelt mit gefährlichen Bakterien oder Viren auszuschließen. Die Klassifizierung ist in der folgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Einstufung gentechnischer Labore in Sicherheitsstufen

Sicherheitsstufe	Kriterium	Beispiele
S1	Kein Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt	--
S2	Geringes Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt	--
S3	Mäßiges Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt (nach dem Stand der Wissenschaft)	TBC, Milzbrand, Pest, Aids etc.
S4	hohes Risiko (nach dem Stand der Wissenschaft) bzw. ein begründeter Verdacht eines solchen Risikos für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt	Pocken, Hämmorrhagisches Fieber

Auch übliche biologische, chemische oder physikalische Labore müssen sehr sorgfältig hinsichtlich ihrer Gefährdung untersucht werden. Es liegt in der Natur von Forschung und Entwicklung begründet, dass auch mit Stoffen hantiert wird, deren Reaktionsmechanismen noch weitgehend unbekannt sind. Daraus kann in der Regel eine erhöhte Brand- und Explosionsgefahr abgeleitet werden.

Bei Bestandsgebäuden verschärft sich die Problematik nochmals, da sich die Forschungsschwerpunkte einer Einrichtung über die Jahrzehnte oftmals ändern. Dies ist in der Regel mit Umnutzungen und Erweiterungen verbunden, so dass einerseits oft die Dokumentation lückenhaft und damit die Rechts-

grundlage unklar ist und andererseits durch unfachmännische Ausführung von Nachinstallationen die brandschutztechnische Substanz eines Gebäudes geschwächt wird.

In Braunschweig wurde in den vergangenen Jahren die beiden Fraunhofer Institute für Schicht- und Oberflächentechnik (IST) und für Holzforschung (WKI) vergrößert. Neben kleineren Versorgungsbauten und einer Cafeteria wurden auch zwei Labor- und Technikumsgebäude errichtet. Weiterhin wurde die Sanierung des ältesten Gebäudes auf dem Campus, eines dreigeschossigen Labor- und Verwaltungsgebäudes, eingeleitet.

HISTORISCHE ENTWICKLUNG

In den Jahren 1948/1949 wurde das Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI) in Braunschweig gegründet. Dazu wurde zunächst ein zweigeschossiges Büro- und Verwaltungsgebäude mit integrierten Laboren und einem Hörsaal in klassischer Massivbauweise errichtet. Weiterhin wurde eine Technikumshalle ebenfalls in Massivbauweise erbaut. Die Halle wird von einer Sheddachkonstruktion mit Holzleimbindern überspannt. 1965 wurde ein Versuchshaus, zu erkennen im Hintergrund von Bild 1, in Bauart eines Fertighauses in Holzrahmenbauweise auf dem Gelände aufgestellt.

Bild 1 Bebauung Fraunhofer Campus in Braunschweig im Jahre 1965

In den weiteren Jahren wurde das WKI sukzessive erweitert. Zunächst erfolgte in den 1970-iger Jahren eine Aufstockung des zweigeschossigen Hauptgebäudes um ein weiteres Geschoss, und es wurden diverse kleinere Technika errichtet. Ende der 1980-iger wurde das IST, zu erkennen im Vordergrund von Bild 2, auf dem Gelände angesiedelt. Im rückwärtigen Bereich wurde noch ein zentrales Werkstättengebäude angesiedelt.

Bild 2 Bebauung Fraunhofer Campus in Braunschweig im Jahre 2004

Das folgende Bild 3 ist ein Modell, welches die aktuelle Bebauungssituation auf dem Campus darstellt. Im Weiteren wird über den Anfang 2010 in Betrieb gegangenen Neubau des WKI (mittig) sowie das Altgebäude (rechts unten) des WKI berichtet.

Bild 3 Modell der Bebauung des Fraunhofer Campus in Braunschweig im Jahre 2010

NEUBAU

Der Neubau des WKI hat eine V-förmige Form. Das dreigeschossige Gebäude besteht aus zwei Riegeln mit Ost-West Ausrichtung, die über einen Kern miteinander verbunden sind. Der Eingangsbereich im Osten ist um eine Fläche von ca. 120 m² rückversetzt. Dieser Bereich bildet im ersten und zweiten OG ein offenes Atrium.

Die Außenabmessungen des unteren Riegels betragen ca. 48 m und des oberen Riegels ca. 33 m. Die östliche Diagonale hat eine Länge von ca. 33,6 m und die westliche Diagonale ist 26,4 m lang. Im Nord-Westen befindet sich ein abgetrenntes Gasflaschenlager mit einer Fläche von ca. 30 m². Die Grundfläche des Erdgeschosses beträgt ca. 930 m² (ohne Gasflaschenlager von 30 m²). Die Flächen der Obergeschosse betragen ca. 940 m² für die Ebene 1 bzw. 820 m² für die Ebene 2. Auf dem Dach des 2. OG befindet sich eine Technikzentrale mit einer Fläche von ca. 310 m².

Die Fußbodenhöhe des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen liegt bei ca. 9 m über dem Nullniveau. Bei dem Gebäude handelt es sich daher nach §2 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) um ein Gebäude mittlerer Höhe.

Nutzung des Gebäudes

Das Gebäude wird als Laborgebäude mit Büro-, Besprechungs- und Lagerräumen genutzt und durch einen notwendigen Treppenraum an der Ostseite erschlossen.

Das Erdgeschoss wird vorrangig durch die Materialprüfstelle QA des WKI genutzt. Hier werden mechanische Prüfungen an Holzwerkstoffen sowie Gasanalysen zur Bestimmung der VOC und Formaldehydabgabe von Holzwerkstoffen und anderen Produkten durchgeführt.

Im EG befindet sich im oberen Riegel ein Lagerbereich für zu prüfende Materialien. Dabei handelt es sich überwiegend um Holz und Holzwerkstoffe. In geringerem Maße können auch Schaumstoffe z. B. Polstermöbel oder andere Kunststoffe gelagert werden. Die Lagerung erfolgt in Hochregalen mit einer maximalen Lagerhöhe von 4 Metern.

Im mittleren Kern befinden sich in der Hauptsache ein Raum für klimatisierte Kammern in verschiedenen Größen sowie zwei Klimaräume zur Klimatisierung (Lagerung) bereits zugeschnittener Probekörper für die Prüfung. Im unteren Riegel befinden sich im Wesentlichen ein Raum mit mechanischen Zugprüfmaschinen sowie ein Raum zur Vorbereitung der Probekörper (Vermessung, Verklebung).

Das 1. OG wird ebenfalls überwiegend durch die Materialprüfstelle genutzt. Im oberen Riegel sind Laborräume angeordnet. Im Kernbereich sind zwei Räume mit Prüfkammern für Formaldehydmessungen sowie Lagerräume für Chemi-

kalien und Probekörper untergebracht. An der Ostseite des Kerns ist ein Atrium über zwei Geschosse angeordnet. Im unteren Riegel befinden sich überwiegend Büroräume.

Das 2. OG wird durch den Fachbereich MAIC, der sich mit der Analyse von Luftschadstoffen aus Bau- und sonstigen Produkten beschäftigt, genutzt. Im oberen Riegel sind Labore angeordnet. Weitere Labore sowie Chemikalienlager befinden sich im Kern. Im unteren Riegel sind Büroräume und ein Besprechungsraum angeordnet.

Auf dem Dach des Gebäudes befindet sich eine Technikzentrale zur Luftversorgung des Gebäudes und der Anlagen.

Risikobeurteilung

Bei dem betrachteten Gebäude handelt es sich um ein Forschungsinstitut. Die Nutzung des Gebäudes erfolgt durch zwei Fachbereiche, die sich überwiegend mit der mechanischen Materialprüfung bzw. mit der Schadstoffanalyse in der Luft beschäftigen. Im Vergleich zu einer herkömmlichen Büro- und Verwaltungsnutzung ist im Erdgeschoss von einer erhöhten Brandlast durch die Lagerung brennbarer Materialien auszugehen. Bei den brennbaren Materialien handelt es sich überwiegend um Holz bzw. Holzwerkstoffe. Weitere Brandlasten sind Verpackungsmaterialien sowie Kunststoffe, z. B. Polster von Möbeln etc.

Die physikalischen Labore für die mechanische Werkstoffprüfung haben kein erhöhtes Brandrisiko. Die Brandlast liegt eher niedriger als bei einer üblichen Büronutzung. Ähnliches gilt weitgehend für die Analyselabore, da hier entweder gar nicht mit chemischen Stoffen gearbeitet wird oder bei nasschemischen Analysen Probemengen im Millilitermaßstab zur Anwendung kommen. Allerdings werden für die Analysemethoden teilweise brennbare Gase benötigt. Da diese in hochreiner Form vorliegen müssen, sind kurze Leitungswege zweckmäßig.

Räume mit einem erhöhten Risiko sind das Lösemittellager, die nasschemischen Labore, das Chemikalienlager sowie ein Messgerät mit einem radioaktiven Strahler. Alle anderen Räume entsprechen hinsichtlich der Brandlasten einer Büronutzung.

Positiv für die Beurteilung des Risikos ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Nutzern des Gebäudes durchweg um hoch qualifiziertes Personal handelt. Da die Nutzer sich zudem mit hochpräzisen Analysemethoden zur Messung von Schadstoffen in der Luft beschäftigen, müssen sich die Räume und Anlagen durch ein hohes Maß an Ordnung und Sauberkeit auszeichnen, um Verunreinigungen und Verschleppungen aus der Raumluft in Versuche zu vermeiden. Auch ist davon auszugehen, dass die Wartung der Anlagen sehr sorgfältig und in festgelegten Intervallen erfolgt. Ein weiterer Vorteil von Forschungsinstituten ist, dass die Anlagen und Geräte in der Regel technologisch auf dem neuesten Stand sind.

Gemäß dem Architekturentwurf wurde an der Ostseite ein Atrium angeordnet, welches das 1. OG und 2. OG über einen Luftraum verbindet. Weiterhin sollte die Erschließung des Gebäudes ausschließlich über einen zentralen Treppenraum ebenfalls auf der Ostseite erfolgen. Diese Vorgaben mussten bei der Planung der Flucht- und Rettungswege berücksichtigt werden.

Lösungen für den Neubau

Gemäß NBauO wurde eine feuerbeständige Ausführung der tragenden und aussteifenden Bauteile in Stahlbeton gewählt.

Die Rettungswegsituation im Erdgeschoss des Gebäudes ist unkritisch, da ausreichend viele direkte Ausgänge in Freie zur Verfügung stehen. Anders verhält es sich mit der Entfluchtung der Obergeschosse. Hier steht nur ein baulicher Rettungsweg in Form eines notwendigen Treppenraumes zur Verfügung. Vor dem Hintergrund der Nutzung bzw. der Anzahl der Nutzer mussten daher kompensatorische Maßnahmen ergriffen werden. Im vorliegenden Fall wurde eine Brandmeldeanlage gemäß den anerkannten Regeln der Technik (DIN 14675, DIN VDE 0833 Teil 1 und 2 sowie DIN EN 54) mit automatischen und nichtautomatischen Meldern geplant und umgesetzt. Das Erdgeschoss erhält aufgrund der erhöhten Brandlasten aus der Lagersituation eine vollflächige Überwachung mittels automatischer Rauchmelder (Vollschutz).

In den Obergeschossen erfolgt ein Teilschutz mittels automatischer Rauchmelder. Der Überwachungsumfang umfasst alle Flure, die Räume erhöhter Brandgefahr sowie die selten begangenen Räume. Die Technikzentrale auf dem Dach erhält analog dem Erdgeschoss eine vollflächige Rauchmelderüberwachung. Für die Flure stehen zwei Fluchtrichtungen bis zum notwendigen Treppenraum zur Verfügung, da die beiden Flure der Hauptriegel über einen Zwischenflur in Verbindung stehen (vgl. Bild 4). Da das Gebäude weiterhin über eine automatische Zugangsbeschränkung per Chipkarte verfügt, sind ausschließlich mit den Örtlichkeiten gut vertraute Mitarbeiter anwesend, die zudem über eine gute Mobilität verfügen. Besucher dürfen nur im Ausnahmefall und nur in Begleitung das Gebäude betreten. Unter diesen Randbedingungen ist ein baulicher Rettungsweg auch bei dem erhöhten Personenaufkommen vertretbar. Sollte der ausschließlich in Stahlbeton ausgeführte Treppenraum dennoch ausfallen, kann eine Rettung über die Fassade erfolgen. Dazu wurde der Sonnenschutz mit der BMA gekoppelt. Die Ansteuerung erfolgt mit Leitungsanlagen in E 30-Qualität. Im Außenbereich wurden Aufstellflächen für Hubrettungsfahrzeuge entlang der beiden Hauptriegel vorgesehen.

Bild 4 Grundriss des 1. Obergeschosses Neubau WKI mit notwendigen Fluren und dem notwendigen Treppenraum

Da es sich bei den Laboren um keine gentechnischen Anlagen handelt, kann die Beurteilung gemäß Landesbauordnung erfolgen. Labore mit einem erhöhten Verbrauch von Lösemitteln wurden allerdings in F 90-AB und T 30-RS-Qualität abgetrennt. Dies gilt auch für alle sonstigen Räume mit erhöhten Brandschutzanforderungen wie das Chemikalienlager. Weiterhin wurde organisatorisch festgelegt, dass in den Laboren lediglich die Verbrauchsmengen eines Tages an brennbaren (oder giftigen) Chemikalien offen stehen dürfen. Sofern aus Gründen der Arbeitsabläufe größere Mengen in den Laboren vorgehalten werden müssen, wurde eine Lagerung in F 90-Chemikalienschränken gemäß EN 14470 angeordnet. Diese Chemikalienschränke wurden auch für die Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten innerhalb der Chemikalienlager vorgesehen.

Eine dezentrale, lokale Gasversorgung mit brennbaren Gasen aus Druckgasflaschen wurde ebenfalls als nicht zweckmäßig erachtet. Stattdessen wurde im Erdgeschoss ein Gaslager geschaffen. In der praktischen Umsetzung erforderte dies einen erheblichen Aufwand hinsichtlich der Gasrohre, die komplett in Edelstahl ausgeführt und die Verschweißungen unter Inert- Gasatmosphäre erfolgen mussten. Das Gaslager wurde komplett in F 90-Qualität vom restlichen Gebäude getrennt. Der Zugang erfolgt von außen über ein offenes Gittertor. Dadurch ist jederzeit für eine ausreichende Belüftung gesorgt.

Das Atrium an der Ostseite des Gebäudes wurde weitgehend brandlastarm ausgestattet und mittels Rauchschutztüren vom restlichen Gebäude abgetrennt. Die Entrauchung erfolgt über motorisch betriebene RWA-Geräte in der Glasfassade.

ALTBAU

Anlass für eine brandschutztechnische Analyse des Altbaus des WKI war eine geplante energetische Sanierung der Außenfassade im Rahmen des Konjunkturpaketes II. Für diese Maßnahme musste eigentlich kein Bauantrag gestellt werden. Die Notwendigkeit der Erstellung eines Brandschutzkonzepts ergab sich in Abstimmung mit der Bauaufsichtsbehörde aufgrund des Vorliegens von Abweichungen vom Baurecht, unter anderem bezüglich der Baustoffklasse der neuen Fassade. Es sollte dabei untersucht werden, ob die neue, vorgehängte Fassade aus acetylierten Holzwerkstoffplatten realisiert werden kann. Die Lage des Altbaus wird auf dem folgenden Bild 5 deutlich.

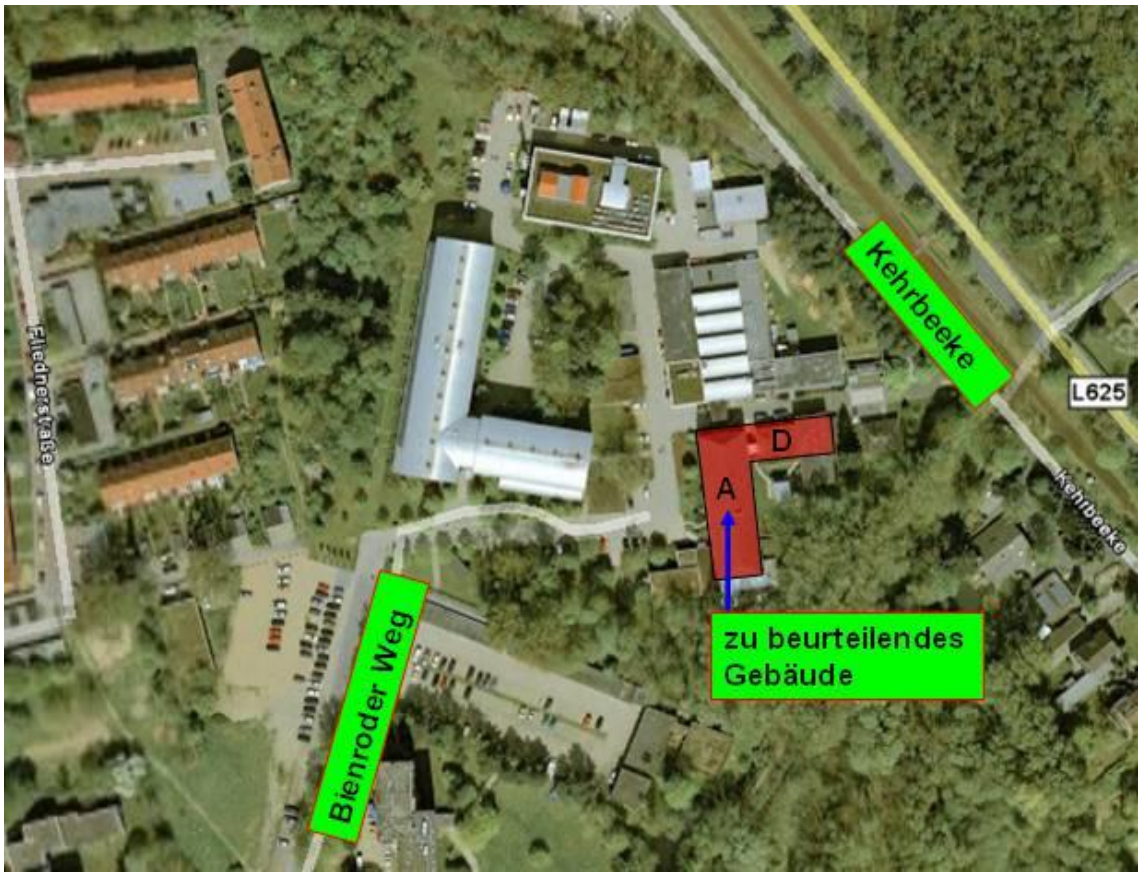


Bild 5 Lage des Altgebäudes auf dem Campus (Luftbildaufnahme Quelle: Google Earth)

Die maximalen Abmessungen des im Erdgeschoss näherungsweise S-förmigen Gebäudekörpers betragen einschließlich Hörsaal und einer neu errichteten Caféteria ca. 65 m x 61,7 m. Die Fußbodenhöhe des obersten Geschosses mit Aufenthaltsräumen beträgt in dem unterkellerten, dreigeschossigen Gebäude bezogen auf das Geländeniveau maximal 8,0 m. Damit handelt es sich um ein Gebäude mittlerer Höhe gemäß NBauO.

Die Tragkonstruktion des bestehenden Gebäudes wurde vom Kellergeschoss bis einschließlich 1. Obergeschoss in Massivbauweise errichtet (überwiegend KS-Mauerwerk). Die Decken wurden aus Stahlbeton hergestellt. Das 2. Obergeschoss (Dachgeschoss) wurde als nachträgliche Aufstockung in Holzbauweise errichtet, einschließlich der Decke zum nicht als Aufenthaltraum genutzten Dachraum. Die Fassade besteht aus Klinkern und soll im Rahmen der Sanierung durch ein neues Fassadensystem ergänzt werden.

Geplant war, eine Vorhangfassade aus Holzwerkstoffplatten auf einer Unterkonstruktion aus Aluminiumprofilen mit Hinterlüftung und Holzfaserdämmung zu errichten. Geplant war weiterhin, durchlaufende Brandsperren aus Aluminiumprofilen mit im Brandfall aufquellenden und den Luftzwischenraum verschließenden Dichtungsstreifen in Höhe der Geschossdecken anzuordnen. Die Holzfaserdämmung sollte im Bereich der Geschossdecke und über den Fensterstürzen gegen eine Mineralwolledämmung (Schmelzpunkt mind. 1.000°C) ausgetauscht werden.

Die Treppenräume wurden in Massivbauweise (Mauerwerk) errichtet. Die Treppen bestehen aus Holz.

Im Erdgeschoss befinden sich das Eingangsfoyer und ein Hörsaal. Des Weiteren befinden sich im Erdgeschoss Büroräume und eine Bibliothek. Im 1. Obergeschoss sind Büroräume, Labore sowie Nebenräume angeordnet. Im 2. Obergeschoss (Dachgeschoss) befinden sich Büro- und Besprechungsräume sowie eine Küche.

Im Kellergeschoss liegt die Caféteria, die aufgrund der Geländesituation zur Südseite ebenerdig verlassen werden kann. Im nördlichen Brandabschnitt des Kellers sind Labore, Klimaräume, Chemieräume, Archive und der Heizungsraum angeordnet.

Im Osten ist eine kleine Technikumshalle angeschlossen, die in Teilen zweigeschossig ist. Im 2. Obergeschoss befinden sich ein Großraum und zwei kleine Büros. Die Erschließung erfolgt über eine Stahlwendeltreppe aus der Technikumshalle. Als zweiter Rettungsweg für diese Büros dienen ein Notausstiegsfenster und eine Leiter mit Rückenschutz.

Im Bestand war eine BMA mit Teilschutz (Überwachung der Flucht- und Rettungswege) vorhanden.

Risikobeurteilung

Hinsichtlich des grundsätzlichen Risikos aus der Nutzung gelten die Bemerkungen zum Neubau des WKI analog. Im Altbau wurden durch die Fachbereiche Oberflächentechnologie und Bautechnik nass-chemische bzw. chemisch-physikalische Labore genutzt. Weiterhin wurde ein Labor für biologische Untersuchungen, z. B. Pilzbefall von Hölzern betrieben.

Zur Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit einer Holzfassade musste methodisch zunächst eine Bestandsaufnahme erfolgen, um vorhandene brandschutztechnische Mängel und Abweichungen aufzuzeigen.

Die Analyse ergab dabei eine Reihe von Mängeln, von denen im Weiteren nur die wesentlichen Mängel behandelt werden.

Der WKI-Altbau weist zwei bauliche Rettungswege in Form von notwendigen Treppenräumen auf (vgl. Bild 6).

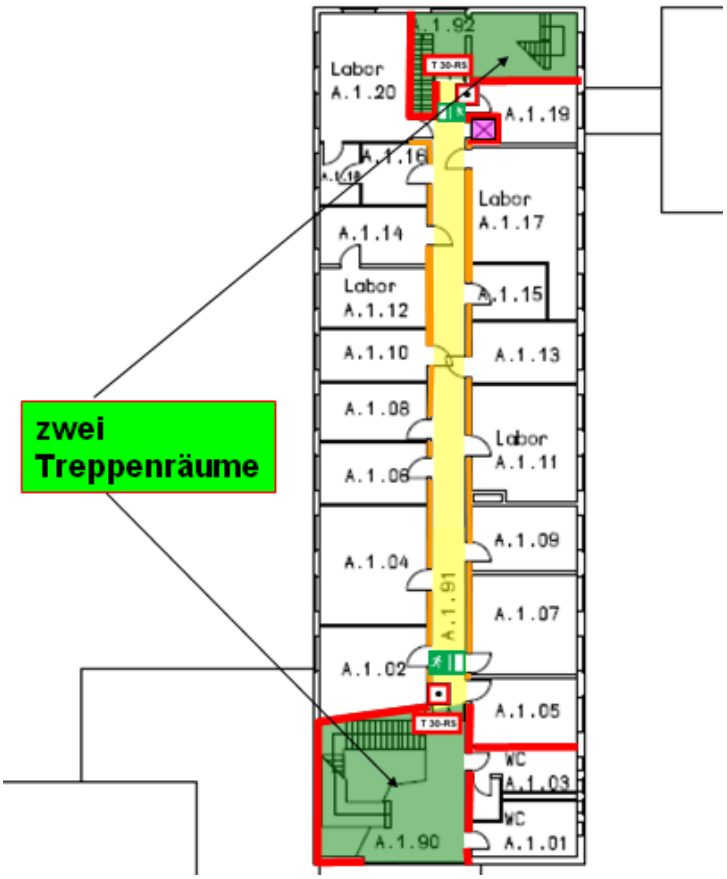


Bild 6 Grundriss des 1. Obergeschosses Altbau mit zwei baulichen Rettungswegen

Beide Treppenräume funktionieren allerdings nicht optimal, d. h. es bestehen Abweichungen vom Baurecht.

Der südliche Treppenraum besitzt keinen direkten Ausgang ins Freie, sondern wird über ein Foyer mit Brandlasten ins Freie verlassen. Es besteht ein alternativer Ausgang ins Freie über einen notwendigen Flur. Dieser Flur erfüllt allerdings, aufgrund der feuerhemmend ausgeführten Flurwände, nicht die Anforderungen an einen mittelbaren Ausgang nach § 15 DVNBauO (vgl. Bild 7).

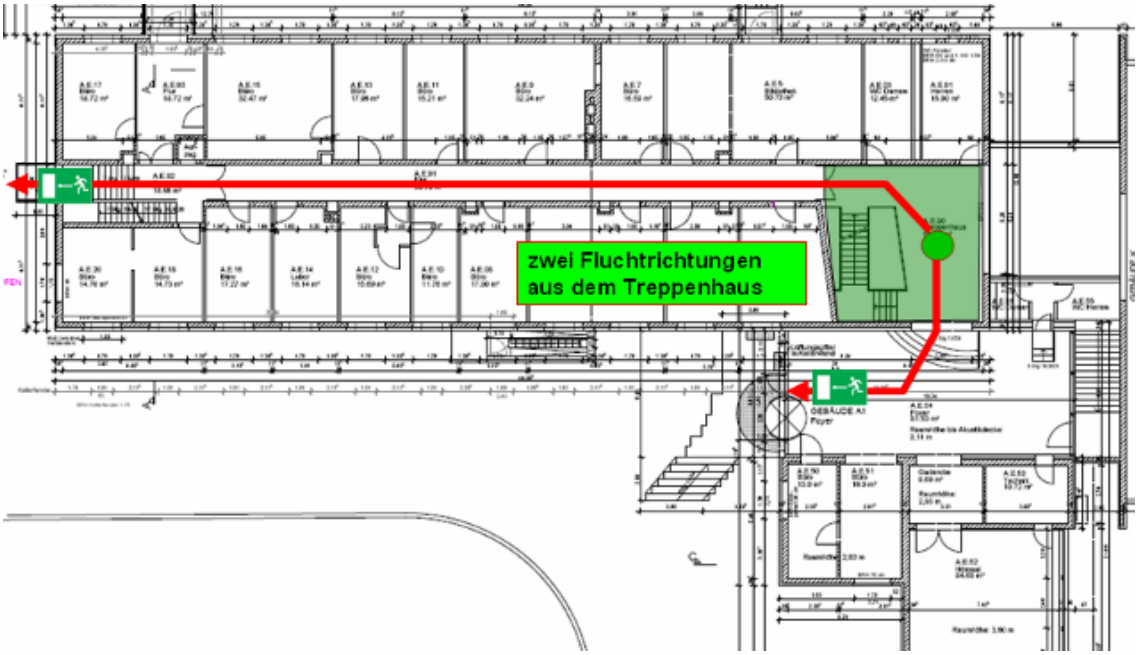


Bild 7 Zwei Fluchtrichtungen aus dem südlichen Treppenhaus

Im Erdgeschoss befindet sich im Verlauf des in nördlicher Richtung verlaufenden Fluchtweges über den notwendigen Flur eine automatische Falttür. Diese entspricht nicht der AutSchRL und besitzt einen Not-Aus-Taster, bei dessen Betätigung der Türantrieb gänzlich außer Betrieb genommen wird. Im Rahmen von Übungen haben Nicht-Eingeweihte den Taster irrtümlicherweise betätigt und die Tür somit außer Betrieb gesetzt. Der Rettungsweg war infolgedessen blockiert. Als ad-hoc Maßnahme wurde die Falttür kurzfristig entfernt.

Der nördliche Treppenraum verfügt über eine brennbare Treppe und anhängige Labornutzungen, die lediglich durch Türen ohne Qualität abgetrennt waren. Ebenfalls war keine T 30-Abtrennung vom Kellergeschoss gegeben. Es wurde daher entschieden, den nördlichen Bestandstreppenraum mittelfristig aufzulösen und einen eigenständigen, abgetrennten Treppenraum neu auf der Nordseite zu errichten. Die neue Situation ist in Bild 8 dargestellt.

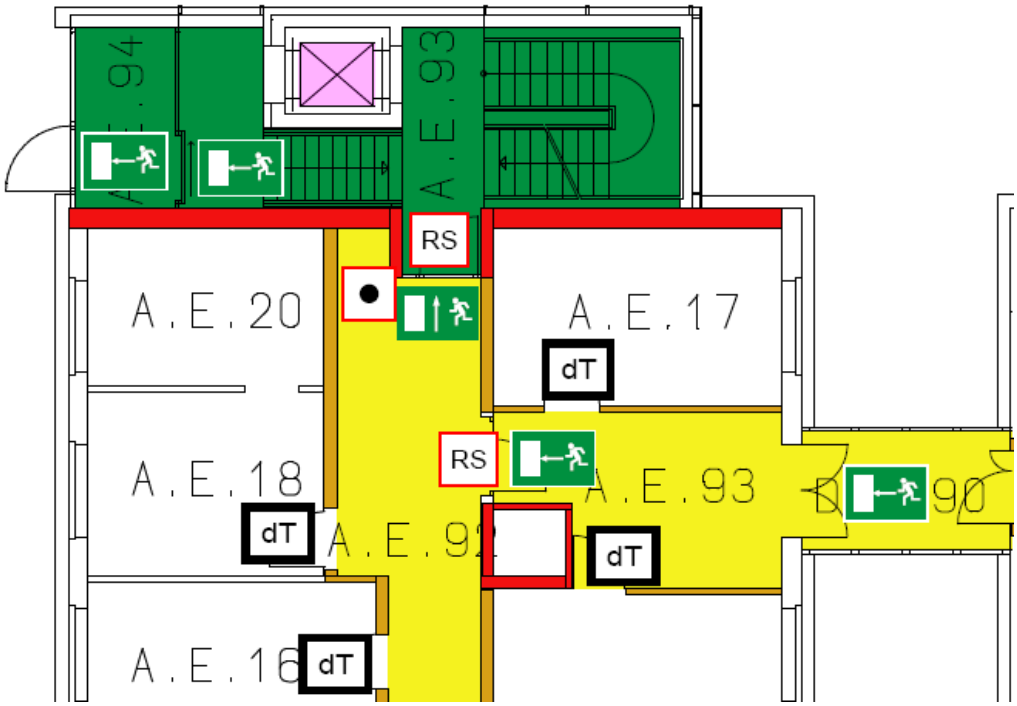


Bild 8 Mittelfristig geplanter neuer Treppenraum an der nördlichen Gebäudeseite

Der Hörsaal weist im Bestand nur einen Rettungsweg auf, der über das Foyer mit Brandlasten führt. Die Fenster waren aufgrund ihrer zu geringen Abmessungen als 2. Rettungsweg nicht geeignet. Der Mangel wurde kurzfristig beseitigt, indem ein neues Fenster mit Abmessungen von 1,20 m x 0,90 m eingesetzt wurde.

In Verbindung mit der Brandmeldeanlage bestehen aufgrund der Führung des 1. Rettungsweges aus dem Hörsaal über ein Foyer mit Brandlasten keine Bedenken.

Da der 1. Fluchtweg aus den Büros im 1. Obergeschoss der Technikumshalle (Ostseite) über das brandlastbeaufschlagte Technikum und zudem noch über eine Wendeltreppe führte, wurde entschieden, diese Zwischenebene zurückzubauen und den ursprünglichen Hallenzustand wieder herzustellen.

Eine weitere wesentliche Abweichung betrifft die Lüftungsanlagen zur Absaugung der Labore. Die Lüftungsmotoren sind im Dachraum angeordnet. Die zugehörigen Lüftungsleitungen verlaufen von den jeweiligen Laboren in feuerbeständigen Schächten bis in den Dachraum. In der Decke zwischen dem 1. und 2. Obergeschoss sind Brandschutzklappen K 90 angeordnet. Eine Brandübertragung von den Laboren in den Dachraum wird somit ausreichend behindert. Allerdings fehlen diese Klappen in der Decke zwischen 2. Obergeschoss und Dachraum. Der Dachraum wird daher den Schächten zugeordnet. Da die Lüftungsgeräte im Dachraum über Lüftungsleitungen mit unterschiedlichen Geschossen verbunden sind, müsste der Dachraum als Lüftungszentrale gemäß der Lüftungsanlagenrichtlinie hergerichtet werden. Dies würde bedeu-

ten, dass die raumabschließenden Bauteile der Zentrale (hier: Decke zum 2. OG) feuerbeständig sein müssten (F 90-AB). Diese Anforderung kann nicht erfüllt werden, da die Decke zwischen 2. OG und Dachraum in Holzbauweise errichtet wurde. Die Decke erfüllt lediglich die Anforderung F 30-B bei Brandbeanspruchung von unten nach oben. Die sonstigen Bauteiloberflächen des Dachraums müssten bei Herrichtung als Lüftungszentrale allesamt nichtbrennbar bekleidet werden. Aufgrund der Holzkonstruktion des Daches würde dies einen erheblichen Aufwand bedeuten.

Als Kompensation für diesen Mangel wurde der Dachraum kurzfristig in die Brandmelderüberwachung mit einbezogen. Weiterhin wurde eine mittelfristige Ertüchtigung der Decke zwischen dem 2. OG und dem Dachraum durch die vollflächige Anordnung einer mindestens 40 mm dicken Mineralwollematte (Schmelzpunkt mind. 1.000 °C) mit einer Rohdichte von mind. 90 kg/m³ festgelegt. Zusätzlich müssen die hölzernen Wartungsstege und sonstige Hilfskonstruktionen durch nichtbrennbare Konstruktionen ersetzt werden, so dass die Brandlasten sich im Wesentlichen auf die hölzerne Dachkonstruktion beschränken.

Vor dem Hintergrund, dass trotz der Ertüchtigungsmaßnahmen und ohne die zunächst geplante normalentflammbare Ausführung der Fassade acht Abweichungen zum Baurecht verbleiben, wurde entschieden, das Risiko aus der Nutzung zu minimieren. Alle nass-chemischen Labore wurden aus dem Gebäude entfernt und in ein anderes, besser geeignetes Gebäude verlagert. Die verbleibenden physikalisch-chemischen Labore können nach Landesbauordnung beurteilt werden, zumal organisatorisch die Lagerung von Chemikalien in eigenen F 90 Schränken analog dem WKI-Neubau vorgeschrieben wurde.

Die Genehmigungsfähigkeit der geplanten Fassade mit normalentflammbaren Baustoffen konnte im Übrigen nach Abstimmung mit der Feuerwehr und der zuständigen Bauaufsicht bei Umsetzung der beschriebenen baulichen Maßnahmen in Verbindung mit einer Erweiterung der bestehenden Brandmeldeanlage auf eine vollflächige Überwachung erreicht werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Wissenschaftliche Forschungseinrichtungen stellen den Brandschutzplaner vor erhöhte Anforderungen und erfordern eine sorgfältige Abwägung der spezifischen Risiken.

Im vorliegenden Beitrag wurden anhand von zwei Beispielen, ein Neubau und ein Bestandsbau, die unterschiedlichen Problemstellungen beispielhaft aufgezeigt und mögliche Lösungswege erläutert.

Mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen werden zwar nicht alle bauordnungsrechtlichen Anforderungen 1:1 umgesetzt. Jedoch wird durch das schutzzielorientierte Zusammenspiel von baulichen, anlagentechnischen und nicht

zuletzt organisatorischen Brandschutzmaßnahmen ein Zustand erreicht, mit dem insbesondere die Flucht- und Rettung der Personen und wirksame Löscharbeiten der Feuerwehr gewährleistet werden.

LITERATUR

[1] Niedersächsische Bauordnung (NBauO) in der Fassung vom 10. Februar 2003, zuletzt geändert am 12.07.2007

[2] Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung (DVNBauO) in der Fassung vom 11. März 1987, zuletzt geändert am 22. Juli 2004

[3] Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Lüftungsanlagen-Richtlinie (LüAR), Fassung 2006

[4] TRBA 100 - Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien, Stand Dez. 2006

[5] TRGS 526 - Technische Regeln für Gefahrstoffe, Laboratorien, Ausgabe Februar 2008

[6] DIN 4102 Teil 4 - Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Fassung März 1994

[7] DIN VDE 0833, Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall, Teil 2: Festlegun-gen für Brandmeldeanlagen (BMA), Februar 2004

[8] DIN 14675 - Brandmeldeanlagen: Aufbau und Betrieb, November 2003

[9] EN 54 (alle Teile) - Brandmeldeanlagen

[10] DIN 14090 - Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken, Fassung Mai 2003

[11] EN 14470-1 - Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke, Sicherheitsschränke für brennbare Flüssigkeiten; Deutsche Fassung EN 14470-1:2004

BRANDSCHUTZTECHNISCHE ERTÜCHTIGUNG EINES BESTEHENDEN HOCHHAUSES MIT HOLZFASSADE

Harald Niemöller
hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH, München

EINFÜHRUNG

Die Sparkasse Rosenheim-Bad Aibling hat das Ziel verfolgt, ihren zentralen, in Rosenheim gelegenen Standort mit einem im Stadtbild markanten Hochhaus sukzessive zu sanieren und städtebaulich sowie architektonisch neu zu gestalten und somit den geänderten Bedürfnissen für den Betrieb eines modernen Finanzinstitutes anzupassen.

Der für die Sanierung ausgelobte Wettbewerb wurde im Jahr 2007 zu Gunsten des Rosenheimer Architekturbüros SAI Schleburg GmbH entschieden. Der Entwurf des Büros Schleburg stach vor allem dadurch hervor, dass das Gebäude mit einer innovativen Fassadengestaltung und der Verwendung von heimischen Materialien, hier insbesondere des Baustoffes Holz, ein besonderes Erscheinungsbild erhält, welches eine regionale Verbundenheit und eine Assoziation zu Nachhaltigkeit und Wertbeständigkeit weckt. Das Gebäude wird daher auch als Referenz an die Holzstadt Rosenheim tituliert.

Die Fassade aus Holz und einer zurückhaltenden Glas-Stahl-Konstruktion als zweiter Fassadenhülle vermittelt dabei zwischen dem Außen- und Innenraum. Sie bietet neben den bauphysikalischen Aspekten zur Klimatisierung des Gebäudes auch einen UV-Filter für das auf der inneren Fassade aufgebrachte Holz. Mit der Gestaltung der Holzfassade wird zudem eine erhöhte Schallabsorption im Bereich der Fassade erreicht.

Da es sich bei dem Gebäude im baurechtlichen Sinne um ein Hochhaus handelt, sind besondere Anforderungen an den Brandschutz zu stellen, die in einem Brandschutzkonzept entsprechend gewürdigt werden. Der Einsatz einer Holzfassade und somit einer Fassade aus brennbaren Baustoffen ist sowohl in der aktuellen Musterhochhausrichtlinie als auch in der im Freistaat Bayern derzeit noch bekannt gemachten Musterhochhausrichtlinie nicht vorgesehen. Aus diesem Grund war zum Gelingen des Bauvorhabens eine umfassende Brandschutzkonzeption erforderlich, welche unter Berücksichtigung der Schutzziele des Baurechts sowie des vorzufindenden Bestandes in enger Abstimmung mit den genehmigenden Behörden erarbeitet wurde.

Besonderes Augenmerk musste dabei auf die Fassade gerichtet werden, welche zum einen eine brennbare Oberfläche aus Holz besitzt und zum anderen als Doppelfassade geplant wurde.

GESCHICHTE DES GEBÄUDES

Das Sparkassenhochhaus in Rosenheim wurde Anfang der 1970er Jahre gleichfalls vom Büro Schleburg, hier vom Vater des heutigen Büroinhabers Dipl.-Ing. (Univ.) Carl Schleburg, errichtet. Aus diesem Grund war es für das Büro Schleburg eine doppelte Freude, die Sanierung des Hochhauses der Sparkasse Rosenheim-Bad Aibling durchführen zu dürfen.

Das Gebäude wurde seinerzeit in einem zeitgemäßen Erscheinungsbild mit umlaufenden Fenstern und Brüstungsbändern errichtet.

Mit dem gestiegenen Platzbedarf im Laufe der Jahre wurde eine Erweiterung der Nutzfläche im 1. Obergeschoss durch eine Art Wintergartenlösung vorgenommen.

Bild 1 Das Gebäude vor der Sanierung (1973 und 2008)

Das Gebäude verfügte über einen außen liegenden Sicherheitstreppenraum mit einseitig offenen Balkonen sowie eine Brandmeldeanlage zur Alarmierung der Feuerwehr im Brandfall über Handtaster und vereinzelte automatische Melder.

Die tragende Konstruktion wurde aus Stahlbeton errichtet, wobei der Gebäudekern mit Treppenraum und Aufzügen das aussteifende Element für das Gebäude darstellt. In Verbindung mit Unterzügen und Fassadenstützen wird das Tragwerk des Gebäudes komplettiert.

ZIEL DER SANIERUNG

Die Sanierung des Gebäudes dient dem Ziel, den Standort Rosenheim der Sparkasse zu stärken und dort die erforderlichen Flächen und Randbedingungen für das Finanzgeschäft in der heutigen Zeit zu schaffen. Alternativ zur Sanierung des vorhandenen Gebäudes ein Neubau in Erwägung gezogen.

Auch in diesem Punkt war der Entwurf des Büros Schleburg besonders, indem ganz gezielt auf die Erhaltung der grundsätzlichen Bausubstanz hingearbeitet und dies insbesondere auch mit der Nachhaltigkeit und dem bewussten Umgang mit Energie und baulichen Ressourcen begründet wurde.

Bild 2 Visualisierung des Entwurfes (links) und Realisierung (rechts)

Da sicherlich auch aus städtebaulicher Sicht die Sanierung eines vorhandenen Gebäudes leichter zu begründen ist, entschied sich die Sparkasse für die Modernisierung und Erweiterung des Hochhauses.

Mit der aus heimischen Hölzern vorgesehenen Holzfassade werden zudem der Aspekt der Nachhaltigkeit und die Verwendung nachwachsender Rohstoffe unterstrichen.

RANDBEDINGUNGEN DES PROJEKTES

Lage und Bestand

Das zu betrachtende Gebäude befindet sich in der Stadt Rosenheim auf dem Grundstück Ecke Kufsteiner Straße/Brixstraße und wird durch die Sparkasse Rosenheim-Bad Aibling genutzt. Der im Brandschutzkonzept zu betrachtende Gebäudeteil ist das Hochhaus mitsamt Verbindungsbau, Untergeschoss bis 2. Obergeschoss, unmittelbar an der Kreuzung der vorgenannten Straßen. Das Hochhaus besitzt entlang der Kufsteiner Straße eine Länge von rund 25 m und entlang der Straße Am Anger eine Abwicklung von rund 50 m.

Das Gebäude verfügt über ein Untergeschoss, das Erdgeschoss und zwölf Obergeschosse. Die Gebäudehöhe liegt mit einer geplanten Gesamthöhe von rund 47 m und einer Höhe des obersten Fußbodens mit Aufenthaltsräumen von rund 40 m über der Hochhausgrenze nach Art. 2 der Bayerischen Bauordnung.

Die Gebäudetiefe beträgt maximal 25 m im 1. und 2. Obergeschoss, wobei sich das Hochhaus ab dem 3. Obergeschoss auf seinen Regelgrundriss mit einer Tiefe von rund 17 m reduziert. Im Erdgeschoss schließt in nordwestlicher Richtung die Kassenhalle des an. Im 1. und 2. Obergeschoss grenzen weitere Büroflügel des gesamten Sparkassenkomplexes an den das Hochhaus an.

Im Untergeschoss sind unter dem zu betrachtenden Gebäudeteil ein Teil der Tiefgarage sowie Archiv- und Technikräume vorhanden bzw. vorgesehen.

Nutzung des Gebäudes

Das Gebäude soll als Büro- und Verwaltungsgebäude genutzt werden. Im Erdgeschoss befinden sich öffentlich zugängliche Bereiche wie eine Kundenhalle, Beraterplätze für Sparkassenkunden sowie ein Autoschalter. In den beiden folgenden Obergeschossen soll das Privat- und Geschäftskundengeschäft untergebracht werden. Hier sind diverse Einzelbüroarbeitsplätze vorgesehen, in denen Privat- und Geschäftskunden zu Beratungsgesprächen empfangen werden.

In den weiteren Obergeschossen des Gebäudes werden sparkasseninterne Büroarbeitsplätze sowie Besprechungsräume untergebracht. Zudem wird der Vorstand der Sparkasse Rosenheim-Bad Aibling im Hochhaus neue Büroräume beziehen. In den oberen beiden Etagen sind Räume für Besprechungen, Konferenzen und Veranstaltungen vorgesehen.

Der Grundriss des Gebäudes bleibt vom Grundsatz her im Bestand erhalten. Wie bereits einmal zu früherer Zeit für das 1. Obergeschoss vorgesehen, erfolgt im 2. Obergeschoss eine Erweiterung der Bürofläche, indem der Grundriss des 1. Obergeschosses übernommen wird. In diesem Zusammenhang wird auch die Situation des zuvor außen liegenden Sicherheitstreppenraumes dahingehend verändert, dass der Treppenraum nun vom Untergeschoss bis in das 2. Obergeschoss als innen liegender Treppenraum zu betrachten ist.

Bautechnische Randbedingungen

Die Statik des Gebäudes wurde im Zuge der Sanierungsplanung auf Schwachstellen untersucht, welche dann durch neue oder ertüchtigte Bauteile eliminiert werden konnten. In diesem Zusammenhang war es zwingend notwendig, den Gebäudekern mit Treppenraum und Aufzugsschächten in seiner vorhandenen Form und Geometrie weitestgehend unangetastet im Bestand zu belassen. Auch diese Randbedingung hat zur Folge, dass das Gebäude an dieser Stelle nicht allen Brandschutzanforderungen des aktuellen Regelwerkes (Musterhochhausrichtlinie) entspricht.

Im Zuge der Sanierung des Gebäudes wurden alle haustechnischen Komponenten des komplett erneuert. Somit blieb nach Rückbau aller zu ersetzenden Komponenten grundsätzlich nur die tragende Stahlbetonkonstruktion erhalten.

Unter Berücksichtigung der gewünschten Umnutzung und mit dem Anspruch, nach der Sanierung ein modernes, den aktuellen Anforderungen entsprechendes Bürogebäude zu erhalten, erfolgte die Ausstattung mit modernster Anlagentechnik.

Hierbei war auch zu beachten, dass die haustechnische Installation platzsparend unter Verwendung der vorhandenen Schachtkapazitäten und der gegebenen Raumhöhe mit möglichst geringen Querschnitten auskommt. Auch das Thema Gewichtsersparnis war bei der Planung zu berücksichtigen, da die aus den 1970er Jahren stammenden Stahlbetondecken nicht die gleichen Tragfähigkeitsreserven wie moderne Stahlbetondecken aufweisen.

Nicht zuletzt aus den vorgenannten Gründen wurde hinsichtlich der Gebäudeklimatisierung ein Konzept gesucht, welches ohne hohen technischen Aufwand ein komfortables Klima im Gebäude gewährleistet. Für diese Konzeption ist die vorgesehene Doppelfassade ein wesentlicher Bestandteil, die mit den steuerbaren Lüftungsklappen sowohl im Winter als auch im Sommer über den Fassadenzwischenraum vor der inneren Fassade ein vorkonditioniertes Klima schafft, so dass die Klimatisierung der Räume im Innern des Gebäudes weitestgehend über natürliche Lüftung gewährleistet werden kann (Bild 3 und Bild 4).

Brandschutztechnische Randbedingungen

In den bereits zuvor genannten konzeptionellen Ansätzen für das Gebäude spielt die brandschutztechnische Betrachtung eine wesentliche Rolle.

So sind die Gestaltung von flexiblen Büroflächen und die Berücksichtigung der Randbedingungen des Bestandes hinsichtlich Tragwerk und Rettungsweggestaltung mit den Schutzzielen des Baurechts abzugleichen und, soweit notwendig, entsprechende Ersatzmaßnahmen zu schaffen.

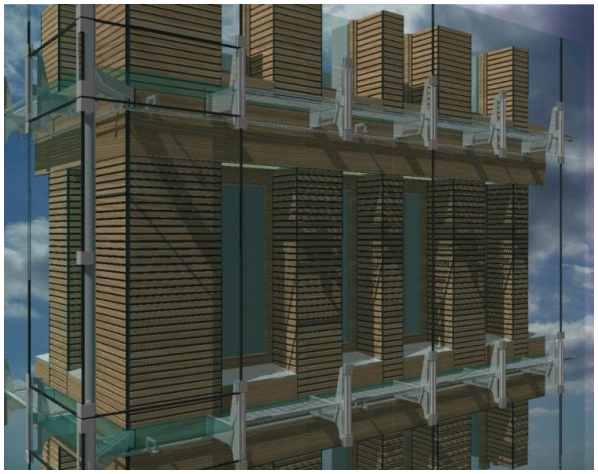


Bild 3 Simulationsansicht der Doppelfassade

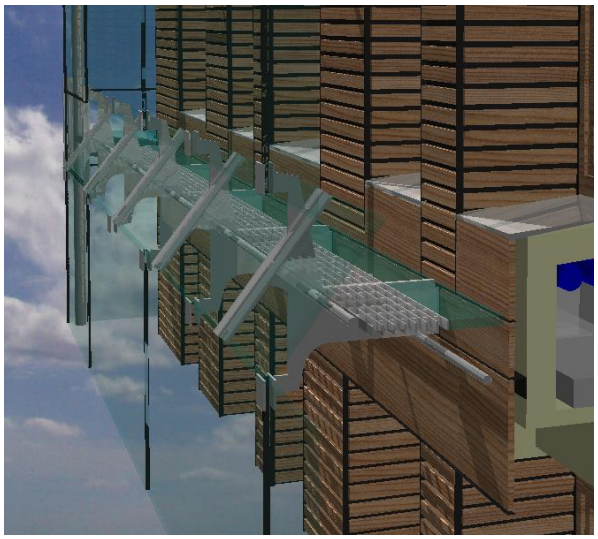


Bild 4 Simulationsansicht der Doppelfassade, Lüftungsklappen in Stellung „Sommer“

Das Gebäude stellt einen Brandabschnitt dar, welcher durch Brandwände von den benachbarten Gebäudeteilen der Sparkasse Rosenheim-Bad Aibling abgetrennt wird.

Da die Aspekte des Brandschutzes wesentlichen Einfluss auf das Gelingen des Bauvorhabens haben, wurde unser Ingenieurbüro bereits in der Phase des Wettbewerbes mit in die Gebäudekonzeption einbezogen. So konnte zu einem sehr frühen Zeitpunkt die Planung und Konzeption des Gebäudes brandschutztechnisch begleitet werden, was sich letzten Endes durch die dann folgende, zügige und unkomplizierte Planung des Gebäudes bezahlt gemacht hat.

Wie bereits erwähnt, war für die Bearbeitung des Brandschutzkonzeptes die Berücksichtigung des baulichen Bestandes eine wesentliche Randbedingung. In Abstimmung mit der genehmigenden Behörde der Stadt Rosenheim hat man

sich auf eine schutzzielorientierte Betrachtung des Gebäudes unter Berücksichtigung der Bayerischen Bauordnung sowie der in Bayern noch bekannt gemachten Musterhochhausrichtlinie aus dem Jahr 1982 geeinigt.

Ziel des Brandschutzkonzeptes war es zudem, im Vergleich zum Bestand eine deutliche Verbesserung des Brandschutzes zu erlangen.

Mit dem weitestgehenden Rückbau des Gebäudes bis auf seine tragende und aussteifende Konstruktion konnte der Bestandschutz lediglich für diese Konstruktion unter Berücksichtigung der aktuellen Planung herangezogen werden. Für alle weiteren Aspekte des Brandschutzes sind bei Abweichungen vom Baurecht entsprechende Kompensationsmaßnahmen vorgesehen worden.

WESENTLICHE ASPEKTE DES BRANDSCHUTZKONZEPTES

Erschließung für die Feuerwehr

Für die Feuerwehr der Stadt Rosenheim ist das Gebäude über die öffentlichen Straßen, wie im Bestand gegeben, erreichbar. Die Zugänglichkeit zum Sicherheitstreppenraum wird neu gestaltet und für die Feuerwehr entsprechend gekennzeichnet.

Im Innern des Gebäudes sind im nicht veränderbaren Gebäudekern zwei Aufzugsschächte vorhanden (Bild 5). Einer der beiden neuen Aufzüge wurde im Zuge der Sanierung derart ertüchtigt, dass er für die Feuerwehr auch im Einsatzfall zur Verfügung steht. Dabei werden eine entsprechende Aufzugssteuerung, wie für Feuerwehraufzüge üblich, und eine Ersatzstromversorgung vorgesehen. Der Feuerwehraufzugsvorraum kann aufgrund der baulichen Zwänge des statisch im Bestand zu belassenen Gebäudekerns nicht in der nach Musterhochhausrichtlinie erforderlichen Größe ausgebildet werden.

Unter Berücksichtigung der deutlichen Verbesserung der vertikalen Erschließung im bestehenden Gebäudekern haben die Genehmigungsbehörde sowie die Feuerwehr Rosenheim der notwendigen Abweichung zugestimmt. Zusätzlich zum nun auch für die Feuerwehr nutzbaren Aufzug wurde eine vertikale Löschleitung installiert, aus der die Feuerwehr in jedem Geschoss unmittelbar Löschwasser entnehmen kann.

Rettungsweggestaltung

Die Rettungswegsituation war wegen der Beibehaltung des Gebäudekerns und der Anordnung von einem Treppenraum (als grundsätzlich außen liegender Sicherheitstreppenraum) vom Grundsatz her vorgegeben. Mit der Erweiterung des Gebäudes im 2. Obergeschoss war jedoch eine prinzipielle Abweichung von dem bisherigen Gebäudekonzept mit einem außen liegenden Sicherheitstreppenraum gegeben, da dieser nun vom Untergeschoss bis zum 2. Obergeschoss als innen liegender Treppenraum zu betrachten ist.

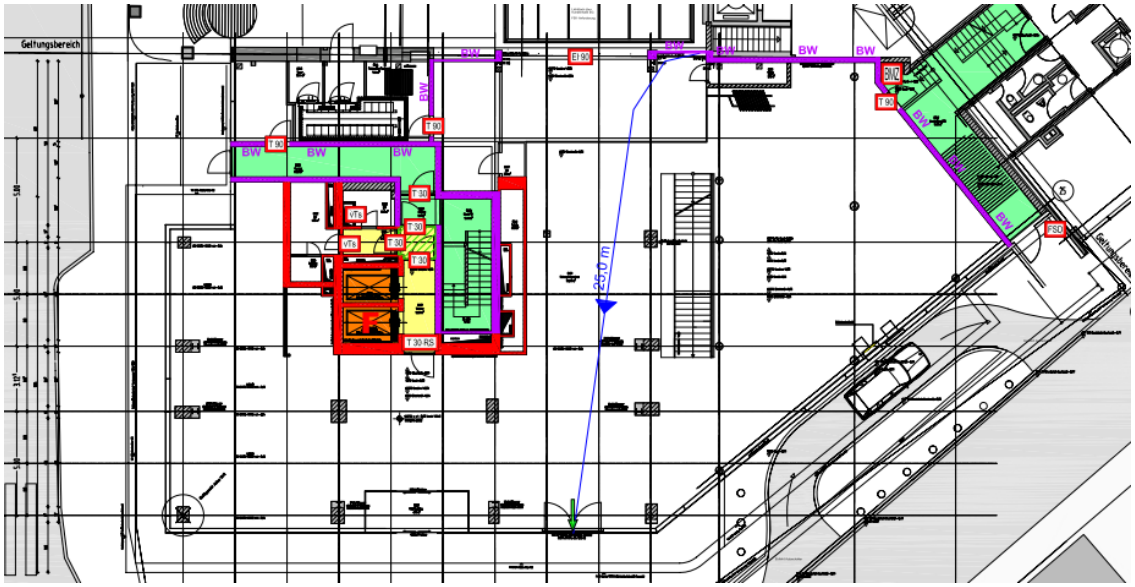


Bild 5 Grundriss Erdgeschoss

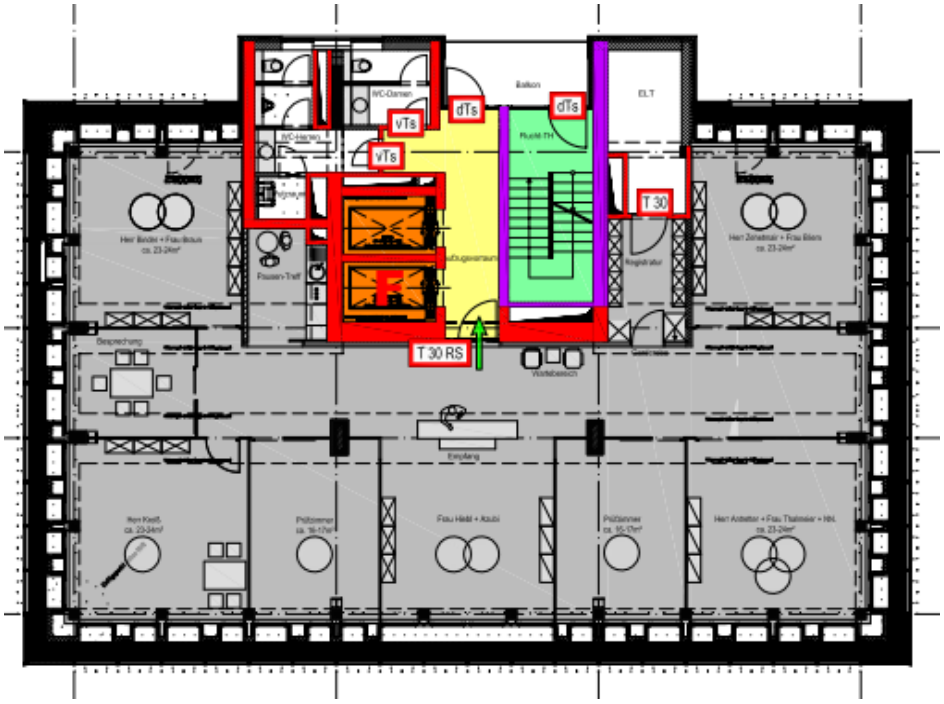


Bild 6 Grundriss Regelgeschoss mit zentralem Gebäudekern

Um das Sicherheitsniveau des Treppenraumes dennoch zu gewährleisten, wurde eine Druckbelüftungsanlage im Sinne der Musterhochhausrichtlinie geplant. Dazu war in den Geschossen, in denen der Treppenraum innen liegend ist, die geforderte Durchströmung der vor dem Treppenraum angeordneten Schleusen über entsprechende Abströmöffnungen und –schächte ins Freie neu herzustellen. Dagegen war das Abströmen ab dem 3. Obergeschoss aufwärts über die offenen Balkone einfach und effektiv unmittelbar ins Freie möglich.

Während für die oberirdischen Regelgeschosse ab dem 3. Obergeschoss (s. Bild 6) lediglich der Sicherheitstreppenraum als Rettungsweg zur Verfügung steht, sind im Untergeschoss bis 2. Obergeschoss in der zulässigen Entfernung von 25 m gemäß der in Bayern eingeführten Hochhausrichtlinie weitere Rettungswege über zusätzliche Treppen in den benachbarten Brandabschnitten vorhanden (vgl. Bild 5).

Das Rettungskonzept entspricht somit den Schutzzielen des Brandschutzes im Sinne der Bayerischen Bauordnung.

Tragende Konstruktion des Gebäudes

Die tragende Konstruktion des Gebäudes wurde untersucht und mit der im Brandschutzkonzept vorgesehenen Feuerwiderstandsklasse F 90-A verglichen. Dort, wo der Bestand diese Anforderung nicht erfüllte, wurden entsprechende Ertüchtigungen vorgenommen.

Die Geschossdecken wurden in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde unter Berücksichtigung der grundsätzlich unveränderten Nutzung des Gebäudes als Bürogebäude im ursprünglich genehmigten Zustand für ausreichend erklärt, soweit diese Decken nach DIN 4102-4:1994-03 mindestens in die Feuerwiderstandsklasse F 60-A eingestuft werden konnten.

Eine genauere Untersuchung ergab, dass die vorhandenen Geschossdecken diese Anforderung in nahezu allen Bereichen erfüllen. Lediglich einzelne Deckenfelder (s. Bild 7) mussten auf dem vorgenannten Feuerwiderstand ertüchtigt werden bzw. wurden durch F 90-A Bauteile ersetzt.

Bild 7 Teils vorgefundener Bestand: brandschutztechnisch nicht qualifizierte Bauteile im Deckenbereich

Die Trennung zwischen Untergeschoss und Erdgeschoss wurde, soweit nicht bereits im Bestand gegeben, in feuerbeständiger Bauweise (F 90-A) ausgeführt bzw. ertüchtigt.

Die reduzierte Feuerwiderstandsdauer der Geschossdecken im Hochhaus wurde auch damit begründet, dass im Zuge der Sanierung eine flächendeckende automatische Löschanlage installiert wird, so dass im Brandfall geringere Brandraumtemperaturen und somit eine geringere Temperaturbeanspruchung der Bauteile zu erwarten sind.

Trennwände im Gebäude

Der Grundriss des Regelgeschosses im Hochhaus (vgl. Bild 6) weist eine Grundfläche von weniger als 400 m² auf. Im Sinne der Bayerischen Bauordnung und auch unter Berücksichtigung der automatischen Löschanlage im Gebäude wurden daher außerhalb des Gebäudekerns keine Anforderungen an die Trennwände in den Büronutzflächen gestellt.

Hiermit konnte man der vom Nutzer gewünschten Flexibilität bei der Büroflächengestaltung und späteren Umgestaltung gerecht werden.

In den Sockelgeschossen (Erdgeschoss bis 2. Obergeschoss) ist die Grundfläche der Nutzungen größer. Hier wurden in Verbindung mit einer automatischen Brandmeldetechnik und Alarmierung der Nutzer sowie entsprechender Sichtbeziehung zum zentralen Erschließungsbereich Kombibüros vorgesehen.

Der Gebäudekern mit Treppenraum, Aufzugsschächten, Steigeschächten, Sanitärbereich und dem zur Erschließung erforderlichen notwendigen Flur wird in allen Geschossen brandschutztechnisch im Sinne der Bayerischen Bauordnung und der Musterhochhausrichtlinie ausgebildet. Auch hier waren jedoch unter Berücksichtigung des statischen Bestandes Abweichungen von den maßlichen Anforderungen erforderlich, die unter Beachtung des brandschutztechnischen Gesamtkonzeptes genehmigt werden konnten.

Fassade des Gebäudes

Die Anordnung von Doppelfassaden bedarf bei der brandschutztechnischen Betrachtung eines besonderen Augenmerkes. Entsprechende Hinweise finden sich auch in aktuellen Landesbauordnungen.

Die brandschutztechnisch auffälligste Besonderheit des Hochhauses in Rosenheim ist dabei die Verwendung des brennbaren Baustoffes Holz im Bereich der Doppelfassade.

Die Idee des Architekten, für die Fassaden des Hochhauses am Standort Rosenheim, einer Stadt, die immer wieder mit dem Holzbau und dem Bau- und Wirtschaftsrohstoff Holz in Verbindung gebracht wird, Holz zu verwenden, stieß

zunächst auf eine Skepsis bei den Planungsbeteiligten sowie der Genehmigungsbehörde.

Aufgabe des Brandschutzkonzeptes war es nun, die Einsatzmöglichkeit des normalentflammbaren Baustoffes Holz aus brandschutztechnischer Sicht unter den vorliegenden Randbedingungen zu untersuchen.

Im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Wertigkeit des Gebäudes sollte der Baustoff Holz weitestgehend unbehandelt bleibenund von heimischen Handwerkern verarbeitet werden können. So war es undenkbar, lediglich eine Holzoptik oder z. B. nichtbrennbare Holzelemente (dünnschichtfurnierte nichtbrennbare Baustoffe) einzusetzen.

Aus brandschutztechnischer Sicht sind im Bereich von Fassaden, speziell von Doppelfassaden, die Aspekte eines möglichen Brandüberschlags zwischen Geschossen und der Rauchausbreitung über den Fassadenzwischenraum näher zu untersuchen. Dabei sind die Szenarien „Brandereignis im Innern des Gebäudes“ sowie angesichts des brennbaren Baustoffes in der Doppelfassade ein denkbare „Brandereignis im Bereich der Zwischenfassade“ zu berücksichtigen.

Das Gebäude an sich erhält aus der Brandschutzkonzeption heraus eine flächendeckende automatische Löschanlage, die einen Brand innerhalb der Nutzflächen frühzeitig eindämmen kann. Daher muss grundsätzlich nicht von einem Feuerüberschlag zwischen den Geschossen ausgegangen werden, wie dies auch den Regelungen der aktuellen Musterhochhausrichtlinie zu entnehmen ist.

Im vorliegenden Fall galt es, ein Konzept zu entwickeln, welches einem Feuerüberschlag und die Brandausbreitung zwischen den Geschossen innerhalb der Doppelfassade vorbeugt. Zum einen wurden dazu horizontal angeordneten Holzelemente auf einer nichtbrennbaren Oberfläche befestigt, so dass sie maximal dreiseitig beflammt werden. Damit wird einerseits die Brandausbreitungsgefahr verringert und andererseits kann sich hinter den Holzelementen kein Brand entwickeln und ausbreiten.

Um das Schutzziel „Verhinderung der Brandausbreitung im Fassadenzwischenraum“ zuverlässig zu erreichen, war jedoch nur der Einsatz einer automatischen Löschanlage erfolgversprechend.

Bei der Wahl einer geeigneten automatischen Löschanlage waren die besonderen Randbedingungen der geplanten Doppelfassade zu berücksichtigen. Je nach Jahreszeit und Witterung ist entweder ein durchgehender, offener Fassadenzwischenraum vor allen Geschossen vorhanden oder der Fassadenzwischenraum ist in Höhe der Geschossdecken durch verstellbare Lüftungsklappen lüftungstechnisch unterteilt. Zudem kann in den Wintermonaten im Fassadenzwischenraum Frost auftreten.

Aufgrund der lüftungstechnischen Bedingungen innerhalb der Doppelfassade und der zwangsläufig gegebenen Undichtigkeiten schied der Einsatz einer Gaslöschanlage im Bereich der Doppelfassade aus. Dies auch aus dem Grund, dass die innere Fassade mit von Hand zu öffnenden Fenstern versehen ist. Die Auslösung einer Gaslöschanlage im Bereich des Fassadenzwischenraumes könnte somit je nach verwendetem Löschgas zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Nutzer in dem Gebäude. Schließlich hätte die Bevorratung der erforderlichen Löschgasmenge für den grundsätzlich großzügigen und offen zusammenhängenden Fassadenzwischenraum einen in den bestehenden Räumlichkeiten des Gebäudes nicht darstellbaren Platzbedarf zur Folge.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sowie des Platzbedarfes derartiger Technik sollte sowohl im Gebäude als auch im Fassadenzwischenraum die gleiche Löschtechnik verwendet werden. Dies führte dazu, dass die Wahl rasch auf das Löschmittel „Wasser“ fiel.

Für Gebäude einer Büro- und Verwaltungsnutzung ist grundsätzlich der Einsatz einer klassischen Sprinkleranlage bestens geeignet. Auch für den Baustoff Holz, wie er im Bereich der Zwischenfassade eingesetzt wird, ist das Löschmittel Wasser seit Jahrhunderten bewährt.

Bei einer konventionellen Sprinkleranlage bestehen allerdings Einsatzgrenzen in der vertikalen Löschwirkung. So weist die geplante Holzfassade mit horizontalen Holzlamellen keine glatte, durchgehende Oberfläche auf, die von einem Sprinkler nach Auslösung durch einen Wasserschleier von oben nach unten benetzt werden könnte. Vielmehr sind unter den horizontalen Holzelementen Bereiche vorhanden, welche nicht durch die von oben nach unten wirkenden Sprinklertröpfchen erreicht werden; die Holzelemente stellen also für ihre Unterseiten eine Art Regenschirm dar.

Es war daher notwendig, eine Löschtechnik einzusetzen, welche wie eine Gaslöschanlage eine möglichst dreidimensionale Löschwirkung entfaltet. Aus diesem Grund kam eine Hochdrucknebelanlage zum Einsatz.

Aufgrund der weiterhin gegebenen Situation, dass je nach Witterung und Windeinfluss eine Luftströmung im Fassadenzwischenraum auftreten kann, musste untersucht werdenen, ob die Hochdrucknebeltechnik auch unter diesen Randbedingungen wirksam ist. Hierzu waren seitens der ausgewählten Herstellerfirma bereits vergleichbare Untersuchungen für offene Balkone von Kreuzfahrtschiffen durchgeführt worden.

Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass die Hochdrucknebeltechnik aufgrund der hohen kinetischen Energie, welche den Wassertröpfchen am Sprühkopf mitgegeben wird, auch bei Windbeeinflussung eine ausreichende Löschwirkung erzielt.

Bei Brandalarm im Gebäude oder bei Auslösung der Hochdrucknebelanlage im Fassadenzwischenraum erfolgt über die Brandmeldeanlage die Ansteuerung

der Lüftungsklappen in die Stellung “Rauchableitung“, womit der durchgehende Luftraum der Doppelfassade im Brandfall durch die Klappen und die vorhanden Blechstege geschossweise unterteilt wird.

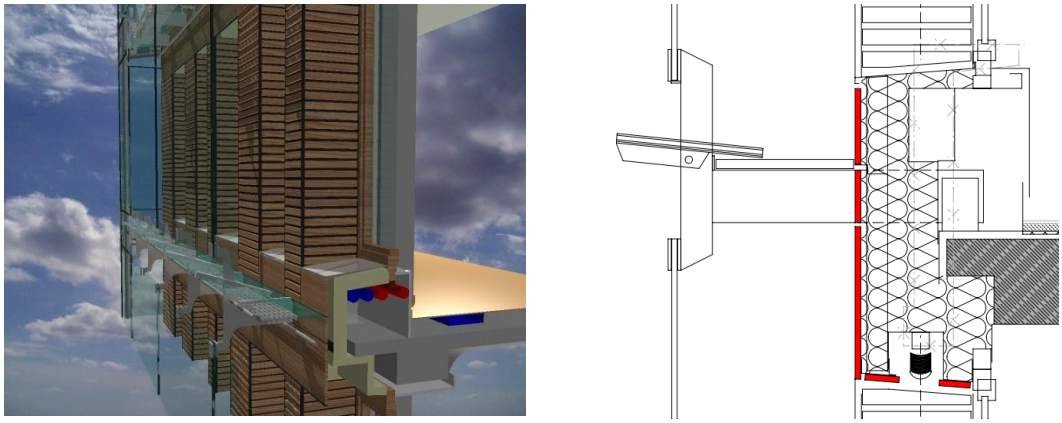


Bild 8 Lüftungsklappen der Fassade in Position „Rauchableitung“

Durch den Einsatz einer ständig befüllten, mit entsprechendem Frostschutz versehenen Anlage wird zudem sichergestellt, dass die Hochdrucknebelanlage im Fassadenzwischenraum auch bei Frost zeitnah auslöst. Damit wird die sonst übliche Zeitverzögerung durch das Füllen einer Trockenleitung nach Öffnen der Alarmventilstation zu Gunsten einer schnelleren Auslösung verhindert.

Mit der Wahl des Hochdrucknebelsystems für den Fassadenzwischenraum war zudem die Löschanlage für die Nutzungseinheiten im Gebäude festgelegt. Auch hier kommt die vorgenannte Hochdrucknebelanlage zum Einsatz.

Wie eingangs beschrieben, wurde bei der Planung des Gebäudes, insbesondere auch Wert daraufgelegt, dass Geschosshöhe durch haustechnische Installationen nicht unnötig eingeschränkt werden und auch die sonstigen Platzverhältnisse im Gebäude zu Gunsten der Nutzfläche des Nutzers nur sparsam mit Haustechnik belegt werden.

Auch hier weist der Einsatz der Hochdrucknebelanlage wesentliche Vorteile auf, da die Edelstahlhochdruckleitungen deutlich geringere Querschnitte als herkömmliche Sprinklerleitungen besitzen. Dies hat somit eine Platzersparnis sowohl in der vertikalen als auch der horizontalen Leitungsverlegung zur Folge gehabt. Auch die Wasserbevorratung, welche für Sprinkleranlagen beachtliche Raumgrößen, insbesondere in den Untergeschossen, in Anspruch nehmen kann, ist beim Einsatz einer Hochdrucknebelanlage mit einem deutlich geringeren Volumen darstellbar. Somit konnte der Einsatz der Hochdrucknebelanlage auch die sonstige Gebäudekonzeption deutlich unterstützen.

Das Brandschutzkonzept für den Bereich der Doppelfassade wurde mit der Genehmigungsbehörde der Stadt Rosenheim, welche die oberste Bauaufsicht (die Regierung von Oberbayern) zu Beratungen hinzugezogen hat, abgestimmt

und genehmigt. Als Genehmigungsauflage wurde formuliert, dass das Brandschutzkonzept hinsichtlich der Ausführung der Doppelfassade von einem weiteren unabhängigen Sachverständigen im Zuge eines weiteren Vier-Augen-Prinzips geprüft wird, was bei einer derartigen besonderen Situation durchaus üblich ist.

Anlagentechnische Gebäudeausstattung

Wie zuvor beschrieben, wird das Gebäude mit einer Hochdrucknebelanlage ausgestattet, welche bei einer mindestens vergleichbaren Löschwirkung im Vergleich zu einer konventionellen Sprinkleranlage deutliche Platzeinsparungen im Bereich der Wasserbevorratung als auch der Leitungsverlegung aufweist.

Die Löschanlage wurde zudem unter Berücksichtigung der für das Gebäude zu berücksichtigenden Schutzziele, insbesondere der Doppelfassade mit brennbarer Innenfassade, hinsichtlich ihrer Pumpenleistung redundant ausgeführt.

Dies bedeutet bei einer Hochdrucknebenanlage nicht, dass sämtliche Pumpen doppelt auszuführen sind, sondern vielmehr, dass die für die Sicherstellung des erforderlichen Druckes im Leitungssystem notwendigen Elektromotoren und Pumpen um jeweils ein Modul ergänzt werden. Dies bedeutet, dass neben der erforderlichen Anzahl n ein weiteres Aggregat angefügt wird (n+1), weil nicht davon auszugehen ist, dass alle Motoren und Aggregate gleichzeitig ausfallen.

Die Auslösung der automatischen Löschanlage erfolgt klassisch thermisch über Löschköpfe mit Auslösung über Glasfässchen. Die Auslösung der Löschanlage wird automatisch über die vorgesehene Brandmeldeanlage der öffentlichen Feuerwehr gemeldet.

Die Brandmeldeanlage wird als flächendeckende Brandmeldeanlage mit Brandmeldern der Kenngröße Rauch vorgesehen. Somit ist eine frühzeitige Alarmierung der örtlichen Feuerwehr sowie in Verbindung mit der automatischen Alarmierungsanlage eine frühzeitige Alarmierung der Nutzer über ein Alarmsignal im Gebäude gegeben.

Die Rauchableitung aus dem Gebäude erfolgt klassisch über Öffnungen in das Freie. Dabei macht man sich die Steuerungsmöglichkeiten der Doppelfassade zunutze. So werden bei Auslösung der Brandmeldeanlage die Lüftungsklappen der Fassade in die Position Entrauchung gefahren. Diese Position schafft eine horizontale Unterteilung der Fassade im Bereich der Geschossdecken mit einer durchgehenden Öffnung an oberer Stelle des dadurch gebildeten Fassadenabschnittes. Rauchgase, welche sich innerhalb der Fassade bilden oder aus den Nutzungen im Gebäude in den Fassadenzwischenraum über die von Hand zu öffnenden Fenster gelangen bzw. abgeleitet werden, können somit ungehindert ins Freie abströmen.

Die Lüftungsklappen der einzelnen Geschosse werden dabei geschossweise angesteuert und verkabelt, womit im Brandfall im Geschoss oder der Doppelfassade maximal in einem Teilbereich eines Geschosses die Funktion der Klappen beeinträchtigt sein könnte.

Für den Fall, dass in einem Geschoss die Steuerung der Lüftungsklappen ausfallen sollte, wurde über eine CFD Rauchsimulation (CFD: engl. Computational Fluid Dynamics), nachgewiesen, dass dennoch nicht mit einer für die Personenevakuierung gefährlichen Verrauchung der Doppelfassade bzw. bei geöffneten Fenstern der Nutzungen zu rechnen ist.

Die erforderlichen Anlagen zur Kennzeichnung der Rettungswege mit der zugehörigen Beleuchtung und Ersatzstromversorgung wie auch die Ersatzstromversorgung für die sicherheitsrelevanten Anlagen im Gebäude werden im Sinne der baurechtlichen Vorgaben vorgesehen.

Eine weitere Besonderheit des Gebäudes mit dem Standort in Rosenheim ist die Berücksichtigung des Hochwasserfalls. Sicherheitstechnische Anlagen für Gebäude, sprich technische Anlagen, werden in der Regel in den Untergeschossen von Gebäuden positioniert, um die belichteten Flächen in den oberirdischen Geschossen für die Schaffung von Arbeitsplätzen zu erhalten.

Rosenheim liegt eingebettet im Inntal, womit in Rosenheim immer wieder Hochwassersituationen auftreten, bei denen Gebäude in ihren Untergeschossen geflutet werden können. In einem solchen Fall ist mit dem Ausfall der sicherheitsrelevanten Anlagen eines Gebäudes, welche sich in den Untergeschossen befinden, zu rechnen. Da die sicherheitstechnischen Anlagen im vorliegenden Fall an verschiedenen Stellen zur Kompensation von baurechtlichen Abweichungen vorgesehen sind, hätte der Ausfall der Anlagen im Hochwasserfall die Absenkung des Sicherheitsniveaus für die Nutzer im Gebäude zur Folge.

Aus diesem Grund wurde festgelegt, dass bei einem drohenden Hochwasserereignis, bei dem mit der Flutung des Untergeschosses gerechnet werden muss, die Räumung des Gebäudes vorgesehen wird.

SCHLUSSBETRACHTUNG

Das vorliegende Projekt zeigt, dass die Sanierung von Bestandsgebäuden auch in großem Umfange zur Schaffung attraktiver und moderner Nutzflächen auch bzw. insbesondere unter Berücksichtigung des Aspektes der Nachhaltigkeit möglich ist.

In jedem Fall ist für derartige Vorhaben die sicherheitstechnische Planung, sprich die Brandschutzkonzeption, immer ein wesentlicher Bestandteil, der dafür sorgen muss, dass ein ausreichendes Sicherheitsniveau nach der Sanierung des Gebäudes auch für die Zukunft des Gebäudes vorhanden ist.

Neben dem Einsatz von innovativen Brandschutzlösungen besitzen dabei auch ingenieurtechnische Brandschutzverfahren, wie Simulationen zur Brand- und Rauchausbreitung, Simulationen und Berechnungsverfahren zur Ermittlung des tatsächlichen Feuerwiderstandes von bestehenden Bauteilen eine große Rolle.

Insbesondere letztere Verfahren ermöglichen es erst, die brandschutztechnischen Kapazitäten der bestehenden Bauteile und Anlagen richtig einzuschätzen.

Die schlüssige und schutzzielorientierte Brandschutzkonzeption fasst dann, wie im vorliegenden Fall, alle Aspekte des Brandschutzes in einem entsprechenden nachvollziehbaren Dokument zusammen, welches dann seitens der genehmigenden Stellen ohne zusätzliche Auflagen genehmigt werden kann.

Das beschriebene Projekt soll dabei als Beispiel dafür dienen, dass die Nutzung bestehender Gebäude und der Anspruch an moderne Nutzflächen nicht im Widerspruch zu den Schutzzielen des Baurechtes und dem Sicherheitsbedürfnis der Nutzer stehen müssen.

LITERATUR

[1] Brandschutzkonzept hhpberlin 06B201-G4 vom 27.03.2009, Dipl.-Ing. H. Niemöller

[2] CFD Rauchsimulation Fassade hhpberlin 06B201-G2, 25.05.2007, Dipl.-Ing. R. Tilly

[3] Baugenehmigung VI/601 Hm/fo vom 23.12.2009 der Stadt Rosenheim

[4] Gutachten GA 05-07-2009 des IBF-Kotthoff vom 05.07.2009, Dipl.-Phys. Kotthoff

[5] Pressetext SAI Generalplanungsgesellschaft mbH

SITZUNG 4

PRÜFUNG, ÜBERWACHUNG, ABNAHME

Sitzungsleitung: D. Hosser, Braunschweig

AUFGABEN UND VERFAHREN DES STAATLICH ANERKANNTEN SACHVERSTÄNDIGEN FÜR DIE PRÜFUNG DES BRANDSCHUTZES NRW

Udo Kirchner
Staatlich anerkannter Sachverständiger für die Prüfung des Brandschutzes, Erkelenz

EINLEITUNG

Mit den politischen Bestrebungen zur Deregulierungen entstanden im Bereich des Bauordnungsrechtes Anfang der 90iger Jahre Überlegungen, Aufgaben der Bauaufsichtsbehörden in mehr oder minder großem Umfang auf entsprechend qualifizierte und zuverlässige Privatpersonen zu übertragen. In Nordrhein-Westfalen (NRW) wurden diese Überlegungen zum Stand der Bauordnung 1996 mit der Figur des „Staatlich anerkannten Sachverständigen“ umgesetzt und für die sicherheitsrelevanten Bereiche der Prüfung der Standsicherheit sowie des Brandschutzes etabliert. Mit erheblichen Anstrengungen der für die Anerkennung dieser Sachverständigen zuständigen Architektenkammer sowie der Ingenieurkammer-Bau NRW standen zum Stichtag 01.01.1996 sechs derartige Sachverständige für die Prüfung des Brandschutzes zur Verfügung. Sehr rasch verbreitete und etablierte sich das nachfolgend noch im Detail beschriebene Verfahren, so dass bereits ein Jahr später 72 Sachverständige bei beiden Baukammern anerkannt waren.

In der praktischen Durchführung dieser Prüfungen zeigte sich sehr rasch insbesondere für Sonderbauten (deren Prüfung seinerzeit auch in der Kompetenz der Sachverständigen in NRW lag) die Erfordernis, die Bauvorlagen um eine qualifizierte Dokumentation den Brandschutz betreffend zu ergänzen. Diese Entwicklung erhielt einen deutlichen Impuls durch den Bericht der „Unabhängigen Sachverständigen-Kommission zur Untersuchung des Brandes am Flughafen Düsseldorf“, welcher mit Datum vom 10.12.1997 die Ausarbeitung eines „Brandschutzkonzeptes“ als wichtigen und wesentlichen Bestandteil der Bauvorlagen für Sonderbauten vorschlug. Damit war nicht nur ein neuer Begriff sondern auch ein vollständig neuer Ansatz geboren, welcher die weitere Entwicklung des Bauordnungsrechtes in NRW bestimmte.

Mit der nochmaligen Neufassung der Bauordnung zum Stand 2000 wurden die Aufgaben für die Prüfung des Brandschutzes durch den entsprechenden Sachverständigen auf Wohngebäude mittlerer Höhe eingeschränkt und gleichzeitig für Sonderbauten die verpflichtende Vorlage von Brandschutzkonzepten, erstellt durch entsprechende Sachverständige, aufgenommen.

Dieser Beitrag beschreibt für diese auch zum Zeitpunkt der Drucklegung maßgebliche Doppelfunktion jeweils zunächst die rechtlichen Grundlagen durch Zitierung im Vorschriftenkontext mit Hervorhebung der wesentlichen Angaben und ergänzt Erläuterungen und Hinweise aus der praktischen Umsetzung.

AUFGABEN IN DER PRÜFTÄTIGKEIT

Die Grundlage für die Prüftätigkeit findet sich in § 72 BauO NRW betreffend der Behandlung des Bauantrages- Zitat § 72 (6) BauO NRW.

Legt die Bauherrin oder der Bauherr Bescheinigungen einer oder eines staatlich anerkannten Sachverständigen im Sinne des § 85 Abs. 2 Nr. 4 vor, so wird vermutet, dass die bauaufsichtlichen Anforderungen insoweit erfüllt sind. Im Hinblick auf die Standsicherheit und den Brandschutz einer baulichen Anlage sind Bescheinigungen über die Prüfung der entsprechenden Nachweise und Bauvorlagen erforderlich. Die Bauaufsichtsbehörde kann die Vorlage solcher Bescheinigungen verlangen. Die Bauaufsichtsbehörde ist zu einer Überprüfung des Inhalts der Bescheinigungen nicht verpflichtet. Mit der Vorlage der Bescheinigungen sind der Bauaufsichtsbehörde die staatlich anerkannten Sachverständigen nach § 85 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4 zu benennen, die mit den stichprobenhaften Kontrollen der Bauausführung beauftragt worden sind. Die Sätze 1 bis 5 gelten im Hinblick auf den Brandschutz einer baulichen Anlage nicht für Sonderbauten (§ 54).

Neben der im Satz 6 vorgenommenen Einschränkungen betreffend der Sonderbauten ergibt sich der Anwendungsbereich aus § 67 Genehmigungsfreie Wohngebäude - Zitat § 67 (4) BauO NRW.

Bei Wohngebäuden mittlerer Höhe und Wohngebäuden geringer Höhe mit mehr als zwei Wohnungen, jedoch nicht bei deren Nebengebäuden und Nebenanlagen, müssen vor Baubeginn ein von einer oder einem staatlich anerkannten Sachverständigen im Sinne des § 85 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4 geprüfter Nachweis über die Standsicherheit und von einer oder einem staatlich anerkannten Sachverständigen aufgestellte oder geprüfte Nachweise über den Schallschutz und den Wärmeschutz vorliegen. Bei Wohngebäuden mittlerer Höhe muss zusätzlich von einer oder einem staatlich anerkannten Sachverständigen geprüft und bescheinigt werden, dass das Vorhaben den Anforderungen an den Brandschutz entspricht. Die Bauherrin oder der Bauherr hat den Angrenzern (§ 74 Abs. 1) vor Baubeginn mitzuteilen, dass ein genehmigungsfreies Bauvorhaben nach Absatz 1 oder Absatz 7 durchgeführt werden soll, zu dem die Gemeinde keine Erklärung nach Absatz 1 Satz 1 Nr. 3 abgegeben hat.

Auch im vereinfachten Genehmigungsverfahren nach § 68 findet die Prüfung des Brandschutzes durch staatlich anerkannte Sachverständige statt - Zitat § 68 (2) BauO NRW.

Spätestens bei Baubeginn sind bei der Bauaufsichtsbehörde einzureichen

1. *Nachweise über den Schallschutz und den Wärmeschutz, die von einer oder einem staatlich anerkannten Sachverständigen nach § 85 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4 aufgestellt oder geprüft sein müssen,*

2. *ein Nachweis über die Standsicherheit, der von einer oder einem staatlich anerkannten Sachverständigen nach § 85 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4 geprüft sein muss, und*

3. *die Bescheinigung einer oder eines staatlich anerkannten Sachverständigen nach § 85 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4, dass das Vorhaben den Anforderungen an den Brandschutz entspricht; dies gilt nicht für Wohngebäude geringer Höhe und Sonderbauten.*

Gleichzeitig sind der Bauaufsichtsbehörde die staatlich anerkannten Sachverständigen nach § 85 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4 zu benennen, die mit den stichprobenhaften Kontrollen der Bauausführung beauftragt worden sind. Soll bei der Errichtung geschlossener Garagen mit einer Nutzfläche über 100 m2 bis 1.000 m2 eine natürliche Lüftung vorgesehen werden, so muss zuvor von einer oder einem staatlich anerkannten Sachverständigen die Unbedenklichkeit bescheinigt worden sein; die Bescheinigung ist aufgrund durchgeführter Messungen innerhalb eines Monats nach Inbetriebnahme der Garage von der oder dem Sachverständigen zu bestätigen.

Im Gegensatz zu den genehmigungsfreien Wohngebäuden nach § 67 gibt es im vereinfachten Genehmigungsverfahren nach § 68 allerdings die Wahlmöglichkeit des Bauherren - Zitat § 68 (5) BauO NRW.

Auf Antrag der Bauherrin oder des Bauherrn kann die Bauaufsichtsbehörde die Nachweise nach Absatz 2 Nummern 1 und 2 prüfen. Dies gilt auch für die Anforderungen an den baulichen Brandschutz, soweit hierüber Sachverständigenbescheinigungen vorzulegen sind.

Generell hat der Sachverständige in NRW zu prüfen, dass das Vorhaben den Anforderungen an den Brandschutz entspricht und kann ausschließlich diesen Sachverhalt auch bescheinigen; eine Möglichkeit zur Korrektur der Bauvorlagen oder eine Kompetenz bei Abweichungen ergibt sich hieraus nicht.

Für die Aufgabenerledigung sind im Wesentlichen die Vorschriften des § 16 der Verordnung über staatlich anerkannte Sachverständige nach Landesbauordnung maßgeblich - Zitat § 16 (1) SV-VO.

Staatlich anerkannte Sachverständige für die Prüfung des Brandschutzes prüfen, ob das Vorhaben den Anforderungen an den baulichen Brandschutz entspricht und bescheinigen die Vollständigkeit und Richtigkeit der brandschutztechnischen Nachweise. Zur Bescheinigung gehört der Prüfbericht, in dem Umfang und Ergebnis der Prüfung niederzulegen sind, und eine Ausfertigung der brandschutztechnisch geprüften Bauvorlagen. Im Prüfbericht sind die Forderungen der Brandschutzdienststelle kenntlich zu machen.

An gleicher Stelle wird auch die Zusammenarbeit mit der Brandschutzdienststelle geregelt - Zitat § 16 (2) SV-VO.

Wenn staatlich anerkannte Sachverständige für die Prüfung des Brandschutzes Bescheinigungen nach § 67 Abs. 4, § 68 Abs. 2 oder § 72 Abs. 6 BauO NRW ausstellen, sind sie verpflichtet, den zur Wahrung der Belange des abwehrenden Brandschutzes erhobenen Forderungen der Brandschutzdienststelle [§ 5 des Gesetzes über den Feuerschutz und die Hilfeleistung (FSHG) vom 10. Februar 1998 (GV.NW. S. 122)] zu entsprechen. Hat die Bauherrin oder der Bauherr beantragt, eine Abweichung von Anforderungen an den Brandschutz zuzulassen, und ist in diesem Zusammenhang den Forderungen der Brandschutzdienststelle zum abwehrenden Brandschutz entsprochen worden, so ist eine erneute Beteiligung der Brandschutzdienststelle durch den staatlich anerkannten Sachverständigen nicht erforderlich.

Auch die Aufgabenerledigung in der Überprüfung der Bauausführung ergibt sich aus der Regelung - Zitat § 16 (3) SV-VO.

Staatlich anerkannte Sachverständige für die Prüfung des Brandschutzes dürfen Bescheinigungen bei Fertigstellung nur ausstellen, wenn sie sich stichprobenhaft während der Bauausführung davon überzeugt haben, dass die geprüften Anforderungen erfüllt sind.

In § 24 Entgeltregelung finden sich - Zitat § 24 (5) SV-VO.

Staatlich anerkannte Sachverständige für die Prüfung des Brandschutzes erhalten für das Prüfen der brandschutztechnischen Unterlagen des baulichen Brandschutzes und der Berücksichtigung der Belange des abwehrenden Brandschutzes insgesamt ein Honorar nach Maßgabe der Anlage 2. Abs. 3 Satz 2 gilt entsprechend. Steht bei baulichen Anlagen, deren anrechenbare Kosten unter 250.000 Euro liegen, das Honorar in einem groben Missverhältnis zum Aufwand für die Prüfung, so kann das Honorar nach dem Zeitaufwand ermittelt werden, höchstens jedoch bis zu dem für anrechenbare Kosten von 250.000 Euro nach Satz 1 festgesetzten Honorar. Die stichprobenhaften Kontrollen während der Bauausführung und die Erteilung von Bescheinigungen nach § 82 Abs. 4 BauO NRW werden nach dem Zeitaufwand vergütet.

Als Praxiserfahrung ist zunächst festzuhalten, dass im Vergleich zu der intensiven Prüftätigkeit in den Jahren 1996 - 2000 seither der Auftragsumfang deutlich nachgelassen hat. Gleichwohl entscheiden sich insbesondere Bauträgerunternehmen, die im Wesentlichen an unterschiedlichen Standorten bauen, für die Prüfung durch Sachverständigen, da sich in der kontinuierlichen Zusammenarbeit mit einem (identischen) Sachverständigen in der Regel eine Beschleunigung in der Planungskoordination gegenüber der Abstimmung mit unterschiedlichen Bauaufsichtsbehörden erreichen lässt.

Es ist aber auch festzustellen, dass die Bauaufsichtsbehörde der einzelnen Städte und Kommunen recht unterschiedlich den Bauherren im Hinblick auf die zitierte Regelung des § 68 (5) beraten, aber auch die Architekten sich nicht einheitlich für das Verfahren der Prüfung durch den Sachverständigen oder die Bauaufsichtsbehörde entscheiden. Die in § 68 (5) zitierte Wahl des Bauherren wird verfahrenstechnisch durch Ankreuzen im Bauantrags-Formular umgesetzt.

In der Abwicklung der Prüftätigkeit erhält der Sachverständige vom Entwurfsverfasser die Bauantragsunterlagen und dokumentiert das Ergebnis seiner Prüfung, ob bzw. inwieweit die Anforderungen an den Brandschutz erfüllt sind, durch einen Prüfbericht. Sofern nach diesem Prüfbericht die Anforderungen (noch) nicht erfüllt sind, erfolgt durch den Entwurfsverfasser eine Anpassung auf Basis des Prüfberichtes und eine (ggf. mehrmalige) erneute Einreichung bis ein entsprechend positives Prüfergebnis vorliegt.

Danach erfolgt die Beteiligung der Brandschutzdienststelle durch den Sachverständigen, in dem dieser die Bauvorlagen und seinen Prüfbericht übergibt. Dabei hat es sich in der Praxis für die Zusammenarbeit als sinnvoll erwiesen, wenn die Grundzüge der baurechtlichen und brandschutztechnischen Bewertung durch den Sachverständigen kurz im Prüfbericht dokumentiert werden, so dass die Brandschutzdienststelle bereits auf einer entsprechend qualifizierten Aufbereitung aufbauen kann.

Den Rücklauf der Stellungnahme der Brandschutzdienststelle (mit deren Gebührenrechnung) wertet der Sachverständige aus und entscheidet, ob die „Anforderungen an den abwehrenden Brandschutz“ durch entsprechende textliche Übernahme in den Prüfbericht bzw. Bescheinigung möglich ist oder eine ergänzende planerische Darstellung des Entwurfsverfassers erforderlich wird. Im letztgenannten Fall wäre eine nochmaliger Planaustausch vorzunehmen, ansonsten erfolgt die abschließende Bescheinigung des Sachverständigen als eigenständiges Dokument, welches dem Entwurfsverfasser zugesandt wird und von diesem bei der Bauaufsichtsbehörde vorgelegt wird.

In einem Sonderdruck mit April 1998 veröffentliche die Ingenieurkammer Bau einen gemeinsamen Leitfaden des AKSVBP - Arbeitskreis staatlich anerkannter Sachverständiger für die Prüfung des Brandschutzes - und dem AKVB NRW - Arbeitskreis vorbeugender Brandschutz der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren im Lande NRW - sowie dem Arbeitsausschuß Vorbeugender Brandschutz des Landesfeuerwehrverbandes, in welchem die Abwicklung in der Prüfung detailliert beschrieben und durch grafische Schemen übersichtlich aufbereitet wurde. Bild 1 zeigt die grafische Aufbereitung.

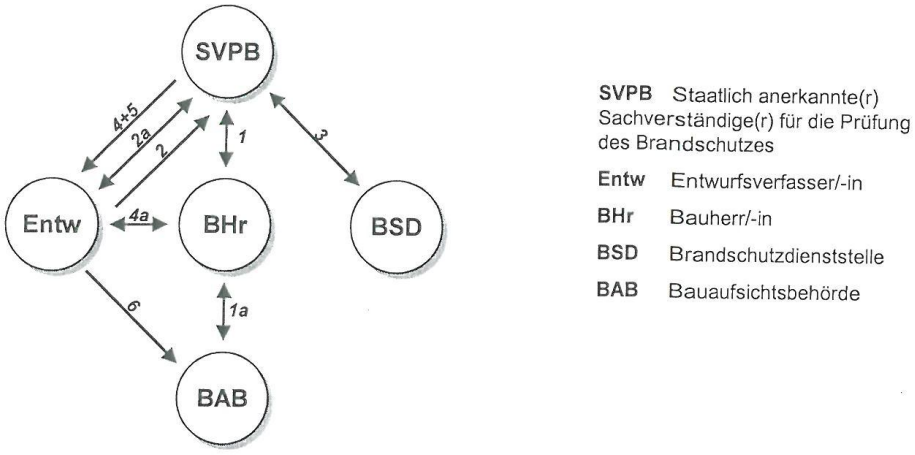


Bild 1 Ablaufschema gemäß Leitfaden April 1998

In diesem Leitfaden ist auch die Fallgestaltung ausgewertet, wenn für die eingereichten Bauvorlagen die Erfüllung der Anforderungen des Brandschutzes nicht durch Anpassung / Änderung der Pläne, sondern durch einen entsprechenden Abweichungsantrag und ggf. Kompensationsmaßnahmen herbeizuführen ist. Da dem Sachverständigen in NRW hier keine Kompetenz zufällt, muss dieser zunächst ein Verfahren veranlassen und abschließen lassen, in welchem die Bauaufsichtsbehörde (unter Beteiligung der Brandschutzdienststelle) über die Abweichung entscheidet und kann erst nach Vorliegen des Abweichungsbescheides die entsprechende Prüfung und Bescheinigung unter Bezugnahme auf diesen Bescheid fortsetzen. In diesem weiteren Verfahren wird allerdings die Brandschutzdienststelle nicht nochmals beteiligt.

Die Praxiserfahrungen in der stichprobenartigen Prüfung der Bauausführung müssen als durchweg vielschichtig bezeichnet werden. Auch hier zeigen sich bei einer kontinuierlichen Zusammenarbeit eine zunehmende Qualität und Mangelvermeidung und auch eine gute Dokumentation im Hinblick auf Verwendbarkeitsnachweise, Übereinstimmungserklärungen etc. Bei Einzelmaßnahmen im Gebäudebestand und dabei häufig nur schwer definierbarer Zusammensetzung der ausführenden Unternehmen und deren fachlichen Qualifikation, ist eine ordnungsgemäße Bauausführung als Voraussetzung für eine entsprechende Bescheinigung häufig nur mit hoher Anstrengung und Aufklärung durch den Sachverständigen zu erreichen, vor allem aber mit überproportionalem Einsatz und Aufwand.

AUFGABEN ALS ERSTELLER VON BRANDSCHUTZKONZEPTEN

Die Vorlage von Brandschutzkonzepten ist in § 69 Bauantrag für Sonderbauten in NRW verbindlich vorgegeben - Zitat § 69 (1) BauO NRW.

Der Bauantrag ist schriftlich mit allen für seine Bearbeitung sowie für die Beurteilung des Bauvorhabens erforderlichen Unterlagen (Bauvorlagen) in ausreichender Anzahl bei der Bauaufsichtsbehörde einzureichen. Mit den Bauvorlagen für Sonderbauten gemäß § 68 Abs. 1 Satz 3 ist ein Brandschutzkonzept einzureichen. Es kann gestattet werden, dass einzelne Bauvorlagen nachgereicht werden.

Die Begriffsbestimmung der Sonderbauten ergibt sich als Umkehrschluss aus § 68 Vereinfachtes Genehmigungsverfahren - Zitat § 68 (1) BauO NRW.

Das vereinfachte Genehmigungsverfahren wird für die Errichtung und Änderung von baulichen Anlagen sowie anderen Anlagen und Einrichtungen im Sinne des § 1 Abs. 1 Satz 2 durchgeführt, soweit sie nicht nach den §§ 65 bis 67 genehmigungsfrei sind. Das vereinfachte Genehmigungsverfahren wird auch durchgeführt, wenn die Bauherrin oder der Bauherr dies gemäß § 67 Abs. 1 Satz 3 beantragt. Das vereinfachte Genehmigungsverfahren gilt nicht für die Errichtung und Änderung von

1. *Hochhäusern,*
2. *baulichen Anlagen mit mehr als 30 m Höhe,*
3. *baulichen Anlagen und Räumen mit mehr als 1.600 m^2 Grundfläche*
4. *Verkaufsstätten mit mehr als 700 m^2 Verkaufsfläche,*
5. *Messe- und Ausstellungsbauten,*
6. *Büro- und Verwaltungsgebäuden mit mehr als 3.000 m^2 Geschoss-fläche,*
7. *Kirchen und Versammlungsstätten mit Räumen für mehr als 200 Personen,*
8. *Sportstätten mit mehr als 1.600 m^2 Grundfläche oder mehr als 200 Zuschauerplätzen, Freisportanlagen mit mehr als 400 Tribünenplätzen,*
9. *Sanatorien und Krankenhäusern, Entbindungs-, Säuglings-, Kinder- und Pflegeheimen,*
10. *Kindergärten und -horten mit mehr als 2 Gruppen oder mit dem Aufenthalt für Kinder dienenden Räumen außerhalb des Erdgeschosses sowie Tageseinrichtungen für Menschen mit Behinderungen und alte Menschen,*
11. *Gaststätten mit mehr als 40 Gastplätzen oder Beherbergungsbetrieben mit mehr als 30 Betten und Vergnügungsstätten,*
12. *Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,*
13. *Abfertigungsgebäuden von Flughäfen und Bahnhöfen,*
14. *Justizvollzugsanstalten und baulichen Anlagen für den Maßregelvollzug,*
15. *baulichen Anlagen und Räumen, deren Nutzung mit Explosionsgefahr oder erhöhter Brand-, Gesundheits- oder Verkehrsgefahr verbunden ist, und Anlagen, die am 1. Januar 1997 in der Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes enthalten waren,*

16. Garagen mit mehr als 1000 m² Nutzfläche,

17. Camping- und Wochenendplätzen,

18. Regalen mit mehr als 9 m Lagerhöhe (Oberkante Lagergut),

19. *Zelten, soweit sie nicht Fliegende Bauten sind.*

Im vereinfachten Genehmigungsverfahren prüft die Bauaufsichtsbehörde nur die Vereinbarkeit des Vorhabens mit

1. *den Vorschriften der §§ 29 bis 38 des Baugesetzbuches,*
2. *den §§ 4, 6, 7, § 9 Abs. 2, §§ 12, 13, 51 und 55 bei Sonderbauten auch mit § 17,*
3. *den örtlichen Bauvorschriften nach § 86,*
4. *anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften, deren Einhaltung nicht in einem anderen Genehmigungs-, Erlaubnis- oder sonstigen Zulassungsverfahren geprüft wird.*

Das vereinfachte Genehmigungsverfahren wird auch durchgeführt, wenn durch eine Nutzungsänderung eine bauliche Anlage entsteht, die keine bauliche Anlage im Sinne des Satzes 3 ist.

Neben diesen s. g. „großen Sonderbauten“ kann ein Brandschutzkonzept ebenso erforderlich werden für „kleine Sonderbauten“ im Sinne § 54 - Zitat § 54 (2) BauO NRW:

Anforderungen und Erleichterungen können sich insbesondere erstrecken auf:

1. (…)

19. die Pflicht, ein Brandschutzkonzept vorzulegen und dessen Inhalt (…)

Zitatende.

Festlegung zu Inhalt und Zielstellung dieser Brandschutzkonzepte ergeben sich exakt aus der BauPrüfVO, insbesondere - Zitat § 9 (2) BauPrüfVO.

Das Brandschutzkonzept muss insbesondere folgende Angaben enthalten:

1. *Zu- und Durchfahrten sowie Aufstell- und Bewegungsflächen für die Feuerwehr,*
2. *den Nachweis der erforderlichen Löschwassermenge sowie den Nachweis der Löschwasserversorgung,*
3. *Bemessung, Lage und Anordnung der Löschwasser-Rückhalteanlagen,*

4. *das System der äußeren und der inneren Abschottungen in Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte sowie das System der Rauchabschnitte mit Angaben über die Lage und Anordnung und zum Verschluss von Öffnungen in abschottenden Bauteilen,*
5. *Lage, Anordnung, Bemessung (ggf. durch rechnerischen Nachweis) und Kennzeichnung der Rettungswege auf dem Baugrundstück und in Gebäuden mit Angaben zur Sicherheitsbeleuchtung, zu automatischen Schiebetüren und zu elektrischen Verriegelungen von Türen,*
6. *die höchstzulässige Zahl der Nutzer der baulichen Anlage,*
7. *Lage und Anordnung haustechnischer Anlagen, insbesondere der Leitungsanlagen, ggf. mit Angaben zum Brandverhalten im Bereich von Rettungswegen,*
8. *Lage und Anordnung der Lüftungsanlagen mit Angaben zur brandschutztechnischen Ausbildung,*
9. *Lage, Anordnung und Bemessung der Rauch- und Wärmeabzugsanlagen mit Eintragung der Querschnitte bzw. Luftwechselraten sowie der Überdruckanlagen zur Rauchfreihaltung von Rettungswegen,*
10. *die Alarmierungseinrichtungen und die Darstellung der elektro-akustischen Alarmierungsanlage(ELA-Anlage),*
11. *Lage, Anordnung und ggf. Bemessung von Anlagen, Einrichtungen und Geräten zur Brandbekämpfung (wie Feuerlöschanlagen, Steigeleitungen, Wandhydranten, Schlauchanschlussleitungen, Feuerlöschgeräte) mit Angaben zu Schutzbereichen und zur Bevorratung von Sonderlöschmitteln,*
12. *Sicherheitsstromversorgung mit Angaben zur Bemessung und zur Lage und brandschutztechnischen Ausbildung des Aufstellraumes, der Ersatzstromversorgungsanlagen (Batterien, Stromerzeugungsaggregate) und zum Funktionserhalt der elektrischen Leitungsanlagen,*
13. *Hydrantenpläne mit Darstellung der Schutzbereiche,*
14. *Lage und Anordnung von Brandmeldeanlagen mit Unterzentralen und Feuerwehrtableaus, Auslösestellen,*
15. *Feuerwehrpläne,*
16. *betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung sowie zur Rettung von Personen (wie Werkfeuerwehr, Betriebsfeuerwehr, Hausfeuerwehr, Brandschutzordnung, Maßnahmen zur Räumung, Räumungssignale),*
17. *Angaben darüber, welchen materiellen Anforderungen der Landesbauordnung oder in Vorschriften aufgrund der Landesbauordnung nicht entsprochen wird und welche ausgleichenden Maßnahmen stattdessen vorgesehen werden,*
18. *verwendete Rechenverfahren zur Ermittlung von Brandschutzklassen nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens.*

Der Personenkreis, welcher solche Brandschutzkonzepte erstellt, ergibt sich aus - Zitat § 58 (3) BauO NRW.

Brandschutzkonzepte für bauliche Anlagen gemäß § 54 Abs. 2 Nr. 19 und § 69 Abs. 1 Satz 2 sollen von staatlich anerkannten Sachverständigen nach § 85 Abs. 2 Satz 1 Nr. 4 für die Prüfung des Brandschutzes aufgestellt werden.

In der Verwaltungsvorschrift zur Bauordnung Nordrhein-Westfalen, die zwischenzeitlich ausgelaufen ist, war ein erweiterter Personenkreis enthalten.

Welch große Bedeutung und Attraktivität der geschützte Titel „Staatlich anerkannter Sachverständiger für die Prüfung des Brandschutzes“ besitzt, wird an den vielfältigen Versuchen erkennbar, diesen kreativ und phantasievoll auch durch nicht entsprechend qualifizierte Personen nachzuahmen. Die Baukammern berichten hier von einer Fülle von Vorgängen, die nach dem UWG-Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb behandelt werden.

Während für die Erstellung, Inhalt und Ziele von Brandschutzkonzepten die vorstehenden Angaben unmittelbar aus den Gesetzestext bzw. zugehöriger bauaufsichtlicher Vorschriften entnommen werden können, sind Vorgaben für die brandschutztechnische Betreuung der Bauausführung in lediglich begrenzten Umfang vorgegeben. § 59 a Bauleiterin, Bauleiter schafft den Begriff der Fachbauleitung - Zitat § 59 a (3) BauO NRW.

Die Bauleiterin oder der Bauleiter muss über die für ihre oder seine Aufgabe erforderliche Sachkunde und Erfahrung verfügen. Verfügt sie oder er auf einzelnen Teilgebieten nicht über die erforderliche Sachkunde und Erfahrung, so hat sie oder er dafür zu sorgen, dass Fachbauleiterinnen oder Fachbauleiter herangezogen werden. Diese treten insoweit an die Stelle der Bauleiterin oder des Bauleiters. Die Bauleiterin oder der Bauleiter hat die Tätigkeit der Fachbauleiterinnen oder Fachbauleiter und ihre oder seine Tätigkeit aufeinander abzustimmen.

Weitere Vorgaben zur Betreuungstiefe dieser Bauleitung aber auch der verfahrenstechnischen Anbindung sind dem Vorschriftentext nicht zu entnehmen.

In der (einschließlich Ankündigungsphase) zwischenzeitlich mehr als 10jährigen Praxiserfahrung haben sich Brandschutzkonzepte als selbstverständliche Entscheidungshilfe im Genehmigungsverfahren für Sonderbauten in NRW entwickelt. Die hohen Anforderungen an die Qualifikation der Aufsteller mit dem begrenzten Kreis der staatlich anerkannten Sachverständigen für die Prüfung des Brandschutzes ermöglichten einen kontinuierlichen Erfahrungsaustausch und ständige Fortbildung. Insgesamt kann zwischenzeitlich eine deutliche Erhöhung der vorhandenen Brandsicherheit in Sonderbauten festgestellt werden, was insbesondere ein Abgleich mit den Bestandsbauten belegt, die vielfach nunmehr erst aus Anlass der Erstellung von Brandschutzkonzepten eine qualifizierte brandschutztechnische Risikobewertung erfahren. Bereits

frühzeitig hat die Ingenieurkammer-Bau NRW einen Mindestinhaltekatalog veröffentlich, welcher die erforderliche Planungstiefe von Brandschutzkonzepten beschreibt bzw. definiert. Zusätzlich kann die Visualisierung durch Brandschutzpläne als unmittelbare Praxiserfahrung eine ausschließlich positive Bewertung erfahren.

Dies begründet sich insbesondere durch die frühzeitige Einbindung des Brandschutzes bereits in der Phase der Vorentwurfsplanung, während in früheren vorangegangenen Verfahren fehlender oder mangelhafter Brandschutz erst in die Genehmigungsplanung „hinein korrigiert“ werden konnte. Nunmehr resultiert auch unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit eine Optimierungschance für das Objekt.

Probleme sind im Einzelfall auszumachen, insbesondere wenn z. B. wegen eines zu geringen Honoraransatzes die erforderliche Bearbeitungstiefe nicht geleistet und anstelle eines objektspezifischen Brandschutzkonzeptes eine unverbindliche Zusammenstellung allgemeiner Brandschutzvorschriften dokumentiert wird. Gelegentlich ergeben sich im Gespräch mit der Genehmigungsbehörde unterschiedliche Auffassungen über die Zulässigkeit von Abweichungen. Allerdings darf festgehalten werden, dass die hieraus entstehende intensive Diskussion und Abwägung insgesamt zu guten und vertretbaren Brandschutzlösungen führt.

Weitere Verbesserungen für die zukünftige Entwicklung werden im Wesentlichen darin gesehen, neben einer intensiveren Implementierung von Brandschutzingenieurmethoden auch in der Dokumentation einerseits eine nochmals konkretere und objektspezifische Detaillierung und andererseits gleichzeitig eine übersichtlichere Darstellung zu erreichen.

In der sogenannten Fachbauleitung hat sich aus der Praxis unabhängig von den nach vorstehender Darstellung wenigen Vorschriftenvorgaben ergeben, dass nahezu jede Genehmigungsbehörde im Bescheid beauflagt, der Konzeptersteller oder ein anderer staatlich anerkannter Sachverständiger möge die Umsetzung des Brandschutzkonzeptes bestätigen bzw. bescheinigen. Nach den Ergebnissen der Dienstbesprechungen, die die Oberste Bauaufsichtsbehörde mit den Unteren Bauaufsichtsbehörden in jährlichen Turnus durchführt, ist eine Rechtsgrundlage für eine entsprechende Auflage nicht gegeben, vielmehr sei der Fachbauleiter ausschließlich seinem Bauherren als Auftraggeber auskunftspflichtig. Hier bleibt für zukünftige Entwicklungen zu hoffen, dass sich die bauaufsichtlichen Regelungen der bewährten Praxis anpassen mögen.

Auch für diese „Fachbauleitung“ ist es erforderlich, Umfang und Prüfungstiefe konkreter zufassen. Hierzu ist zwischenzeitlich eine erste Veröffentlichung in einem „Leistungskatalog Fachbauleitung Brandschutz“, welche die Ingenieurakademie West herausgegeben hat, durch Unterstützung einer bundesweiten Arbeitsgruppe in die Neufassung des AHO Heft 17 Leistungen für Brandschutz eingeflossen. Hierin wurde ebenso eine Abstimmung mit den

Sachverständigen für die Prüfung technischer Anlagen eingearbeitet, so dass auch hier eine Optimierung der Zusammenarbeit zu erwarten ist.

DAS ANERKENNUNGSVERFAHREN

Die vorstehenden Ausführungen belegen, dass dem staatlich anerkannten Sachverständigen für die Prüfung des Brandschutzes vielfältige Aufgaben zukommen. Zur besseren Übersicht werden die einzelnen Tätigkeiten in Bild 2 nochmals den einzelnen Gebäudetypen zugeordnet.

Gebäudetyp	Tätigkeit	Quelle
Wohngebäude geringer Höhe	keine Tätigkeit	§§ 67 (4) + 68 (2)
Wohngebäude mittlerer Höhe	Prüfung und Bescheinigung der Bauvorlagen und Bauausführung	§§ 67 (4) + 68 (2)
„kleiner Sonderbau“	Erstellung von Brandschutzkonzepten, sofern durch Bauaufsicht gefordert	§ 54 (2)
„großer Sonderbau“	Verpflichtende Erstellung von Brandschutzkonzepten	§ 69 (1)

Bild 2 Übersicht der Tätigkeiten durch saSV nach Gebäudetypen.

Für das Verfahren zur Anerkennung von staatlich anerkannten Sachverständigen für die Prüfung des Brandschutzkonzeptes findet sich die Rechtsgrundlage im § 85 Rechtsverordnung und Verwaltungsvorschrift - Zitat § 85 (2) BauO NRW.

Die oberste Bauaufsichtsbehörde wird ermächtigt, zur Vereinfachung oder Beschleunigung des Baugenehmigungsverfahrens oder zur Entlastung der Bauaufsichtsbehörden durch Rechtsverordnung Vorschriften zu erlassen über

1. *weitere und weitergehende Ausnahmen von der Genehmigungspflicht,*
2. *den vollständigen oder teilweisen Wegfall der bautechnischen Prüfung bei bestimmten Arten von Bauvorhaben,*
3. *die Übertragung von Prüfaufgaben der Bauaufsichtsbehörde im Rahmen des bauaufsichtlichen Verfahrens einschließlich der Bauüberwachung und Bauzustandsbesichtigung auf Sachverständige oder sachverständige Stellen,*

4. *die staatliche Anerkennung von Sachverständigen, die von der Bauherrin oder dem Bauherrn mit der Erstellung von Nachweisen und Bescheinigungen beauftragt werden,*
5. *die Verpflichtung der Betreiberinnen oder Betreiber mit der wiederkehrenden Prüfung bestimmter Anlagen und Einrichtungen nach Absatz 1 Nr. 6 Sachverständige oder Sachkundige zu beauftragen.*

Sie kann dafür bestimmte Voraussetzungen festlegen, die die Verantwortlichen nach den §§ 57 bis 59a oder die Sachverständigen zu erfüllen haben; sie muss dies in den Fällen des Satzes 1 Nummern 2 bis 5 tun. Dabei können insbesondere die Fachbereiche, in denen Sachverständige tätig werden, sowie Mindestanforderungen an die Fachkenntnisse sowie in zeitlicher und sachlicher Hinsicht an die Berufserfahrung festgelegt, eine laufende Fortbildung vorgeschrieben, durch Prüfungen nachzuweisende Befähigung bestimmt, der Nachweis der persönlichen Zuverlässigkeit und einer ausreichenden Haftpflichtversicherung gefordert und Altersgrenzen festgesetzt werden. Sie kann darüber hinaus auch eine besondere Anerkennung der Sachverständigen vorschreiben, das Verfahren und die Voraussetzungen für die Anerkennung, ihren Widerruf, ihre Rücknahme und ihr Erlöschen und die Vergütung der Sachverständigen sowie für Prüfungen, die Bestellung und Zusammensetzung der Prüfungsorgane und das Prüfungsverfahren regeln.

Von dieser Ermächtigung hat der Gesetzgeber Gebrauch gemacht und eine „Verordnung über staatlich anerkannte Sachverständige nach der Landesbauordnung - SV-VO erlassen. Auf dieser Basis haben die Baukammern eine Prüfungsordnung VPrüfOsaSVBr erlassen, welche durch die oberste Bauaufsichtsbehörde genehmigt wurde.

Die Sachverständigenverordnung SV-VO formuliert persönliche sowie fachliche Voraussetzungen. Die wesentlichen **persönlichen** Voraussetzungen sind:

- Mitglied in der Architektenkammer oder in der Ingenieurkammer-Bau NRW;
- 5 Jahre Berufserfahrung;
- Beherrschung der deutschen Sprache in Wort und Schrift;
- Zuverlässigkeit
- Eigenverantwortliche Tätigkeit als Inhaber eines Büros, selbstständig und auf eigene Rechnung und Verantwortung;
- Unabhängigkeit von Produktions-, Handels- und Lieferinteressen noch fremde Interessen dieser Art, die unmittelbar oder mittelbar im Zusammenhang mit der beruflichen Tätigkeit stehen.

Als fachliche Voraussetzungen werden darüber hinaus erhoben

- Kenntnisse in der Baustofftechnologie, insbesondere des Brandverhaltens von Bauprodukten;
- Grundkenntnisse im Bereich des abwehrenden Brandschutzes;
- Besondere Kenntnisse der gesetzlichen Grundlagen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes und der allgemein anerkannten Regeln der Technik soweit sie sich aus den Anforderungen an den vorbeugenden baulichen Brandschutz ergeben;
- Kenntnisse der auf dem Gebiet des vorbeugenden baulichen Brandschutzes verwendeten Nachweisverfahren und Berechnungsmethoden sowie über Abläufe von Brandszenarien;
- Kenntnisse in der Anwendung anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen und ihre Auswirkung auf den baulichen Brandschutz.

Das Verfahren regelt § 4 Anerkennungsverfahren der Sachverständigen-verordnung - Zitat § 4 (1) + (2) SV-VO.

Die Anerkennung als staatlich anerkannte Sachverständige oder staatlich anerkannter Sachverständiger wird auf Antrag erteilt. Der Antrag ist in den Fällen des § 1 Abs. 2 Nrn. 1 und 3 an die Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen und in den Fällen des § 1 Abs. 2 Nrn. 2 und 4 an die Kammer, deren Mitglied die Antragstellerin oder der Antragsteller ist, zu richten. In dem Antrag sind der beantragte Fachbereich und die beantragte Fachrichtung anzugeben.

Dem Antrag sind die erforderlichen Unterlagen zum Nachweis der persönlichen und fachlichen Voraussetzungen - soweit sie nicht schon bei den Kammern vorliegen - beizufügen, insbesondere

1. *ein Lebenslauf mit lückenloser Angabe des fachlichen Werdegangs bis zum Zeitpunkt der Antragstellung,*
2. *eine beglaubigte Ablichtung der Abschlusszeugnisse der berufsbezogenen Ausbildung,*
3. *eine Auskunft aus dem Bundeszentralregister,*
4. *ein Nachweis, dass die persönlichen Voraussetzungen nach § 3 Abs. 2 erfüllt sind,*
5. *die für die beantragten Bereiche erforderlichen Nachweise nach § 3 Abs. 3,*
6. *eine Erklärung, dass Versagensgründe nach § 3 Abs. 4 nicht vorliegen.*

Die Kammern können, wenn es zur Beurteilung des Antrages erforderlich ist, weitere Nachweise verlangen.

Wesentliche Bedeutung im Anerkennungsverfahren kommt dem Prüfungsausschuss zu, welcher sich wie folgt zusammensetzt - Zitat § 15 (2) SV-VO.

Jeder Prüfungsausschuss besteht aus zehn Mitgliedern:

- *zwei Vertreterinnen oder Vertretern der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen*
- *zwei Vertreterinnen oder Vertretern der Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen*
- *zwei Vertreterinnen oder Vertretern der für den Brandschutz zuständigen Dienststellen*
- *einer Vertreterin oder einem Vertreter der Industrie- und Handelskammern*
- *drei Vertreterinnen oder Vertretern der Bauaufsichtsbehörden.*

Die Vertreterinnen oder Vertreter der Bauaufsichtsbehörden werden von der obersten Bauaufsichtsbehörde, die Vertreterinnen oder Vertreter der Brandschutzdienststellen vom Innenministerium, die Vertreterin oder der Vertreter der Industrie- und Handelskammern wird von der Vereinigung der Industrie- und Handelskammern in Nordrhein-Westfalen berufen; die übrigen Vertreterinnen oder Vertreter werden von den sie entsendenden Stellen berufen. Die Berufung erfolgt für fünf Jahre; Wiederberufungen sind zulässig.

Für die praktische Umsetzung haben die Architektenkammer wie auch die Ingenieurkammer-Bau NRW jeweils einen Prüfungsausschuss eingerichtet, deren Vertreter und insbesondere auch Vorsitzender gleichsam in Personalunion für beide Kammern arbeiten. Die Sitzungen werden an gemeinsamen Terminen durchgeführt, um somit eine identische Verfahrensabwicklung zu garantieren, unabhängig von der Kammerzugehörigkeit des entsprechenden Antragsstellers.

Die eingereichten Unterlagen werden zunächst von den jeweiligen Geschäftsstellen im Hinblick auf die persönlichen Voraussetzungen überprüft sowie auf die Vollständigkeit. Anschließend werden die eingereichten Brandschutzkonzepte von Mitgliedern des Prüfungsausschusses gesichtet und die Bewertung beim Sitzungstermin dem gesamten Prüfungsausschusses vorgetragen. Für eine einheitliche Abgrenzung inwieweit „anspruchsvolle Brandschutzkonzepte“ im Sinne der SV-VO vorgelegt werden, dient eine detaillierte Orientierungshilfe. Auch für die fachliche Bearbeitungsqualität der Brandschutzkonzepte wird eine einheitliche Kriterienliste zugrunde gelegt, um somit eine maximale Transparenz und Gleichbehandlung der Antragssteller zu gewährleisten.

Im Ausschuss wird über die Zulassung zur schriftlichen Prüfung entschieden. Deren Prüfungsaufgaben werden von einer sog. Aufgabenfindungskommission vorbereitet und einschließlich vorbereiteter Musterlösungen vom gesamten Prüfungsausschuss wiederum in einem Sitzungstermin beschlossen. Die Durchführung der schriftlichen Prüfung ist in der Regel einmal jährlich in einem gemeinsamen Termin für beide Baukammern fixiert.

Die Auswertung der schriftlichen Prüfung auf Basis der vorgenannten Musterlösungen und vorher festgelegten Punktevergabe erfolgt durch einen Erst- sowie einen Zweitprüfer, die jeweils unabhängig von einander ihr Ergebnis in einer weiteren Sitzung dem Prüfungsausschuss vortragen, welcher (ggf. nach Beratung und Einsichtnahme weiterer Mitglieder des Prüfungsausschusses in die vorgelegten Arbeiten) über eine abschließende Punktevergabe entscheidet. Bei mehr als 60 von 100 Punkten gilt die Prüfung als bestanden, bei mehr als 70 von 100 Punkten kann auf eine mündliche Prüfung verzichtet werden. In der Praxis der letzten Jahre wurde jedoch stets (auch) eine mündliche Prüfung durchgeführt, in welcher insbesondere das Präsenzwissen zu Vorschriften für Sonderbauten und Schwerpunkten der brandschutztechnischen Bauausführung abgefragt wurden.

Die schriftliche Prüfung wird über eine Dauer von 4 Stunden durchgeführt und umfasst Fachfragen aus allen Bereichen des abwehrenden und vorbeugenden Brandschutz, aber auch mehrere planerische Aufgaben, in welcher die Fähigkeit überprüft wird, brandschutztechnische Anforderungen in die konkrete Projektbearbeitung, insbesondere von Sonderbauten umzusetzen.

Nach der Prüfungsordnung sind alle Teilbereiche, also: eingereichte Unterlagen - schriftliche Prüfung - mündliche Prüfung eigenständig, so dass eine Anerkennung ausschließlich bei erfolgreichem Abschluss aller Bereiche ausgesprochen werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

Staatlich anerkannte Sachverständige für die Prüfung des Brandschutzes haben in Nordrhein-Westfalen eine langjährige Tradition seit dem Jahre 1996. Die hohen Anforderungen an die persönliche und fachliche Qualifikation werden in einem anspruchsvollen Anerkennungsverfahren überprüft und nachgewiesen.

Der Aufgabenbereich erfasst für Wohngebäude mittlerer Höhe die Prüfung und Bescheinigung der Bauvorlagen und die stichprobenartige Kontrolle der Bauausführung. Diese Aufgabe bestand bis zu Jahr 2000 auch für Sonderbauten und wurde seither in die verpflichtende Erstellung von zielorientierten Brandschutzkonzepten überführt.

GANZHEITLICHE PRÜFUNG DES BRANDSCHUTZES DURCH PRÜFSACHVERSTÄNDIGE - DER BAYERISCHE WEG

Marita Kersken
Prüfsachverständige, München

EINLEITUNG

Der bayerische Weg ist nicht mehr und nicht weniger als eine relativ vollständige Umsetzung der in der MBO und der M-PPVO eröffneten Möglichkeiten mit dem erklärten Ziel,

„durch Privatisierung die Eigenverantwortung des Bauherrn zu stärken und den Rückzug des Staates aus behördlichen Kontrollen zu ermöglichen“

BRANDSCHUTZNACHWEIS UND PRÜFUNG

Klassen und Kategorien

Die Gebäudeklassen sind endlich auch in Bayern angekommen. Weil nachfolgend auf die Gebäudeklassen abgehoben wird, sind sie der Vollständigkeit halber in Bild 1 aufgeführt.

Gebäude-klasse	h	Anzahl NE	Gesamt-fläche	Fläche je NE	Typ
GK 5					Sonstige Gebäude, unterirdische Gebäude
GK 4	≤ 13 m			≤ 400 m²	
GK 3	≤ 7 m				Sonstige Gebäude h ≤ 7m
GK 2	≤ 7 m	**2**	≤ 400m²	≤ 400 m²	Nicht freistehend
GK 1	≤ 7 m	**2**	≤ 400m²	≤ 400 m²	Freistehend Land- und forstwirtschaftliche Gebäude

Bild 1 Gebäudeklassen

Aus der Gebäudeklasse und den Sonderbaukriterien folgt dann, ob ein Brandschutznachweis zu erstellen ist und ob der Nachweis geprüft wird. Hierfür werden Kategorien gemäß Bild 2 gebildet. Wenn der Nachweis geprüft werden muss, kann er bauaufsichtlich geprüft oder durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt werden.

	Nachweis?	Prüfung ?
Sonderbauten Mittel- und Großgaragen	Ja	Ja, Bauaufsicht oder Prüfsachverständiger
GK 5		
GK 4	Ja	nein
GK 1-3	Ja	nein
Verfahrensfrei nach Art 57	nein	--

Bild 2 Brandschutznachweis und Prüfung

Mit dem Bauantrag entscheidet sich der Bauherr für die bauaufsichtliche Prüfung oder Bescheinigung eines Prüfsachverständigen (Bild 3).

6. Der Brandschutz

☐ **soll bauaufsichtlich geprüft werden**

☐ **wird durch Prüfsachverständigen bescheinigt**

(jeweils nur bei Gebäudeklasse 5, Mittel- und Großgaragen sowie Sonderbauten)

Bild 3 Bauantrag - Wahlfreiheit des Verfahrens

Zeitlicher Verlauf

Das beantragte Verfahren entscheidet auch darüber, bis wann der Brandschutznachweis vorliegen muss (Bild 4). Nur bei behördlicher Prüfung ist er mit den weiteren Bauvorlagen abzugeben. Andernfalls muss spätestens zur Baubeginnsanzeige der bescheinigte Nachweis (Bescheinigung I) vorliegen. Wenn keine Prüfung erforderlich ist, muss bestätigt werden, dass der Nachweis erstellt ist.

	Beim Bauantrag	Zu Baubeginn
Sonderbauten Mittel- und Großgaragen	nur, wenn die Bauaufsicht prüft	ja mit Bescheinigung
GK 5		
GK 4	--	ja
GK 1-3	--	ja
Verfahrensfrei nach Art 57	--	--

Bild 4 Zeitpunkt zu dem der (bescheinigte) Brandschutznachweis vorliegen muss

Das bedeutet, dass in allen Fällen, in denen die Bauaufsicht nicht prüft, der Brandschutznachweis eher nach dem Bauantrag fertig gestellt wird und der Brandschutznachweis dann teilweise auch die Phase 5 abdeckt. Das ist günstig, weil Bauanträge oft zu früh eingereicht werden. Es ist nicht so günstig, wenn der Brandschutznachweis nicht mit den Bauantragsplänen übereinstimmt.

ABWEICHUNGEN

Abweichungen, die beantragt werden - aber nur diese - werden Gebäuden der Klasse 1 bis 4 und auch bei verfahrensfreien Vorhaben durch die Bauaufsicht geprüft oder durch Prüfsachverständige bescheinigt (Bild 5). Normalerweise kann eine Abweichung nur bewertet werden, wenn man auch das "Umfeld" der Abweichung berücksichtigt. D. h. mit mehreren Abweichungsanträgen kann der Nachweisersteller auch bei nicht zu prüfenden Vorhaben eine Teilprüfung erwirken.

	Prüfung	
Sonderbauten Mittel- und Großgaragen	Bauaufsicht oder Prüfsachverständiger	Im Rahmen Nachweis-prüfung
GK 5		
GK 4	Bauaufsicht oder Prüfsachverständiger	Isolierte/ separate Anträge
GK 1-3		
Verfahrensfrei nach Art 57		

Bild 5 Behandlung von Abweichungsanträgen

NACHWEISBERECHTIGTE

Die Einteilung in Gebäudeklassen und Sonderbauten bestimmt gleichermaßen, wer Brandschutznachweise erstellen darf (Bild 6).

Beim Bauvorlageberechtigten handelt es sich

- entweder um den bauvorlageberechtigten Entwurfsverfasser
- oder um einen anderen Bauvorlageberechtigten als Brandschutz-Fachplaner.

Der Prüfsachverständige wird als Brandschutz-Fachplaner separat aufgeführt, da er/sie nicht Bauvorlageberechtigt sein muss.

	Nachweisberechtigte	Prüfung
Sonderbauten Mittel- und Großgaragen **GK 5**	**Bauvorlageberechtigte** oder Prüfsachverständige als Fachplaner	ja
GK 4	**Bauvorlageberechtigte** mit bes. Kenntnisnachweis oder Prüfsachverständige als Fachplaner	--
GK 1-3	**Bauvorlageberechtigte** oder Prüfsachverständige als Fachplaner	--
Verfahrensfrei nach Art 57	(jeder)	

Bild 6 Nachweisberechtigung

UMSETZUNG BEI DER STAATSBAUVERWALTUNG

Die positive Anmutung wird etwas getrübt, wenn man die VHF Bayern in der Fassung 2009 betrachtet. Unter 3. Honorierung heißt es:

„Leistungen für den bautechnischen Nachweis des Brandschutzes sind mit den im Planervertrag beauftragten Leistungen vollumfänglich abgedeckt. In der Regel sind diese Leistungen deckungsgleich mit dem Leistungsbild der Objektplanung für Gebäude nach HOAI und insofern mit dem hierfür zu vereinbarenden Honorar abgedeckt. …. Fachleute, die der Entwurfsverfasser aufgrund z. B. fehlender eigener Kenntnisse einbindet oder Gutachten, die der Entwurfsverfasser über die Beurteilung seiner erbrachten Nachweisführung veranlasst, sind nicht zusätzlich vergütungsfähig. Dies ist in beiden Fällen wie eine Nachunternehmerleistung zu betrachten".

Es müsste im Interesse der Architekten liegen, solchen Interpretationen durch eine Klarstellung in der HOAI vorzubeugen.

BAUAUSFÜHRUNG

Bei der Bauausführung gilt der einfache Grundsatz: Wer prüft, der überwacht (Bild 7). Wird nicht geprüft, wird nicht überwacht - mit einer Besonderheit in der Gebäudeklasse 4: Hier muss der Nachweisersteller die Ausführung entsprechend seinem Brandschutznachweis „bestätigen“.

	Bauüberwachung
Sonderbauten **Mittel- und Großgaragen** **GK 5**	**Prüfer** d.h. Bauaufsicht oder Prüfsachverständiger (bescheinigt die Ausführung)
GK 4	**Nachweisersteller** (bestätigt die Ausführung)
GK 1-3	--
Verfahrensfrei nach Art 57	--

Bild 7 Bauüberwachung

ZUSAMMENFASSUNG DER VERFAHREN NACH BAYBO

Insofern kennt das Verfahren mit privaten Prüfsachverständen drei Bescheinigungen und zwar:

- Bescheinigung I über die Vollständigkeit und Richtigkeit des Brandschutznachweise,
- Bescheinigung II über die ordnungsgemäße Bauausführung und
- Bescheinigung III über das Vorliegen der Voraussetzung für eine Abweichung.

Mit den Abkürzungen PSV für Prüfsachverständiger, BVB für Bauvorlagerberechtigter und BSB* ein solcher mit besonderem Kenntnisnachweis, können die Verfahren gemäß Bild 8 dargestellt werden.

	Nachweis	**Prüfung**	**Ausführung**
Sonderbauten Mittel- und Großgaragen **GK 5**	BVB oder PSV	Bauaufsicht oder 2. PSV	Prüfer des Nachweises
GK 4	BVB* oder PSV	--	Nachweis-ersteller
GK 1-3	BVB oder PSV	--	--
Verfahrensfrei nach Art 57	--	--	--

Bild 8 Zusammenfassende Darstellung

AUFGABENERLEDIGUNG DER PRÜFSACHVERSTÄNDIGEN

Die bayerische Übersetzung der M-PPVO (Verordnung über die Prüfingenieure und Prüfsachverständigen) ist die PrüfVBau. Wie an der vorangegangen Wortwahl zu erkennen, sieht die PrüfVBau nicht vor, dass der Brandschutz durch Prüfingenieure geprüft wird - auch nicht bei Sonderbauten (Bild 9). Daran wird sich voraussichtlich nichts ändern lassen.

<table>
<tr><th></th><th>M-PPVO</th><th>Bayern</th></tr>
<tr><td>Standsicherheit</td><td>Prüfingenieure
Prüfsachverständige</td><td>Prüfingenieure
Prüfsachverständige</td></tr>
<tr><td>Brandschutz</td><td>Prüfingenieure
Prüfsachverständige</td><td>Prüfsachverständige</td></tr>
<tr><td>Vermessung</td><td></td><td rowspan="3">Prüfsachverständige</td></tr>
<tr><td>Sicherheitstechnik</td><td rowspan="2">Prüfsachverständige</td></tr>
<tr><td>Erd- und Grundbau</td></tr>
</table>

Bild 9 Die M-PPVO im Vergleich zur Bayerischen PrüfVBau

Unterschied zwischen Prüfingenieuren und Prüfsachverständigen

- Prüfingenieure nehmen … bauaufsichtliche Prüfaufgaben … im Auftrag der Bauaufsichtsbehörde wahr. Sie unterstehen der Fachaufsicht der obersten Baubehörde ….
- Prüfsachverständige prüfen und bescheinigen … im Auftrag des Bauherrn … die Einhaltung bauordnungsrechtlicher Anforderungen …; sie nehmen keine hoheitlichen bauaufsichtlichen Prüfaufgaben wahr. Die Prüfsachverständigen sind … unabhängig und an Weisungen des Auftraggebers nicht gebunden. …

Unterschied zwischen der Prüfung durch Prüfingenieure/Prüfsachverständigen und der behördlichen Prüfung

- Prüfingenieure/Prüfsachverständige prüfen die Vollständigkeit und Richtigkeit der Brandschutznachweise.
- Für die Bauaufsicht gilt: Ist der Bauantrag unvollständig oder weist er sonstige erhebliche Mängel auf, fordert die Bauaufsichtsbehörde den Bauherrn zur Behebung der Mängel innerhalb einer angemessenen Frist. … Die Baugenehmigung ist zu erteilen, wenn dem Bauvorhaben keine öffentlich-rechtlichen Vorschriften entgegenstehen, die im bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahren zu prüfen sind.

Es ist deutlich einfacher zu beurteilen, ob öffentlich-rechtliche Vorschriften einem Bauvorhaben entgegenstehen, als die „Richtigkeit“ oder gar die „Vollständigkeit“ eines Nachweises zu bewerten.

Zur Beteilung der Feuerwehr und der Brandschutzdienststellen

- Die Prüfung nach der M-PPVO erfolgt unter Beachtung der Leistungsfähigkeit der örtlichen Feuerwehr; sie haben die zuständige Brandschutzdienststelle zu beteiligen und deren Anforderungen bezüglich der Brandschutznachweise zu würdigen.
- Demgegenüber sind in Bayern die Prüfsachverständigen etwas weniger eingeschränkt: Sie haben sich bei der örtlichen Feuerwehr … zu informieren sowie die von den Feuerwehren zur Wahrung der Belange des Brandschutzes erhobenen Forderungen zu würdigen.

Hinsichtlich der Bausführung

- Nach M-PPVO überwachen die Prüfingenieure/ Prüfsachverständige die ordnungsgemäße Bauausführung hinsichtlich der von ihnen geprüften/ bescheinigten Brandschutznachweise. Sie erhalten für die Überwachung der Bauausführung eine Gebühr oder ein Honorar nach Zeitaufwand, höchstens 100 % der Gebühr oder des Honorars für die Prüfung des Brandschutznachweises.
- Gegenüber der Aufgabenerledigung nach M-PPVO besteht in Bayern eine Abschwächung: Die Prüfsachverständigen überwachen die ordnungsgemäße Bauausführung hinsichtlich der Verwirklichung der von ihnen bescheinigten Brandschutznachweise. Es gibt noch folgende Ergänzung: Es genügt eine stichprobenartige Überwachung der ordnungsgemäßen Bauausführung. Eine Honorarbegrenzung für die Überwachung der Ausführung gibt es nicht.

RECHTSWIRKUNG VON BESCHEINIGUNGEN

Wie zuvor erwähnt, nehmen Prüfsachverständige keine hoheitlichen bauaufsichtlichen Prüfaufgaben wahr, auch wenn sie anstelle der Bauaufsicht tätig sind:

Art. 62 Werden bautechnische Nachweise durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt, gelten die entsprechenden Anforderungen auch in den Fällen des Art. 63 (Abweichungen) als eingehalten.

Art. 63 Der Zulassung einer Abweichung bedarf es nicht, wenn bautechnische Nachweise durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt werden.

Entsprechend dem Kommentar zur BayBO von Koch, Molodovsky, Famers funktioniert das anscheinend über eine juristische Fiktion: Durch die Fiktion („gelten als eingehalten“) werde das Ergebnis der Prüfung des Sachverständigen mit dem Ergebnis einer entsprechenden Prüfung der Bauaufsichtsbehörde gleichgesetzt. Diese Fiktion wirke für und gegen den Bauherrn, die Nachbarn und auch die Bauaufsichtsbehörde. Die Bescheinigung begründe im gleichen Umfang wie die entsprechende behördliche Prüfung die formelle Legalität des Vorhabens, was sich im Rahmen des Bestandsschutzes auswirken kann

Für die Bescheinigung über die Richtigkeit und Vollständigkeit von Nachweisen ist das einleuchtend. Bezüglich der Bescheinigung von Abweichungen, die sich einem juristischen Laien nicht so leicht erschließt, besagt vorgenannter Kommentar: Die Fiktion („gelten als eingehalten“) wirke auch wenn der Prüfsachverständige mit seiner Bescheinigung zum Ausdruck bringt, dass die Voraussetzungen für eine Abweichung … vorliegen. Die Bescheinigung wird einer entsprechenden Abweichungsentscheidung der Bauaufsichtsbehörde (Art. 63) gleichgestellt. Eine behördliche Entscheidung ist daneben weder erforderlich noch möglich.

D. h. der Prüfsachverständige trifft keine Abweichungsentscheidung: Er stellt nur fest, dass die Voraussetzungen für eine Abweichung vorliegen. So muss es der Prüfsachverständige in seiner Bescheinigung auch formulieren.

VOR- UND NACHTEILE

Das Verfahren mit privaten Prüfsachverständen hat für die Beteiligten Vorteile und Nachteile (Bild 10), wobei - vor allem wegen der späteren Prüfung - die Vorteile überwiegen dürften.

∑ Gebühren + Prüfkosten	teurer
Genehmigungsdauer	kürzer
Unerwünschte Prüfergebnisse	neuen Prüfer beauftragen
Prüfzeitpunkt	bis Baubeginn
Nachweiserstellung	kann Phase 5 enthalten
Beteiligung der Feuerwehr	je nach Stadt/Landkreis
Änderungen nach 1. Prüfung	einfacher
Bauüberwachung	vertiefter
„Rechtssicherheit“	geringer

Bild 10 Vor- und Nachteile des Verfahrens mit privaten Prüfsachverständigen

Zum Thema "Rechtssicherheit" wird es in absehbarer Zeit vielleicht entsprechende Gerichtsurteile geben.

DISKUSSION

Ein abgestuftes System abhängig von Gebäudekategorien ist wohl unumstritten. In einigen Fällen kann jedoch die Einstufung hinterfragt werden (vgl. Bild 11):

Man kann sich z. B. darüber unterhalten, ob Mittelgaragen oder Garagen generell - als Vermächtnis aus der Standsicherheit - auch im Brandschutz in der höchsten Kategorie sein müssen. Eine Garage kann viel einfacher sein als ein nachträglicher Dachgeschossausbau in einem Altbau.

Man kann sich auch darüber unterhalten, ob es nicht sinnvoller wäre, die Gebäude der Klasse 3 in die mittlere Kategorie aufzunehmen und die Kostenerhöhung über die Rückstufung bei den Garagen aufzufangen. In die Gebäudeklasse 3 fallen auch kleinere Industrie- und Gewerbebauten, Forschungs- und Entwicklungslabors, die keine Sonderbauten sind, hinsichtlich der gehandhabten Stoffe und Verfahren aber durchaus brandschutzrelevant sein können.

Man kann auch hinterfragen, ob allein der Umstand der nachfolgenden Prüfung ausreicht, um an einen Nachweisersteller bei Sonderbauten geringere Anforderungen zu stellen als an einen Nachweisersteller für die Gebäudeklasse 4. Das vielzitierte Vier-Augen-Konzept kann sich zuweilen mehr als fragwürdig gestalten.

Man sollte ferner darüber sprechen, ob es in der mittleren Kategorie sinnvoll wäre, auch eine Prüfung des Nachweises durch einen 2. Bauvorlageberechtigten vorzusehen; es hieße dann wohl „Bestätigung“ statt „Bescheinigung“. Damit wäre den künftigen Prüfsachverständigen auch die Möglichkeit der „Übung“ eröffnet und die Wahrscheinlichkei, dass Abweichungen nicht erkannt werden, verringert.

Wesentlich erscheint mir jedoch ein Ansatz, die Zweigliedrigkeit der Planungsphase „nachweisen“ und „prüfen“ deutlicher als bisher für die Ausführung zu übernehmen. Das würde zu einer klareren Aufgabenstellung des Prüfsachverständigen und auch der Bauaufsicht hinsichtlich der Bauüberwachung führen:

Der Nachweisersteller oder Bauleiter (ggf. Fachbauleiter Brandschutz) weist für die Ausführung nach bzw. bestätigt, dass die Ausführung dem bescheinigten Nachweis entspricht - wie bislang nur bei der Gebäudeklasse 4. In der obersten Kategorie gibt es noch eine stichprobenartige Prüfung, ob diese Bestätigung vollständig und richtig ist. Ein solcher Ansatz würde die Möglichkeit einer deutlichen Qualitätsverbesserung mit sich bringen.

	Planung		Ausführung	
	nachweisen	prüfen	nachweisen	prüfen
Sonderbauten Mittel- und Großgaragen **GK 5**	BVB* oder PSV	Bauaufsicht oder 2. PSV	Nachweis-ersteller oder Bauleiter*	Prüfer des Nachweises
GK 3 + 4	BVB - oder PSV	2. BVB* wenn kein PSV	Nachweis-ersteller	
GK 1 + 2	BVB oder PSV	--	--	
Verfahrensfrei nach Art 57	--	--	--	

Bild 11 Diskussions-Ansätze - Abkürzungen wie in Bild 8

WEITERER WEGVERLAUF IN BAYERN

Wie eingangs erwähnt, ist es das Ziel: „Durch Privatisierung die Eigenverantwortung des Bauherrn zu stärken und den Rückzug des Staates aus behördlichen Kontrollen zu ermöglichen“.

Hierzu wird bestimmt - irgendwann - der Entfall der Option der bauaufsichtlichen Prüfung des Brandschutznachweises gehören. Der Prüfingenieur für den Brandschutz ist ausgeschlossen. Es wird eher zu einer weiteren Reduzierung der bauaufsichtlichen Prüfaufgaben kommen, sei es im Bereich der Standsicherheit oder auch des Bauplanungsrechts.

BEZÜGE

[M-PPVO] Verordnung über die Prüfingenieure und Prüfsachverständigen nach §85 Abs. 2 MBO

[PrüfVBau] Verordnung über die Prüfingenieure, Prüfämter und Prüfsachverständigen im Bauwesen (PrüfVBau) 11/2007 geändert 7/2009

[VHF] Vergabe von Aufträgen für freiberufliche Leitungen, Bayern in der Fassung 2009

Kommentar zur BayBO von Koch, Molodovsky, Famers, Band I zu Art 62 Rd. Nr. 80, 81 und 88, Rehm Verlag, 2010.

AUFGABEN DES PRÜFINGENIEURS FÜR BRANDSCHUTZ BEI DER BAUAUSFÜHRUNG – WUNSCH UND WIRKLICHKEIT

Karsten Foth
Prüfingenieur für Brandschutz, Berlin

EINLEITUNG

Bis zur Inkraftsetzung der Berliner Bauordnung (BauO Bln) [4] am 29.09.2005 oblagen die hoheitliche Aufgabe der brandschutztechnischen Prüfung sowie die Bauüberwachung von Gebäuden ausschließlich der Bauaufsichtsbehörde. Mit der neuen BauO Bln, aber auch in einigen anderen Bundesländern, wurde im Rahmen der Verschlankung der Behörde die Prüfung technischer Nachweise nun auch Prüfingenieuren übertragen.

Das Prüfverfahren von Standsicherheitsnachweisen zum Vorbild, wurde mit der Einführung einer neuen Bautechnischen Prüfungsverordnung (BauPrüfV) [3] die rechtliche Grundlage für Brandschutzprüfungen neu definiert. Die Prüfung von Brandschutznachweisen ist nun auch durch Prüfingenieure für Brandschutz durchzuführen. Hiermit einher gehen die Aufgaben der Durchführung von Bauzustandsbesichtigungen sowie der Überwachung der Bauausführung in Bezug auf den genehmigten Brandschutznachweis (§ 84 (2) BauO Bln) [4].

Im Folgenden werden die Grundlagen des Baugenehmigungsverfahrens im Hinblick auf die Rolle des Prüfingenieurs für das Land Berlin dargestellt. Hierfür wird einleitend erläutert, was einen Brandschutznachweis ausmacht, für welche Gebäudearten dieser zu erstellen und zu prüfen ist. Dabei werden der rechtliche Status des Prüfingenieurs sowie dessen Aufgaben und Verantwortlichkeiten – speziell für die Aufgabe der Bauüberwachung – herausgearbeitet.

Exemplarisch werden zum Abschluss das Vorgehen bei der Überwachung und die notwendigen Dokumentationen dargestellt.

DER PRÜFINGENIEUR - ANERKENNUNG, STATUS UND HAFTUNG

Um als Prüfingenieur für Brandschutz anerkannt zu werden, ausgenommen im Freistaat Bayern, eine Prüfung vor einem gemeinsamen bundesweiten Prüfungsausschuss abgelegt werden. Ausschlaggebend sind - neben schriftlichen und mündlichen Prüfungen - auch der fachliche Werdegang sowie die Referenzliste des Kandidaten. Das Bautechnische Prüfungsamt der Senatsverwaltung gibt Interessenten einmal jährlich die Möglichkeit zur Bewerbung, in deren Rahmen die Eignung geprüft wird. Die Termine für das Land Berlin werden im Amtsblatt für Berlin veröffentlicht.

Das Bautechnische Prüfungsamt ist auch weiterhin involviert in die Brandschutzprüfung. Die Prüfingenieure werden nach Feststellung der Eignung durch

das Amt vom Prüfungsausschuss geprüft und dann durch das Amt anerkannt. Dadurch können gleichbleibende Qualitätsstandards sichergestellt werden.

Entsprechend § 2 BauPrüfV [3] nehmen Prüfingenieure als "Beliehene" bauaufsichtliche Prüfaufgaben wahr.

Der Prüfingenieur kann im Land Berlin von den Bauherren frei gewählt werden. Eine Auswahl der Prüfingenieure durch die Bauaufsichtsbehörde wie z. B. im Freistaat Sachsen findet in Berlin nicht statt. Die Beauftragung eines Prüfingenieurs erfolgt unmittelbar vom Bauherrn, was den hoheitlich tätigen Prüfingenieur aber nicht – wie oftmals geglaubt – zum „normalen“ Auftragnehmer macht.

So stellt das Honorar eine Gebühr dar. Die Prüfgebühr richtet sich nach der Bautechnischen Prüfverordnung und kann nicht mit dem Prüfingenieur verhandelt werden. Eingezogen wird sie über die BVS Berlin-Brandenburg e.V. - Bewertungs- und Verrechnungsstelle für Prüfingenieure für Standsicherheit und Brandschutz e.V.. Es besteht die Möglichkeit der sofortigen Vollstreckbarkeit der Gebührenbescheide, § 80 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 VwGO; dem Prüfingenieur steht die Verwaltungsvollstreckung zur Verfügung, § 14 Abs. 4 VwGO.

Als Folge der hoheitlichen Tätigkeit besteht für die Tätigkeit des Prüfingenieurs Amtshaftung gemäß § 839 BGB in Verbindung mit Artikel 34 GG. Diese "Haftungsprivilegierung" bedeutet:

Zunächst:

- fahrlässige Amtspflichtverletzung: Haftung nur, wenn Verletzter nicht auf andere Weise, sprich von anderen Baubeteiligten, Schadensersatz erhalten kann (Ersatzhaftung), § 839 Abs. 1 Satz 2 BGB;
- keine Ersatzpflicht, wenn Geschädigter es vorsätzlich oder fahrlässig unterlassen hat, den Schaden durch Gebrauch eines Rechtsmittels abzuwenden, § 839 Abs. 3 BGB;
- darüber hinaus Verlagerung der Schuldnerstellung durch Artikel 34 GG vom Prüfingenieur als individuellem Amtswalter auf den Staat, Regress nur bei grob fahrlässiger oder vorsätzlicher Pflichtverletzung durch den Prüfingenieur möglich, Artikel 34 Abs. 2 GG.

Zudem:

- weitere Haftungsvoraussetzung nach BGH: Verletzte Amtspflicht muss gerade dem Geschädigten als Drittem gegenüber bestehen.
  Zweck der Amtspflicht des Prüfingenieurs: Vorbeugung von Gefahren, die der Allgemeinheit oder dem Einzelnen durch Gebäude mit unzureichendem Brandschutz drohen. Prüfingenieur für Brandschutz erledigt Aufgaben im öffentlichen Interesse der Gefahrenabwehr zum Schutz der Allgemeinheit;

deshalb:

- reine Vermögensinteressen des Bauherrn nicht geschützt; Haftung (-) wenn nur Bauwerk selbst und kein sonstiges Gut beschädigt ist.

Einer der markantesten Punkte der Berliner Bauordnung besteht somit in der Tatsache, dass bisher staatliche Aufgaben nun von Prüfingenieuren für Brandschutz als vom Staat „Beliehene“ übernommen werden. Die Anträge auf Prüfung eines Brandschutznachweises sind daher auch nicht an private Firmen, sondern immer an den Prüfingenieur persönlich zu richten. Das brandschutztechnische Prüfwesen wird also aus den öffentlichen Bauämtern ausgelagert. So werden Bauämter entlastet und die Prozesse für Bauherren entbürokratisiert. Die nunmehr auf die bauordnungsrechtlichen Kernaufgaben reduzierte Rolle der Behörden schont die öffentlichen Kassen und gewährleistet dennoch eine hohe Qualität des Prüfwesens, gepaart mit einer hohen Qualität für das Bauprojekt.

DAS BAUGENEHMIGUNGSVERFAHREN

Gemäß der Berliner Bauordnung ist mit Ausnahme von verfahrensfreien Bauvorhaben für jedes Bauvorhaben ein Brandschutznachweis zu erstellen. Diese sind in Abhängigkeit der Gebäudeart und Nutzung prüfpflichtig. § 13 Abs. 2 Satz 5 der Bauverfahrensverordnung BauVerfVO [5] bestimmt, dass die bauaufsichtliche Prüfung durch Prüfingenieure für Brandschutz erfolgt. Bis eine ausreichende Anzahl an Prüfingenieuren im Land Berlin zur Verfügung steht, übernimmt auch die Bauaufsichtsbehörde deren Aufgaben (§ 13 Abs. 3 BauVerfVO).

Eine Übersicht, für welche Gebäude- bzw. Genehmigungsarten (nach §§ 63, 64 oder 65 BauO Bln [4]) ein Brandschutznachweis erforderlich ist, wie mit diesem und etwaigen Abweichungen und Erleichterungen umzugehen ist, ist von der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung veröffentlicht (Bild 1)[1].

---

1 http://www.stadtentwicklung.berlin.de/service/gesetzestexte/de/download/bauen/20061103_bautechnische_nachweise.pdf

Umgang mit bautechnischen Nachweisen

nach § 67 Bauordnung für Berlin (BauO Bln) vom 29. September 2005 (GVBl. S. 495),
zuletzt geändert durch Artikel V des Gesetzes vom 11. Juli 2006 (GVBl. S. 819)

Stand: 03.11.2006

Verfahren nach §	Erstellung bautechnischer Nachweise durch Entwurfsverfasser od. Fachplaner	Prüfung bautechnischer Nachweise durch Prüfingenieure od. Bauaufsichtsbehörde	Vorlagepflicht des Prüfberichtes oder der Erklärung zum Zeitpunkt der Baugenehmigung	Vorlagepflicht des erstellten bautechnischen Nachweises zum Baubeginn (§ 71 Abs 5)	Vorlagepflicht des Prüfberichtes oder der Erklärung zum Zeitpunkt der Bauausführung (§ 71 Abs. 7) bei der Bauaufsichtsbehörde	Aufbewahrung von Unterlagen[1])
Brandschutz						
63		**Prüfung von (vgl. § 67 Abs. 2 Satz 2)** - Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5 - Garagen > 100 m² Nutzfläche. Abweichungsbescheid (§ 68 Abs. 1) wird durch Prüfingenieur erteilt, übergangsweise durch die Bauaufsichtsbehörde		Brandschutznachweis liegt an der Baustelle vor	Prüfbericht muss vorliegen	Beim Bauherrn: - bautechnische Nachweise - Prüf- und Überwachungsberichte Bei der Bauaufsichtsbehörde - Prüfberichte
64	**Erforderlich!** **Abweichungs**entscheidungen gem. § 68 Abs. 1 trifft die Bauaufsichtsbehörde		Prüfbericht muss vorliegen oder Baugenehmigung mit aufschiebender Bedingung		Prüfbericht muss jetzt vorliegen, wenn aufschiebende Bedingung erteilt wurde	
65	**Erforderlich!** Wegen § 52. Abs. 1 (Erleichterung) sind keine formellen **Abweichungen** zu erteilen.	**Prüfung bei Sonderbauten!**	Prüfbericht muss vorliegen			

[1]) Der Bauherr hat auf Verlangen der Bauaufsichtsbehörde die aufzubewahrenden Unterlagen herauszugeben

[2]) EnEV-Nachweise gelten nach EnEV DVO als bautechnische Nachweise; Ausnahmen und Befreiungen sind nach EnEV möglich

Herausgeber:
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Referat VI D – Oberste Bauaufsicht; Württembergische Str. 6, 10707 Berlin-Wilmersdorf
Tel.: +49 30 90124979; Fax: +49 30 90283244; E-Mail: bauaufsicht@senstadt.verwalt-berlin.de; Internet: www.stadtentwicklung.berlin.de

Bild 1: Umgang mit bautechnischen Nachweisen

Für die Übereinstimmung der Ausführungsplanung und der konkreten Bauausführung mit dem Brandschutzkonzept sind die am Bau Beteiligten entsprechend der BauO Bln [4] verantwortlich, unabhängig davon, ob die Prüfung des Brandschutznachweises erforderlich ist und der Prüfingenieur für Brandschutz im Rahmen seiner Bauüberwachung die Übereinstimmung der Bauausführung in Überwachungsberichten dokumentiert. Merkblatt BSN [1]

DER BRANDSCHUTZNACHWEIS

Der Brandschutznachweis ist nach § 67 Abs. 1 BauO Bln ein für jedes Bauvorhaben, soweit es nicht verfahrensfrei ist (nach § 62 BauO Bln), notwendiger bautechnischer Nachweis.

Der Brandschutznachweis ist eine eigenständige Unterlage, die zusätzlich zu den sonstigen Bauvorlagen nach Bauverfahrensverordnung BauVerfVO [5] zu erstellen ist.

Grundsätzlich sind im Brandschutznachweis die notwendigen bauordnungsrechtlichen Anforderungen zu beschreiben. Die konkreten inhaltlichen Anforderungen an einen Brandschutznachweis sind in der Bauverfahrensverordnung § 11 Abs. 1 und 2 benannt. Geplante Abweichungen (für Regelbauten nach § 68 Abs. 1 BauO Bln) oder Erleichterungen (für Sonderbauten im Sinne des § 52 Abs. 1 Satz 2 BauO Bln) sind im Brandschutznachweis vollständig zu benennen und die Gleichwertigkeit der Planung darzustellen und zu begründen.

Der Entwurfsverfasser ist für die Konformität zwischen dem Brandschutznachweis und den sonstigen Bauvorlagen verantwortlich und hat dies mit entsprechendem Vordruck beim Einreichen des Brandschutznachweises zu bestätigen.

Die Angabe der konkreten zur Ausführung kommenden technischen Regeln oder des bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises ist im Genehmigungsverfahren nicht erforderlich, da die konkrete Ausführung und damit auch die Wahl der Baustoffe, Bauarten und Bauprodukte im Regelfall erst zur Bauausführung bzw. in der Ausführungsplanung erfolgt.

Die Prüfung des Brandschutznachweises erfolgt nach § 67 Abs.2 Satz 2 BauO Bln in Verbindung mit § 13 Abs. 2 Satz 5 BauVerfVO durch Prüfingenieure für Brandschutz. Bedenken des Prüfingenieures gegen den Brandschutznachweis müssen seitens des Entwurfsverfassers durch Abändern des Brandschutznachweises ausgeräumt werden. Das Gleiche gilt auch für Änderungen oder Ergänzungen, die der Prüfingenieur aufgrund der Stellungnahme der Berliner Feuerwehr für die Gewährleistung eines effektiven Löschangriffs für nötig erachtet. Grüneintragungen dürfen nur zur Korrektur offensichtlicher Fehler oder allgemeiner Hinweise eingesetzt werden.

„Kommt es zwischen dem Prüfingenieur für Brandschutz und dem Entwurfsverfasser oder Fachplaner bei unterschiedlicher Beurteilung der Brandschutzmaßnahmen zu keiner Einigung, fertigt der Prüfingenieur einen „negativen“ Bericht über den geprüften Brandschutznachweis mit der Aussage, dass der Brandschutz nicht den bauordnungsrechtlichen Anforderungen entspricht. Das hat zur Folge, dass die Genehmigung im Verfahren nach § 65 BauO Bln versagt werden muss“ (Merkblatt BSN [1], Ziffer 3 letzter Absatz) bzw. in den Verfahren nach §§ 63 und 64 BauO Bln die Arbeiten entsprechend § 71 Abs. 7 BauO Bln bzw. § 14 Abs. 1 BauVerfVO nicht begonnen werden dürfen.

Ein Widerspruch gegen einen negativen Bericht ist, da der Prüfbericht kein Verwaltungsakt im Sinne des Verwaltungsverfahrensgesetzes ist, sondern als „behördeninterne Stellungnahme“ Merkblatt P BSN [1] nach § 70 Abs. 3 Satz 2 zu bewerten ist, nicht möglich.

Für die Aufbewahrung des geprüften Brandschutznachweises ist nicht wie in der Vergangenheit die Bauaufsichtsbehörde sondern nach § 15 BauVerfVO der BAUHERR verpflichtet – und zwar bis zur Beseitigung der baulichen Anlage. Sind Bauherr und Grundstückseigentümer nicht identisch, geht die Pflicht mit Fertigstellung des Gebäudes auf den Grundstückseigentümer über. Die Unterlagen können von der Bauaufsicht zur Einsicht abverlangt werden, z. B. zur Durchführung einer Brandsicherheitsschau.

DER PRÜFINGENIEUR FÜR BRANDSCHUTZ IM BAUGENEHMIGUNGSVERFAHREN

Die hoheitliche Aufgabe von Prüfingenieuren für Brandschutz besteht in der Prüfung von Brandschutznachweisen. „Ob ein Brandschutznachweis bauaufsichtlich geprüft werden muss oder nicht, hängt nicht vom bauaufsichtlichen Verfahren ab. Das Erfordernis der Prüfung ergibt sich allein aus § 67 Abs. 2

BauO Bln.“ (Merkblatt P BSN [2]) So kann auch bei Genehmigungsfreistellung die Prüfung des Brandschutznachweises vorgeschrieben sein.

Die Notwendigkeit der bauaufsichtlichen Prüfung besteht in Berlin für:

- Sonderbauten (unabhängig von der Gebäudeklasse),
- Garagen über 100 m² Nutzfläche und
- Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5.

Der Bauherr hat diese Prüfung – mit freier Wahl – bei einem anerkannten Prüfingenieur für Brandschutz mittels Prüfauftrag (Vordruck „Bauaufsicht 120“) zu veranlassen.

Die Prüfung beinhaltet die Überwachung der Bauausführung hinsichtlich des geprüften Brandschutznachweises (§ 22 BauPrüfV [3]).

PRÜFUNG DES BRANDSCHUTZNACHWEISES

Vorausgesetzt der Brandschutznachweis ist entsprechend § 67 Abs. 2 BauO Bln prüfpflichtig, der Prüfingenieur hat einen Prüfantrag erhalten und es gibt keine Gründe, die Prüfung abzulehnen (nach § 13 Abs. 3 BauPrüfV – mangelnde Zeit oder § 5 Abs. 5 - aus wichtigem Grund, z. B. Befangenheit), prüft der Prüfingenieur für Brandschutz den ihm vorgelegten Brandschutznachweis.

Das Aufgabenfeld des Prüfingenieurs erstreckt sich auf die Überprüfung der Vollständigkeit und Richtigkeit des Brandschutznachweises unter Beachtung der Leistungsfähigkeit der Berliner Feuerwehr. Der Prüfingenieur ist bei der Bearbeitung an keine Fristen gebunden.

Die Prüfung bezieht sich dabei auf die in Bild 2 aufgeführten Inhalte.

Bild 2 Inhalte der Prüfung von Brandschutznachweisen

Um die Anforderungen an den abwehrenden Brandschutz sicherzustellen, wird die Berliner Feuerwehr am Verfahren beteiligt und gibt eine Stellungnahme diesbezüglich ab. Der Bearbeitungszeitraum hierfür beträgt maximal vier Wochen. „Erhält [der Prüfingenieur] nach Ablauf eines Monats seit Eingang des Brandschutznachweises bei der Berliner Feuerwehr keine Stellungnahme, kann er davon ausgehen, dass aus deren Sicht keine weiteren Anforderungen zu stellen sind.“ Merkblatt P BSN [2]

Die Feuerwehr soll primär Stellung nehmen zu/zur:

a) Löschwasserversorgung,
b) Einrichtungen zur Löschwasserförderung,
c) Anlagen zur Rückhaltung kontaminierten Löschwassers,
d) Zugänglichkeit der Grundstücke und der baulichen Anlagen für die Feuerwehr,
e) Anlagen, Einrichtungen und Geräte für die Brandbekämpfung,
f) Anlagen und Einrichtungen für den Rauch- und Wärmeabzug bei Bränden,
g) Anlagen und Einrichtungen für die Brandmeldung,
h) Anlagen und Einrichtungen für die Alarmierung,
i) betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung,
j) betriebliche Maßnahmen zur Brandbekämpfung,
k) erforderlichen Dokumenten für die Feuerwehr,
l) Möglichkeiten der Funkkommunikation bei komplexen baulichen Anlagen.

Der Prüfingenieur für Brandschutz hat die Stellungnahme der Feuerwehr zu würdigen – sprich kritisch zu bewerten - und nur die durch ihn bestätigten Anforderungen/Hinweise an den Brandschutznachweisersteller weiter zu geben. Diese Anforderungen/Hinweise sind dann in den Brandschutznachweis zu übernehmen.

Der Prüfingenieur ist nicht berechtigt, modifizierende Grüneintragungen im Brandschutznachweis vorzunehmen oder Auflagen zu erteilen. Vielmehr muss er den Ersteller des Brandschutznachweises auffordern, den Brandschutznachweis entsprechend anzupassen.

Werden alle gesetzlichen Vorgaben der Berliner Bauordnung und der auf dieser Grundlage erlassenen Rechtsvorschriften eingehalten, erfolgt der finale Prüfvermerk auf allen geprüften Dokumenten und es wird der abschließende Prüfbericht erstellt. Nur bei einem positiven Prüfbericht kann die Baugenehmigung erteilt bzw. mit dem Bauvorhaben begonnen werden. Der Widerspruch gegen einen Prüfbericht ist, wie oben angeführt, nicht möglich. Es kann lediglich gegen die Versagung der Baugenehmigung Widerspruch eingelegt werden.

Abweichungen gemäß § 68 Abs. 1 der Berliner Bauordnung werden durch den Prüfingenieur erteilt. Das Gleiche gilt auch für Erleichterungen bei Sonderbauten. Bei Abweichungen von Brandschutzanforderungen, die die Brandausbreitung über die Grundstücksgrenzen hinaus verhindern sollen muss der Prüfingenieur auch die betroffenen Nachbarn am Verfahren beteiligen.

AUFGABEN BEI DER ÜBERWACHUNG DER BAUAUSFÜHRUNG NACH MERKBLATT P BSN [2]

„Der Prüfingenieur für Brandschutz hat die ordnungsgemäße Bauausführung hinsichtlich des von ihm geprüften Brandschutznachweises zu überwachen (§ 23 Abs. 2 Satz 4 BauPrüfV [3]); er führt die Bauüberwachung nach § 80 Abs. 2 BauO Bln [4] durch. Die Überwachung der ordnungsgemäßen Bauausführung kann auf Stichproben beschränkt werden. Wie engmaschig diese Überwachung sein muss, richtet sich nach den näheren Umständen des Einzelfalls wie der Schwierigkeit des Bauvorhabens, der fachlichen Zuverlässigkeit der Unternehmer etc. und ist jeweils vom Prüfingenieur für Brandschutz zu beurteilen. Die Überwachungspflichten des Bauherrn, der Unternehmer und der Bauleiter bzw. Fachbauleiter bleiben davon unberührt.

Der Prüfingenieur für Brandschutz überwacht die Ausführung der baulichen Brandschutzmaßnahmen im Zuge der gesamten Baumaßnahme. Die Bauüberwachung des Prüfingenieurs für Standsicherheit, der den konstruktiven Brandschutz als Bestandteil des Standsicherheitsnachweises zu prüfen hat, ist im Regelfall mit der Fertigstellung des Rohbaus abgeschlossen. Sein Bericht ist dem Prüfingenieur für Brandschutz bei Abschluss der Baumaßnahme zu übergeben.

Der Bauherr hat den Prüfingenieur für Brandschutz über

- den Ausführungsbeginn (Baubeginn) mindestens eine Woche vorher,
- die Ausführung einzelner Bauteile und
- den Abschluss der Baumaßnahme

rechtzeitig zu informieren. Der Prüfingenieur für Brandschutz soll im Rahmen der ersten Bauüberwachung mit dem vom Bauherrn bestellten Bauleiter festlegen, welche brandschutzrelevanten Bauteile in Augenschein zu nehmen sind, damit ihn der Bauleiter oder die von ihm herangezogenen Fachbauleiter rechtzeitig über die Ausführung informieren können.

Mit dem hier beschriebenen Vorgehen wird die Rolle des Prüfingenieurs klar beschrieben:

DER PRÜFINGENIEUR ÜBERWACHT, OB DER BAULEITER SEINEN ÜBERWACHUNGSPFLICHTEN NACHGEKOMMEN IST.

Für den Brandschutz relevante technische Anlagen und Einrichtungen (z. B. Feuerlöschanlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Brandmelde- und Alarmierungsanlagen, Sicherheitsstromversorgungen) werden nach der Verordnung über den Betrieb von baulichen Anlagen (Betriebs-Verordnung – BetrVO) einer sogenannten Erst- oder Abnahmeprüfung durch Prüfsachverständige für technische Anlagen und Einrichtungen nach der BauPrüfV [3] unterzogen. Diese spezialisierten Personen prüfen die ordnungsgemäße Beschaffenheit, Wirksamkeit und Betriebssicherheit dieser Anlagen und Einrichtungen und dokumentieren dies in Berichten. Die Berichte über die erste wiederkehrende Prüfung müssen dem Prüfingenieur für Brandschutz für die Ausstellung seines zusammenfassenden Berichtes zum Brandschutznachweis vorliegen.

Brandschutzdokumente, die für den Löscheinsatz erforderlich sind, sowie die Brandschutzordnung sind mit der Berliner Feuerwehr abzustimmen. Das Gleiche gilt für besondere Maßnahmen bei Sonderbauten, z. B. Versammlungsstätten und Betrieben mit Gefahrstoffen.

Jede Bauüberwachung ist durch einen Überwachungsbericht zu dokumentieren (Vordruck „Bauaufsicht" 122a). Am Abschluss der Baumaßnahme erfolgt ein zusammenfassender Bericht zum Brandschutznachweis (Vordruck 122b). In diesem sind unter anderem diese Überwachungsberichte aufzuführen und mit der Bescheinigung zur Aufnahme der Nutzung (Vordruck 113) dem Bauherrn spätestens für die Anzeige nach § 81 Abs. 2 BauO Bln [4] zu übergeben. Im zusammenfassenden Bericht zum Brandschutznachweis sind u. a. die für die beim Bauvorhaben verwendeten Bauprodukte und Bauarten maßgebenden bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise (z. B. allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Feuerschutztüren, allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse für feuerwiderstandsfähige Trennwandkonstruktionen) aufzulisten.

Der Gesetzgeber sieht nicht vor, dass die Feuerwehr an der Bauabnahme beteiligt wird. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass dies hilfreich sein kann. Da bisher dem Prüfingenieur und dem Bauherrn bei einer Beteiligung keine Kosten entstehen, sollte diese Möglichkeit genutzt werden.

Bei verspäteten Anzeigen über die Ausführung von für den Brandschutz wesentlichen Bauteilen hat der Prüfingenieur für Brandschutz ggf. die Bauaufsichtsbehörde davon in Kenntnis zu setzen, damit eine Einstellung der Arbeiten nach § 78 BauO Bln/ [4] angeordnet werden kann. Die Aufhebung der Einstellung der Arbeiten durch die Bauaufsichtsbehörde kann nur im Einvernehmen mit dem Prüfingenieur für Brandschutz erfolgen.

Werden die bei der Überwachung der Bauausführung festgestellten Mängel trotz Aufforderung des Prüfingenieurs für Brandschutz nicht beseitigt, hat er die Bauaufsichtsbehörde davon unverzüglich zu unterrichten.

ABGRENZUNG ZUR BAUÜBERWACHUNG DURCH DIE BAULEITUNG/FACHBAULEITUNG

Der Prüfingenieur hat an Stelle der Bauaufsichtsbehörde (§ 80 i.V.m. § 84 Abs. 2 BauO Bln) die ordnungsgemäße Bauausführung hinsichtlich des von ihm geprüften Brandschutznachweises zu überwachen und sicherzustellen, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung nach § 3 Abs. 1 durch die Bauausführung nicht gefährdet wird. Die Überwachung kann sich auf Stichproben beschränken.

„Durch eine Kombination von Objektbegehungen und Einsichtnahme in Nachweise über die Verwendbarkeit der Bauprodukte und Bauarten einschließlich der hier vorzulegenden Übereinstimmungserklärungen der herstellenden, anwendenden bzw. verwendenden Unternehmer, zusammenfassend „Errichtererklärungen“ genannt, erfolgt eine Plausibilitätskontrolle, bei welcher Veränderungen gegenüber dem Brandschutznachweis erkannt werden. Die Verantwortungstiefe basiert also auf der Verantwortlichkeit der übrigen Baubeteiligten für die ordnungsgemäße, den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den Bauvorlagen entsprechende Ausführung.“ AHO [7]

Der Prüfingenieur übernimmt keine Tätigkeit im Sinne des § 57 Abs. 1 oder 2 als Bauleiter oder Fachbauleiter. Dieser Bau- oder Fachbauleiter hat dafür zu sorgen, dass der Bau plangerecht und frei von Mängeln errichtet wird – wofür eben auch die Stichprobe genügen kann (siehe hierzu BGH-Urteil vom 10.02.1994 NJW 1994 1277) PI vs. FBL [6]

Die Bauleitung muss eine systematische, ggf. strichprobenartige Kontrolle und die Prüfung einzelner brandschutzrelevanter Bauprodukte und -arten auf übereinstimmende Ausführung mit den einschlägigen Nachweisen über die Verwendbarkeit durchführen.

VORGEHEN BEI DER ÜBERWACHUNG DER ÜBERWACHUNG

Um Mängel bei der Bauausführung schnell und effektiv feststellen und bewerten zu können, hat sich die nachfolgend im Detail beschriebene Vorgehensweise in der Praxis bewährt. Dabei wird unterschieden in:

- Sichtung notwendiger Unterlagen,
- Sichtkontrolle Außenanlagen und
- örtliche Überwachung im Gebäude.

Notwendige Unterlagen

- Durchsicht der aktuellen Ausbaupläne und Abgleich mit der Baugenehmigung und den ggf. erstellten Nachträgen:
  In Büro- und Geschäftshäusern stimmt die innere Aufteilung des Gebäudes

durch häufigen Mieterwechsel und den damit verbundenen Umbauten oft nicht mehr mit dem genehmigten Zustand überein. Dann ist, sofern es sich nicht um verfahrensfreie Baumaßnahmen handelt, eine Anpassung des Brandschutznachweises sowie des notwendigen Prüfberichtes erforderlich.

- Durchsicht der Dokumentation:
  Zu den Dokumenten zählen die Baugenehmigung, Abnahmebescheinigungen und Dokumentationen zu den verwendeten Bauteilen und Baustoffen, dieses können z. B. Eignungsnachweise (allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse oder allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen) sein.
- Überprüfung der Brandschutzdokumente:
  Zu den Brandschutzdokumenten zählen die Brandschutzordnung, Feuerwehrpläne (Lage- und Geschosspläne), Melderlaufkarten, Flucht- und Rettungspläne u. a., die in der Gebäudedokumentation oder an definierten Stellen im jeweiligen Gebäude vorzuhalten sind. Auch diese Dokumente entsprechen oft nicht dem Ausbaustand oder sind (noch) nicht vorhanden.
- Überprüfung der anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen:
  Zu den anlagetechnischen Brandschutzmaßnahmen zählen u. a. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Brandmelde-, Alarmierungs- und Feuerlösch- sowie Lüftungsanlagen (sofern sie den Abtransport von Rauchgasen dienen), bauaufsichtlich zugelassene Feststellanlagen, Fluchtwegsteuerungen. In der Praxis ist hier oft festzustellen, dass bereits bei der Abnahmeprüfung zur Inbetriebnahme des Gebäudes durch Sachkundige bzw. Sachverständige festgestellte Mängel nicht beseitigt wurden.

Eine Zustimmung zur Inbetriebnahme bei vorhandenen sicherheitsrelevanten Mängeln ist nicht möglich.

Sichtkontrolle Außenanlagen

Die Sichtkontrolle der Außenanlagen kann in der Regel erst kurz vor der gewünschten Inbetriebnahme durchgeführt werden, da während der Ausführung im innerstädtischen Bereich unbebaute Grundstücksflächen für die Baustellenlogistik benötigt werden. Schwerpunkte hierbei sind z. B.:

- Sind die bestehenden Zuwegungen aus dem Gebäude für den Löschangriff der Feuerwehr oder die Entfluchtung von Personen aus dem Gebäude ausreichend und sind seit der Erteilung der Baugenehmigung Änderungen vorgenommen worden?
- Sind die Flächen für die Feuerwehr vorhanden und ausreichend gekennzeichnet?
- Ist die private Löschwasserversorgung ausreichend sichergestellt und gekennzeichnet? (Bild 3)

- Sind die Beschilderungen für die Einspeisungen von Steigleitungen und Sprinkleranlagen, den Zugang zur Brandmelde- und Sprinklerzentrale am und im Gebäude ausreichend vorhanden?

Bild 3 Prüfung der Löschwasserversorgung in Verbindung mit den Zugängen / Rettungswegen zum Gebäude

ÖRTLICHE ÜBERWACHUNG IM GEBÄUDE

Bei der örtlichen Überwachung der Bauausführung ist eine stichprobenartige Sichtkontrolle von brandschutz- und sicherheitsrelevanten Bauteilen, z. B. brandschutztechnisch qualifizierte Unterdecken, Wände und Türen, sowie der vorhandenen Haustechnik durchzuführen. Bei der Prüfung brandschutztechnisch qualifizierter Unterdecken ist darauf zu achten, dass die Unterkonstruktion der Unterdecke fachgerecht ausgebildet und ggf. eine Dämmauflage auf der Unterdecke vorhanden ist. Der Abstand zwischen der Unterkante haus-/elektrotechnischer Medienleitungen und der Oberkante der Unterdecke darf den Schwellwert von rund 50 mm (auf der sicheren Seite liegend) nicht unterschreiten. Die Anschlussbedingungen der Unterdecke an die angrenzenden Bauteile sind einzuhalten (F 30-Decke an mindestens F 30-Wände). Einbauten, wie Lautsprecher und Lampen, müssen brandschutztechnisch zulassungsgerecht eingebaut sein, d. h. sie benötigen Abdeckelungen in der brandschutztechnischen Qualität der Unterdecke. Durchführungen von Medienleitungen sind

ggf. mit Aufdopplungen zu versehen (Durchführung nach MLAR oder qualifizierte Brandabschottungen). Es ist vor allem auf Folgendes zu achten:

- Anschlussfugen an die flankierenden Bauteile und deren brandschutztechnische Qualifizierung,
- Unterkonstruktion und Abhängungen der Decken,
- Durchführungen von TGA-Leitungen,
- Abhängungen (Dübel-Bohrprotokolle) und Abstände von TGA-Leitungen und
- Abkofferungen von Deckeneinbauten.

Bei der Prüfung brandschutztechnisch qualifizierter Wände ist darauf zu achten, dass Einbauteile in diese Wände den Feuerwiderstand nicht unzulässig schwächen. Dieses sind z. B. Hohlraumdosen in Gipskartonwänden sowie in den Prüfungen nicht näher definierte größere Einbauten wie Feuerlöschkästen und elektrische Steuerungen, Klingelanlagen und WC-Spülkästen.

Es ist vor allem auf Folgendes zu achten:

- Verschluss der Anschlussfugen an die flankierenden Bauteile,
- bei GK-Wänden, Art der Beplankung und Dämmung sowie Eckausbildung,
- Einbauten in Wände,
- Durchführungen von TGA-Leitungen,
- bei Mauerwerk, Rohdichte der verwendeten Steine und Vermörtelung,
- Standsicherheit, hier Stahlwinkel an Mauerwerksbrandwänden (ggf. Abstimmung mit dem Prüfingenieur für Standsicherheit).

Bei der Prüfung der Böden ist im Besonderen auf Doppelböden im Bereich der Durchdringungen unterhalb von brandschutztechnisch qualifizierten Türen zu achten. Dieser Übergangsbereich wird weder von der Zulassung/Prüfzeugnis der Tür noch von der Doppelbodenrichtlinie geregelt und benötigt je nach örtlichen Gegebenheiten unterschiedliche brandschutztechnische Lösungen. Es ist vor allem auf Folgendes zu achten:

- Hohlraumabstand nach Doppelbodenrichtlinie,
- Verschluss der Anschlussfugen an die flankierenden Bauteile,
- untere Anschlüsse an brandschutztechnisch qualifizierten Türen (Bild 4),
- Revisionsöffnungen und
- Durchführungen von TGA-Leitungen.

Bild 4 Nicht fachgerechter Anschluss einer T 30-Tür

Bei der Prüfung von Verglasungen sind Beschädigungen aufzunehmen. Außerdem ist auf die ausreichende Kennzeichnung mit dem gemäß Eignungsnachweis notwenigen Prüfschild zu achten.

Brandschutzanstriche können durch eine optische Prüfung auf Beschädigungen kontrolliert werden (Bild 5). In Ausnahmefällen kann eine nachträgliche Schichtdickenprüfung angeordnet werden. Die Kennzeichnung mit dem gemäß Eignungsnachweis notwenigen Prüfschild ist zu prüfen.

Bild 5 Mangelhafte Stahlbeschichtung nach andauernder Wasserbeaufschlagung

Es ist vor allem auf Folgendes zu achten:

- Kennzeichnung,
- Schichtdicken nach U/A-Verhältnis und
- Verträglichkeit der Grundierung.

Überprüfung der haustechnischen Anlagen

Wie bereits oben beschrieben, obliegt deren ordnungsgemäße Ausführung der Überprüfung des Prüfsachverständigen. Unabhängig davon sollte der Prüfingenieur dennoch ein Augenmerk darauf werfen. In den Gewerken Heizung, Lüftung, Sanitär und Elektro kann nur eine Sichtkontrolle auf zulassungsgerechte Ausführung und Anordnung sowie auf fachgerechte Ausführung der Durchdringungen von Wänden und Decken durchgeführt werden. Die Durchführungen sind, sofern es sich nicht um solche nach MLAR handelt, mit einem Prüfschild (R 90 oder S 90) zu kennzeichnen, um bei Nachbelegungsarbeiten eine Vervollständigung der zerstörten Brandabschottungen vornehmen zu können. Es ist vor allem auf Folgendes zu achten:

Elektro-Brandabschottungen (Bild 6):

- Laibungsausbildung in Trockenbauwänden,
- Beschichtung mit Dämmschichtbildner inner- und außerhalb der Schottung,
- Kennzeichnung der Abschottung,
- Randabstände und Art der durchgeführten Leitungen und
- Abhängungen vor und hinter der Abschottung.

Rohrleitungsabschottung (Bild 7):

- Durchführung nach MLAR,
- Durchführung als R-Brandabschottung,
- Kennzeichnung der Abschottung,
- Abhängungen vor und hinter der Abschottung und
- notwendige Ummantelungen.

Abschottung von Lüftungsleitungen:

- Einbaurandbedingung (Mauerwerk, Beton oder Leichtbau),
- Anordnung von Kompensatoren und
- Abstände zu flankierenden Bauteilen.

Bild 6 Nicht zulassungskonforme Ausbildung von Elektroabschottungen

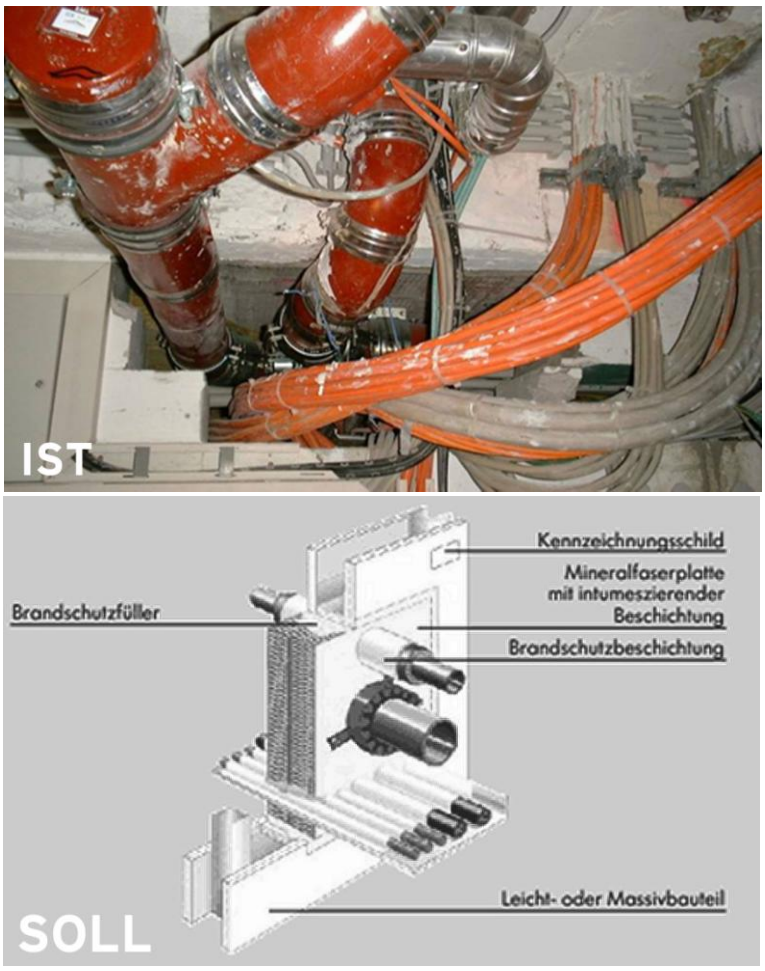


Bild 7 Ausbildung eines Kombischotts

FAZIT

Der Prüfingenieur für Brandschutz hat neben der Prüfung des Brandschutznachweises auch die Aufgabe der Prüfung, ob das Gebäude entsprechend dem geprüften Brandschutznachweis errichtet wurde. Er ist hoheitlich als beliehene Person tätig. Ihm obliegen keine Aufgaben eines Planers bzw. eines Bauleiters. Die private Verantwortung der ordnungsgemäßen Bauausführung wird von seiner Tätigkeit nicht tangiert. Womit sichergestellt wird, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung nach § 3 Abs. 1 nicht gefährdet wird.

Der Prüfungsumfang umfasst die Kontrolle, ob die örtliche Bauleitung bzw. Fachbauleitung ihre Verantwortung wahrnimmt und ob die notwendigen Sachverständigenabnahmen sowie die Abnahme des Prüfingenieurs für Standsicherheit vorliegen.

Mit der Einführung des Prüfingenieurs für Brandschutz kann bei Vorliegen prüffähiger Brandschutznachweise das Baugenehmigungsverfahren erheblich beschleunigt werden. Er ersetzt jedoch weder den Fachplaner für Brandschutz noch den Fachbauleiter Brandschutz.

LITERATUR

[1] Merkblatt BSN: Merkblatt zum Brandschutznachweis, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Referat VI D - Oberste Bauaufsicht, Stand 29. Juni 2007

[2] Merkblatt P BSN: Merkblatt zur Prüfung des Brandschutznachweises, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Referat VI D - Oberste Bauaufsicht, Fassung Juni 2009

[3] BauPrüfV: Bautechnische Prüfverordnung (BauPrüfV), Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Referat VI D - Oberste Bauaufsicht, vom 12.Februar 2010 (GVBl. S. 62)

[4] BauO Bln: Bauordnung für Berlin (BauO Bln), Vom 29. September 2005 (GVBl. S. 495), zuletzt geändert durch Artikel I des Gesetzes vom 8. Juli 2010 (GVBl. S. 396, in Kraft getreten am 23. Juli 2010)

[5] BauVerfVO: Verordnung über Bauvorlagen, bautechnische Nachweise und das Verfahren im Einzelnen (Bauverfahrensverordnung – BauVerfVO), Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Referat VI D - Oberste Bauaufsicht, vom 19.10.2006, geändert durch § 16 der EuEV-Durchführungsverordnung Berlin vom 17.Juli 2008 (GVBl. S. 222)

[6] PI vs. FBL: „Prüfingenieur Brandschutz“ versus „Fachbauleiter Brandschutz“ Anforderungen an einen künftigen Leistungskatalog, M. Ehrlicher, M. Jung, K. Foth, A. Dahltiz; Schriftenreihe zu den Braunschweiger Brandschutztagen von hhpberlin – Ingenieure für Brandschutz GmbH; Sept. 2007

[7] AHO: AHO Schriftenreihe, Nr. 17 – Leistungen für Brandschutz, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Stand Juni 2009

Weiterführende Literatur:

Steiner, Zeitschrift für Deutsches und internationales Bau- und Vergaberecht (ZfBR) 2009, Seite 632 ff., Tragwerksplanerhaftung unter Berücksichtigung der Tätigkeit des Prüfingenieurs/Prüfsachverständigen

Steiner, Zeitschrift für das gesamte öffentliche und zivile Baurecht (BauR), 2009, Seite 172 ff., Der Prüfingenieur für Standsicherheit und die europäische Dienstleistungsrichtlinie

PRÜFUNG UND ÜBERWACHUNG ANLAGENTECHNISCHER BRANDSCHUTZMASSNAHMEN

Jörg Wilms-Vahrenhorst
VdS Schadenverhütung, Köln

EINLEITUNG

Das Thema Prüfung und Überwachung von Brandschutzanlagen bekommt in der heutigen Zeit eine immer größere Bedeutung. Dies hängt im Wesentlichen mit dem Kostendruck in den Unternehmen und mit dem Zeitdruck während der Bauphase eines Gebäudes zusammen. Sachverständigenprüfungen müssen heute in der Regel günstig sein und schnell ablaufen. Die Feststellung von Mängeln ist für den Ablauf der Inbetriebnahme eines Gebäudes bzw. für den Betrieb aufgrund der baurechtlichen Situation von enormer Bedeutung. Werden Mängel festgestellt, so kann dies für den Betreiber eine Verzögerung der Bauphase bzw. eine Verweigerung der Inbetriebnahme bedeuten.

Die Prüfung von Brandschutzanlagen umfasst hauptsächlich die Sachverständigen- bzw. die Sachkundigenprüfung, d. h. die Erstabnahme einer Brandschutzanlage vor Inbetriebnahme eines Gebäudes oder einer Maschine und die regelmäßigen wiederkehrenden Prüfungen. Für die Beantwortung der Frage, wer wann auf welcher Grundlage die Sachverständigenprüfung durchführen muss, ist es von entscheidender Bedeutung, wer die Brandschutzanlage im Zuge welchen Verfahrens gefordert hat.

Hier sind drei unterschiedliche Forderungen bzw. Verfahren für die Installation von Brandschutzanlagen maßgebend:

- Brandschutzanlagen im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens,
- Brandschutzanlagen auf Basis versicherungstechnischer Forderungen,
- Brandschutzanlagen, welche freiwillig als Schutzmaßnahme eines Betreibers installiert werden.

Je nach Verfahren unterscheiden sich die Grundlagen für die Überprüfung der Brandschutzanlage und somit auch die Vorgehensweise des Sachverständigen.

FORDERUNGEN UND VERFAHREN

Baurechtliche Forderung

Je nach Brandschutzanlage ist die Forderung auf Basis einer Verordnung oder eines Brandschutzgutachtens bzw. einer Baugenehmigung die häufigste Vorgabe. Das Schutzziel ist mit dem Personen- bzw. Umweltschutz eindeutig definiert. Das häufigste Beispiel ist eine Brandmeldeanlage. In der Regel wird in

den Gutachten / Baugenehmigungen der Schutzumfang definiert und hinsichtlich Planung und Einbau auf die geltenden DIN-/EN-Normen verwiesen.

In einigen Fällen wird jedoch auch die Ausführung der Brandschutzanlage im Gutachten nicht durch ein Planungs- und Einbau-Regelwerk vorgegeben, sondern durch selbst definierte Einbau- und Wirksamkeitskriterien. Über die Auswirkungen dieser Vorgaben wird an einer späteren Stelle noch eingegangen.

Versicherungstechnische Forderung

Gerade im Industriebereich fordern die Feuerversicherer als Grundlage für die Versicherbarkeit eines Gebäudes samt Inhalt, insbesondere der Maschinen, sowie für die Versicherbarkeit der Betriebsunterbrechung die Installation von Brandschutzanlagen. Diese Forderungen stimmen nur in wenigen Fällen mit den baurechtlichen Vorgaben überein. Bei einer Brandschutzanlage, die seitens der Feuerversicherer gefordert wird, basiert die Installation im Allgemeinen nicht auf Normen, sondern auf Regelwerken von VdS Schadenverhütung oder von internationalen Versicherern. Diese beinhalten höhere Anforderungen an die Errichterfirmen, die zu verwendenden Bauteile und die Ausführung der Brandschutzanlage. Die Schutzziele sind hier der Sachwertschutz und der Schutz vor Betriebsunterbrechungen.

Freiwillige Maßnahmen

Freiwillige Maßnahmen sind in der heutigen Zeit sicherlich selten geworden, aber man sollte sie trotzdem nicht außer Acht lassen.

Zum Schutz von Produktionsschwerpunkten oder Bottle Necks installieren Betreiber in besonderen Fällen ebenfalls Brandschutzanlagen. Diese stimmen nur selten mit den baurechtlichen und versicherungstechnischen Vorgaben überein.

Im Folgenden stehen die Prüfungen bzw. Überprüfungen im Zuge des Baurechts im Vordergrund.

Ein weiterer Aspekt de Prüfung anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen ist die Überwachung von Brandschutzanlagen, d. h. es sind regelmäßige Kontrollen seitens der Betreiber durchzuführen und eine geeignete Wartung sicher zu stellen, die ggf. notwendige Instandsetzungen einschließt. Gemeinsam mit den regelmäßigen Sachverständigenprüfungen sind dies Meilensteine zur Qualitätssicherung des gesamten Brandschutzkonzeptes und somit zur Erhaltung der Betriebssicherheit und Wirksamkeit der Brandschutzanlagen.

PRÜFUNG VON BRANDSCHUTZANLAGEN IM ZUGE DES BAURECHTS

Die Prüfung von baurechtlich geforderten Brandschutzanlagen resultiert in Deutschland aus der Baugesetzgebung. Hier wird vorgeschrieben, welche

Brandschutzanlagen in welchen Gebäuden wann und vom wem wie geprüft werden müssen.

Da die Gesetzgebung des Baurechts in den Händen der einzelnen Bundesländer liegt, ergibt sich hier bedauerlicher Weise eine Gesetzgebung in 16 Variationen, für jedes Bundesland eine andere. Trotz Föderalismusreformen und der fortwährenden Erarbeitung von Mustervorschriften durch die Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU zur Angleichung der Rechtslage ist die Uneinheitlichkeit des Baurechts in Deutschland ein weiterhin bestehendes Problem.

Die Bandbreite der Gesetzgebung reicht von Bundesländern, die die Muster der ARGEBAU wortgleich übernehmen, über Bundesländer, die wenige bis massive Veränderungen oder Ergänzungen an den Mustern vornehmen, bis hin zu Bundesländern, die nicht alle notwendigen oder überhaupt keine Vorschriften zum Thema erlassen haben. Es liegt wahrscheinlich daran, dass aus Sicht der Landesbehörden ein Feuer in München anders brennt als in Hamburg.

Auch bei der unterschiedlichen Namensgebung dieser Verordnungen gleichen Charakters sind der Kreativität deutscher Behörden keine Grenzen gesetzt. Gleiches gilt für die Art der Verankerung der Rechtsvorschriften im Landesrecht, entweder als Verordnung, Erlass oder gar versteckt als Teil einer Durchführungsverordnung zur Landesbauordnung.

Zur Verdeutlichung des grundsätzlichen baurechtlichen Prüfverfahrens werden daher zunächst die für das Thema Prüfungen relevanten Mustervorschriften der ARGEBAU (siehe: www.is-argebau.de) vorgestellt. Die Bandbreite der Regelungen wird im darauffolgenden Abschnitt anhand von zwei Bundesländern beispielhaft aufgezeigt.

Welche technischen Anlagen und Einrichtungen zum Brandschutz in welchen Gebäuden geprüft werden müssen, kann der Musterprüfverordnung (MPrüfVO) entnommen werden. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Sonderbauten, z. B. Verkaufs- oder Versammlungsstätten, und die in den einzelnen Sonderbauvorschriften geforderten Brandschutzanlagen wie Feuerlöschanlagen, Brandmeldeanlagen und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. Darüber hinaus können Brandschutzanlagen auch auf Verlangen der zuständigen Bauaufsicht im Zuge des Genehmigungsverfahrens prüfpflichtig werden.

Des Weiteren findet man in der MPrüfVO Aussagen dazu, wann eine Brandschutzanlage zu prüfen ist. Prüfungen an Brandschutzanlagen sind grundsätzlich *„…vor der ersten Inbetriebnahme der baulichen Anlagen, unverzüglich nach einer wesentlichen Änderung der technischen Anlagen oder Einrichtungen sowie jeweils innerhalb einer Frist von drei Jahren (wiederkehrende Prüfungen) durchführen zu lassen.“*

Eine Verkürzung der Frist ist aufgrund individuell erhöhter Risiken durch die zuständige Bauaufsicht ebenfalls möglich.

Die Prüfungen sind laut MPrüfVO von bauordnungsrechtlich anerkannten Sachverständigen durchzuführen. Der Bauherr oder Betreiber hat diese mit der Prüfung zu beauftragen.

Die Frist der wiederkehrenden Prüfung variiert je nach Landesrecht und Brandschutzanlage zwischen einem und sechs Jahren, darüber hinaus sind als Prüfer in manchen Bundesländern auch Sachkundige anstatt Sachverständige für die Prüfung bestimmter Brandschutzanlagen zugelassen, die über keine baurechtliche Anerkennung verfügen müssen.

Die Prüfung bzw. der Prüfungsumfang für die Brandschutzanlage ist in den „Grundsätzen für die Prüfung technischer Anlagen und Einrichtungen entsprechend der Muster-Prüfverordnung durch bauaufsichtlich anerkannte Sachverständige“ der Fachkommission Bauaufsicht festgelegt, die in einigen Bundesländern bereits verbindlich für die landesrechtlich anerkannten Sachverständigen eingeführt wurden. Als Prüfgrundlagen dienen dem Sachverständigen die relevanten technischen Regelwerke, Gesetze und Verordnungen des Landesbaurechts sowie die Genehmigungsunterlagen mit ggf. notwendigem Brandschutzkonzept bzw. Brandschutznachweis.

Die bauordnungsrechtliche Anerkennung von Sachverständigen sowie deren Tätigkeit bzw. Pflichten werden in der „Muster-Verordnung über die Prüfingenieure und Prüfsachverständigen nach § 85 Abs. 2 MBO, (M-PPVO)“ geregelt. Das Anerkennungsverfahren ist zumindest insoweit bundesweit einheitlich, als eine von allen Bundesländern akzeptierte Stelle zum Nachweis der Fachkunde existiert.

Mehr oder weniger Schwierigkeiten bereitet bauordnungsrechtlich anerkannten Sachverständigen die Einschätzung der Schwere der bei der Prüfung festgestellten Mängel, die die Wirksamkeit und Betriebssicherheit beeinträchtigen. Das Ergebnis dieser Einschätzung ist die Aussage, ob die bauliche Anlage weiterbetrieben, unter Auflagen weiterbetrieben oder nicht mehr weiterbetrieben werden kann. Hierzu gibt es landesrechtlich keine oder nur sehr wenige Anhaltspunkte für das Verfahren. Die wenigen Anhaltspunkte variieren zudem von Bundesland zu Bundesland.

LANDESRECHTLICHER ÜBERBLICK AM BEISPIEL ZWEIER BUNDESLÄNDER

Zur Verdeutlichung der Bandbreite existierender baurechtlicher Regelungen zur Prüfung von Brandschutzanlagen soll nachfolgend das Prüfverfahren zweier Bundesländer, nämlich Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, beispielhaft dargestellt werden.

Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz regelt aktuell die „Landesverordnung über die Prüfung haustechnischer Anlagen und Einrichtungen“ welche Gebäude und welche Brandschutzanlagen von wem wann geprüft werden müssen. Die Prüfungen müssen grundsätzlich von „sachverständigen Personen“ durchgeführt werden, wobei man innerhalb dieser Personengruppe u. a. zwischen von der obersten Bauaufsicht anerkannten Personen und Sachkundigen, die keiner Anerkennung bedürfen, unterscheidet.

Als erst- und wiederkehrend prüfpflichtige Brandschutzanlagen durch „sachverständige Personen, ausgenommen Sachkundige“, gelten selbsttätige Feuerlöschanlagen mit einer wiederkehrenden Prüffrist von einem Jahr und elektrische Starkstromanlagen in bestimmten Gebäuden oder Räumen sowie Sicherheitsstromversorgungen mit einer wiederkehrenden Prüffrist von drei Jahren.

Lediglich durch Sachkundige erst- und wiederkehrend prüfpflichtig sind in Rheinland-Pfalz u. a. Brandmelde- und Alarmanlagen, Rauchabzugseinrichtungen und nicht selbsttätige Feuerlöschanlagen mit einer wiederkehrenden Prüffrist von drei Jahren.

Man kann hier bereits eine größere Diskrepanz zu den Regelungen der MPrüfVO feststellen, die einzig Sachverständigenprüfungen vorsieht und die die Prüffrist der wiederkehrenden Prüfungen durchgängig auf drei Jahre festlegt.

Weniger gravierend ist die Diskrepanz bei den prüfpflichtigen Gebäuden. Als prüfpflichtige Gebäude gelten in Rheinland-Pfalz Versammlungsstätten unter bestimmten Randbedingungen, Verkaufsstätten, bestimmte Ausstellungsstätten für Messen und ähnliche Veranstaltungen, Mittel- und Großgaragen, bestimmte Gaststätten, Hochhäuser, Krankenhäuser, Schulen, bestimmte Einrichtungen besonderer Wohnformen und sonstige bauliche Anlagen besonderer Art oder Nutzung gemäß § 50 (2) LBauO.

Nordrhein-Westfalen

Schaut man nach Nordrhein-Westfalen, wo erst kürzlich eine Neufassung der relevanten Verordnungen erlassen wurde, findet man ein ganz anderes Bild.

In Nordrhein-Westfalen regelt aktuell die „Verordnung über die Prüfung technischer Anlagen und die wiederkehrenden Prüfungen von Sonderbauten (Prüfverordnung - PrüfVO NRW)“ welche Gebäude, welche Brandschutzanlagen von wem wann geprüft werden müssen. Die Prüfungen müssen von „Prüfsachverständigen“ durchgeführt werden, die einer bauaufsichtlichen Anerkennung bedürfen.

Alle Brandschutzanlagen sind somit erst- und wiederkehrend prüfpflichtig durch Prüfsachverständige, im Einzelnen sind dies ortsfeste, selbsttätige Feuerlöschanlagen, Druckbelüftungsanlagen zur Rauchfreihaltung von Rettungs-

wegen, maschinelle Rauchabzugsanlagen, Sicherheitsbeleuchtungs- und Sicherheitsstromversorgungsanlagen, Brandmelde- und Alarmierungsanlagen, bestimmte elektrische Anlagen mit einer wiederkehrenden Prüffrist von drei Jahren und natürliche Rauchabzugsanlagen und ortsfeste, nicht-selbsttätige Feuerlöschanlagen mit einer wiederkehrenden Prüffrist von sechs Jahren.

Auch in Nordrhein-Westfalen scheint man nicht überzeugt zu sein vom Inhalt der MPrüfVO, die insbesondere bei wiederkehrenden Prüffristen keine Unterscheidung vornimmt.

In Nordrhein-Westfalen gelten als prüfpflichtige Gebäude im Wesentlichen Verkaufsstätten, Versammlungsstätten, Krankenhäuser, Beherbergungsstätten, Hochhäuser, Mittel- und Großgaragen, bestimmte Einrichtungen mit Räumen für Pflege- und Betreuungsleistungen, allgemeinbildende und berufsbildende Schulen, bestimmte Hallenbauten für gewerbliche oder industrielle Betriebe, bestimmte Messebauten und Abfertigungsgebäude von Flughäfen und Bahnhöfen und sonstige bauliche Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung, soweit die Prüfung durch die zuständige Bauaufsichtsbehörde vorgeschrieben wird.

Bei den prüfpflichtigen Gebäuden in Nordrhein-Westfalen ist erkennbar, dass wesentliche, wichtige Sonderbauten ergänzt wurden, insbesondere sind hier die Hallenbauten für gewerbliche oder industrielle Betriebe zu nennen, die bereits ab einer Geschossfläche von 2000 m² in NRW prüfpflichtig sind.

Interessant ist, dass Nordrhein-Westfalen die „Grundsätze für die Prüfung technischer Anlagen entsprechend der Prüfverordnung durch Prüfsachverständige“, annähernd wortgleich zum Muster der ARGEBAU, als Anhang zur Verordnung rechtlich verbindlich für alle in NRW tätigen Prüfsachverständigen macht.

Zieht man weitere Vergleiche zu anderen Bundesländern, treten z. T. noch größere Unterschiede zu Tage. Es bleibt offen, warum die Bundesländer hinsichtlich der Prüfung von Brandschutzanlagen so unterschiedlicher Ansicht sind.

Für bundesweit agierende Unternehmen ist es zunehmend ein Dorn im Auge, dass Immobilien unter Umständen in direkt aneinander grenzenden Bundesländern völlig verschieden gebaut und unterhalten werden müssen. Für ausländische Unternehmen, die in Deutschland agieren möchten, ist dies erst recht nicht verständlich.

UMGANG MIT ABWEICHUNGEN BEI SACHVERSTÄNDIGENPRÜFUNGEN

Die Erfahrungen zeigen, dass Brandschutzanlagen heutzutage oft schon aufgrund der architektonischen Anforderungen nicht immer den Planungs- und Einbauregelwerken entsprechen können. Dies bedeutet aber nicht, dass eine solche Anlage nicht das gewünschte bzw. geforderte Schutzziel erreicht.

Entscheidende Frage in diesem Zusammenhang ist, welche Abweichungen noch tolerierbar sind, ohne dass sie als Beanstandungen festgehalten werden, und ob die getroffenen Kompensationsmaßnahmen das Ziel erreichen. Hier muss der Sachverständige für den anlagentechnischen Brandschutz aufgrund seiner Erfahrungen z. B. durch Brandversuche oder sonstige vorliegende Nachweise beurteilen können, inwiefern eine Maßnahme geeignet ist. Bei der Beurteilung dieser Maßnahmen ist der Sachverständige frei und bekommt auch durch die Prüfverordnungen der Bundesländer bzw. die Prüfgrundsätze keine Grenzen gesetzt, inwiefern er bestimmte Abweichungen akzeptieren darf oder nicht.

Mit der Prüfung muss der Sachverständige entsprechend den Prüfgrundsätzen lediglich angeben, ob das Brandschutzkonzept eingehalten wurde.

Nicht unproblematisch ist auch der in den Prüfgrundlagen gewählte Begriff „in Anlehnung an“. Hiermit wird zum Ausdruck gebracht, dass die Installation der Brandschutzanlage nicht in Übereinstimmung mit den Prüfgrundlagen vorgenommen,

„Die Wasserlöschanlage wurde in Anlehnung an das Regelwerk VdS 2109 `Planung und Einbau von Sprühwasserlöschanlagen´ installiert und überprüft“. Die Begriffsdefinition „in Anlehnung“ ist sicherlich sehr dehnbar. In welchen Teilen entspricht die Anlage dem Regelwerk (in diesem Fall VdS 2109), in welchen Teilen hingegen nicht? Diese Frage stellt sich auch für andere Brandschutzanlagen, sofern diese die Anforderungen an ein Regelwerk nicht erfüllen.

Es liegt jedoch die Vermutung nahe, dass nicht in jedem der oben beschriebenen Fälle die Wirksamkeit und Betriebssicherheit der Brandschutzanlage im Sinne der baurechtlichen Schutzzielvorgaben ohne entsprechende Brandversuche bescheinigt werden kann. In diesen Fällen bleibt die Frage offen, ob die Zielvorgaben des Brandschutzkonzeptes wirklich eingehalten werden können.

REGELMÄSSIGE KONTROLLEN DURCH DEN BETREIBER UND WARTUNGEN

Die stetige Überwachung von anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen trägt wesentlich zur Wirksamkeit und Betriebssicherheit dieser Anlagen bei. Baurechtlich vorzunehmen ist sie gemäß § 3, Absatz 1 und 2 der Musterbauordnung (MBO) vom Eigentümer bzw. Betreiber, wo es heißt:

„(1) Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

(2) Bauprodukte und Bauarten dürfen nur verwendet werden, wenn bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer die

Anforderungen dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes erfüllen und gebrauchstauglich sind.“

Diese Formulierung findet man annähernd gleich in allen Landesbauordnungen. Sie verpflichtet Eigentümer und Betreiber u. a. zur Instandhaltung baulicher Anlagen, einschließlich der laut Genehmigung geforderten Brandschutzanlagen. Bauprodukte bzw. Bauarten sind gem. der technischen Regeln, ihrer Verwendbarkeitsnachweise und/oder nach den Herstellerangaben regelmäßig zu überprüfen und ebenfalls instand zu halten.

Hier ist insbesondere die fachliche Qualifikation der Akteure entscheidend für die Qualität der Instandhaltung und der regelmäßigen Überprüfungen. Die Erfahrung bei wiederkehrenden Sachverständigenprüfungen zeigt, dass es daran aus den unterschiedlichsten Gründen oft mangelt.

Bei der Anwendung einiger technischer Regelwerke spielen bereits dort implementierte Qualitätssicherungsmaßnahmen für den Betrieb von Brandschutzanlagen eine wesentliche Rolle zur Sicherstellung des dort hinterlegten Schutzniveaus. Wird beispielsweise eine Sprinkleranlage nach den Planungs- und Einbaurichtlinien VdS CEA 4001 im Brandschutzkonzept verlangt bzw. ist dies Bestandteil des baurechtlichen Verfahrens, so gelten gleichzeitig auch die dort geforderten Qualitätssicherungsmaßnahmen für den Betrieb der Anlage. Andernfalls kann eine Sprinkleranlage nicht die gewünschte Wirksamkeit und Betriebssicherheit sicherstellen, die baurechtlich gefordert wird.

Als besonders wichtige Qualitätssicherungsmaßnahmen für den Betrieb von Sprinkleranlagen gelten hier die regelmäßigen Überprüfungen und Probeläufe technischer Einrichtungen sowie Kontrollen zur Löschwasserbevorratung und die Überprüfung möglicher Alarmmeldungen der Löschanlage.

Dabei handelt es sich um Überprüfungen, die vom Betreiber selbst durch eine geschulte Fachkraft und durch qualifiziertes Fachpersonal (VdS-anerkannte Errichter) durchgeführt werden müssen. Die unterschiedlichen Kontroll- und Wartungsintervalle reichen von wöchentlichen über monatliche, halbjährliche, jährliche bis hin zu 15- und 25-jährigen Intervallen. Zusätzlich sind jährliche Sachverständigenprüfungen notwendig.

Werden diese Maßnahmen vom Betreiber nicht oder nur unzureichend durchgeführt bzw. nicht beauftragt, schlägt sich das spätestens im Ergebnis der wiederkehrenden baurechtlichen Sachverständigenprüfung nieder, soweit die Anlage prüfpflichtig ist. Dies kann z. B. soweit führen, dass nicht regelmäßig in Betrieb genommene Pumpenaggregate (Prüfung automatischer Pumpenstart) oder Klappen sich festsetzen und so im Falle eines Brandes kein Wasser am Sprinkler zur Verfügung steht. Die baurechtliche Sachverständigenprüfung kann dann zu dem Ergebnis führen, dass die bauliche Anlage, in der sich die Löschanlage befindet, nicht weiterbetrieben werden kann, bis der Mangel beseitigt ist.

Viele Mängel, die die Wirksamkeit einer Sprinkleranlage beeinträchtigen können, sind bereits frühzeitig erkennbar. Schon die regelmäßig notwendige Sichtprüfung des Rohrnetzes, der Sprinkler, Düsen und Rohraufhängungen oder die Überprüfung der zulässigen Lagerhöhen, Mindestabstände zwischen Sprinklersprühteller und Lagergut können frühzeitig Mängel am System aufdecken.

Aktuelle Entwicklungen zeigen, dass gerade im Bereich der qualifizierten Wartung und Instandsetzung zunehmend gespart wird. Viele Betriebe beauftragen entweder überhaupt niemanden mehr oder lediglich fachfremde Personen, die notwendigen Kontrollen durchzuführen. Sachverständigenprüfungen sind immer öfter eine „One man show“, d. h. eine Begleitung von Betreiberseite bei der Prüfung ist oftmals nicht mehr gegeben.

AUSWIRKUNGEN AUF DEN GESAMTEN BRANDSCHUTZ

Die aktuelle Situation zeigt, dass Brandschutzanlagen, soweit sie denn baurechtlich relevant und damit sachverständigenprüfpflichtig sind, neben dem baulichen Brandschutz die wesentliche Säule des Gesamtbrandschutzkonzeptes bilden.

Baurechtliche Sachverständigenprüfungen für Brandschutzanlagen sind somit unverzichtbar. Nur durch sie kann letztendlich das baurechtlich angestrebte Schutzniveau in Gebäuden, in denen Brandschutzanlagen notwendig sind, aufrecht erhalten werden.

Dabei ist der Umgang mit Abweichungen, welche nicht als Beanstandung aufgeführt werden, von enormer Bedeutung. Die Auswirkungen der Abweichungen können im Schadenfall gravierend sein. Die Kommunikation mit dem Konzeptersteller ist in vielen Fällen notwendig, da hier eine Betrachtung aller Brandschutzmaßnahmen vorgenommen wird.

Die aufgezeigten negativen Entwicklungen bei der durch den Betreiber oder durch Fachfirmen durchzuführenden Instandhaltung, können teilweise durch Sachverständigenprüfungen aufgefangen werden. Solange ein solches Gebäude nicht vor dem Besuch eines Sachverständigen von einem Feuer betroffen ist, scheint für einen Betreiber die Welt in Ordnung zu sein. Tritt jedoch ein Schadenfall ein, möglicherweise mit Personenschäden, müssen Betreiber mit unbequemen Konsequenzen rechnen.

Die Konsequenz daraus ist, dass Sachverständigenprüfungen immer umfangreicher und aufwändiger werden. Sachverständige nehmen zunehmend hoheitliche Aufgaben der Bauaufsicht wahr. Dem gegenüber stehen die sehr bescheidenen Honorarvorstellungen der MPPVO (Muster-Verordnung über die Prüfingenieure und Prüfsachverständigen nach § 85 Abs. 2 MBO) bzw. die Honorarvorgaben darauf basierender Landesvorschriften, die in keiner Weise mit der Realität zu vereinen sind. Hier sind dringend neue Lösungen und Wege zu finden.

Es bleibt weiterhin zu überlegen, ob die seit dem Jahre 1998 in der Muster-Prüfverordnung empfohlene wiederkehrende Prüffrist für Brandschutzanlagen von drei Jahren unter Berücksichtigung der aufgezeigten Entwicklung zukünftig noch als ausreichend erachtet werden kann. Sollten die Instandhaltungsmaßnahmen weiter zurückgefahren werden, ist sicher mit einem Anstieg von Schadenereignissen zu rechnen, die auch Personenschäden beinhalten werden.

Besonders zu bedenken ist vor diesem Hintergrund, ob die teilweise noch in einigen Bundesländern bestehenden Sachkundigenprüfungen, aber auch die über die drei Jahre hinaus gehenden Prüffristen, z. B. sechs Jahre in NRW für bestimmte Anlagen, überhaupt vertretbar sind. Sachkundig kann sich annähernd jeder bezeichnen, darüber hinaus existiert bei Sachkundigenprüfungen in der Regel kein Kontrollsystem bezüglich der Mängelbeseitigung und der grundsätzlichen Einhaltung der Prüffristen seitens der Betreiber. Verlängerte Prüffristen führen zudem zu einer Vergrößerung der Risiken, soweit ein Betreiber nicht für den Brandschutz sensibilisiert ist.

Dr.-Ing. Gary Blume	Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig g.blume@ibmb.tu-bs.de
Dipl.-Ing. Dieter Brein	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Forschungsstelle für Brandschutz-technik Hertzstraße 16 76187 Karlsruhe Dieter.Brein@kit.edu
Dr.-Ing. Michael Dehne	Dehne, Kruse Brandschutzingenieure GmbH & Co. KG Gustav-Schwannecke-Straße 13 38518 Gifhorn dehne@kd-brandschutz-de
Dipl.-Ing. Karsten Foth	hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH Rotherstraße 19 10245 Berlin k.foth@hhpberlin.de
Dr.-Ing. Eckart Hagen	Ingenieure für Brandschutz Keekener Straße 98 a 47533 Kleve office@brandschutz-hagen.de
Dr. Helmut Haselmair	Hilti AG Abt. Bauchemie Feldkircher Straße 100 9494 Schaan Fürstentum Liechtenstein hasehel@hilti.com
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser	Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) Technische Universität Braunschweig Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig d.hosser@ibmb.tu-bs.de

Dr.-Ing. Marita Kersken	Kersken + Kirchner GmbH Beratende Ingenieure VBI Pernerkreppe 11 81925 München office@kk-fire.com
Dipl.-Ing. Udo Kirchner	Sachverständigenbüro Halfkann + Kirchner Richard-Lucas-Straße 4 41812 Erkelenz kirchner@hk-brandschutz.de
Dipl.-Ing. Bernd Konrath	I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH Institut an der Fachhochschule Aachen Welkenrather Straße 120 52074 Aachen Konrath@ifi-aachen.de
Dipl.-Ing. Dirk Kruse	Dehne, Kruse Brandschutzingenieure GmbH & Co. KG Gustav-Schwannecke-Straße 13 38518 Gifhorn kruse@kd-brandschutz.de
Dipl.-Ing. Manfred Lippe	ML Sachverständigen Gesellschaft mbH Emil-Feinendegen-Straße 43 47809 Krefeld Informationen@MLPartner.de
Dipl.-Ing. Wilfried Mertens, M.SC	I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH Institut an der Fachhochschule Aachen Welkenrather Straße 120 52074 Aachen wilfried.mertens@ifi-aachen.de
Dipl-Ing. Thorsten Mittmann	Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig t.mittmann@mpa.tu-bs.de

Dipl.-Ing. Harald Niemöller	hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH Niederlassung München Rosental 5 80331 München h.niemoeller@hhpberlin.de
Oberregierungsrätin Dr.-Ing. Annette Rohling	Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig a.rohling@ibmb.tu-bs.de
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann	Leibniz Universität Hannover Institut für Stahlbau Appelstraße 9a 30167 Hannover schaumann@stahl.uni-hannover.de
o. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Ulrich Schneider	Zentrum für Baustoffforschung, Werkstofftechnik und Brandschutz Technische Universität Wien Karlsplatz 13/E206/1 1040 Wien (Österreich) ulrich.schneider@tuwien.ac.at
Dr.-Ing. Volker Schneider	i.S.T. Integrierte Sicherheits-Technik GmbH Feuerbachstraße 19 60325 Frankfurt v.schneider@ist-net.de
Dipl.-Ing. Thomas Sommer	DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Normenausschuss Bauwesen (NABau) Burggrafenstraße 6 10787 Berlin thomas.sommer@din.de
Dr.-Ing. Jens Upmeyer	Ingenieure für Brandschutz Keekener Straße 98a 47533 Kleve office@brandschutz-hagen.de

Dipl.-Ing. Klaus-Dieter Wathling

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
VI E2 – Oberste Bauaufsicht
Württembergische Straße 6
10702 Berlin
Klaus-Dieter.Wathling@SenStadt.Berlin.de

Regierungsdirektor a. D.
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Wesche

Dönhoffstraße 88
51373 Leverkusen
j.wesche@gmx.de

Dipl.-Ing. Jörg Wilms-Vahrenhorst

VdS Schadenverhütung GmbH
Amsterdamer Straße 174
50735 Köln
jwilms@vds.de

ANHANG 1

Anschriften der Referenten und Sitzungsleiter

INSTITUT FÜR BAUSTOFFE, MASSIVBAU UND BRANDSCHUTZ (iBMB)

TU Braunschweig

Das Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (IBMB) der Technischen Universität Braunschweig gehört zum Fachbereich für Bauingenieurwesen. Es ist ein Gemeinschaftsinstitut von vier Fachgebieten:

Baustoffe und Stahlbetonbau	Prof. Dr.-Ing. H. Budelmann	(Tel. -5405)
Massivbau	Prof. Dr.-Ing. M. Empelmann	(Tel. -5413)
Brandschutz und Grundlagen des Massivbaus	Prof. Dr.-Ing. D. Hosser	(Tel. -5441)
Organische Werkstoffe und Holzwerkstoffe	Prof. Dr.-Ing. B. Kasal	(Tel. 22077-0)
Geschäftsführender Leiter:	Prof. Dr.-Ing. D. Hosser	(Tel. -5441).

Aufbau und Gliederung des iBMB entsprechen der Vielfalt der Arbeitsgebiete, in denen Bauingenieure, Chemiker, Physiker, Metallkundler, Mineralogen, Maschinenbauer, Informatiker und Elektrotechniker tätig sind. Die Themen der Lehre und Forschung umfassen zum einen das traditionelle Gebiet der grundlegenden Untersuchungen des Festigkeits-, Verformungs- und Dauerverhaltens von Baustoffen und Bauteilen des konstruktiven Ingenieurbaus, speziell des Massivbaus.

Ziel der Forschung ist es, aus theoretischen oder experimentellen Untersuchungen gesicherte Erkenntnisse für die Anwendung in der Praxis zu finden. Zum anderen haben sich in den vergangenen Jahren aus neuen Fragestellungen der Praxis vielfältige Forschungsarbeiten entwickelt. Zu nennen sind hier u. a. die Entwicklung und Anwendung von Polymerwerkstoffen und Faserverbundwerkstoffen im Bauwesen, Fragen zu Konstruktionen und Stoffen der Umwelttechnik sowie Aufgaben im Zusammenhang mit der Bauwerkserhaltung, Denkmalpflege, Dauerhaftigkeit, Instandhaltung und Instandsetzung sowie der Zuverlässigkeit und Sicherheit von Tragwerken.

Typisch für die Brandschutzforschung an der TU Braunschweig sind theoretische und experimentelle Untersuchungen zum Brandverhalten von Baustoffen, Bauteilen und Tragwerken, zur Entstehung und Ausbreitung von Bränden sowie zur risikogerechten Planung von Gebäuden. Auf diesen Grundlagen werden Ingenieurmethoden des Brandschutzes kontinuierlich weiterentwickelt und in Form von Leitfäden oder über die Normung der Praxis zugänglich gemacht.

Die enge Verknüpfung von Forschung und Materialprüfung und die zeitnahe Übertragung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Prüferfahrungen in die studentische Ausbildung sind kennzeichnend für die Arbeitsweise des iBMB.

Beethovenstraße 52
D-38106 Braunschweig
Tel. 05 31/391-5400
Fax 05 31/391-5900

Nebenstelle:

Hopfengarten 20
D-38106 Braunschweig
Tel. 05 31/22077-0
Fax 05 31/22077 44

MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN BRAUNSCHWEIG (MPA)

Die Materialprüfanstalt für das Bauwesen Braunschweig (MPA) ist seit dem Jahre 1963 beim IBMB angesiedelt. Sie umfasst zurzeit fünf Abteilungen:

Brandschutz	Frau Dr.-Ing. Rohling	(Tel. -5407)
Mechanische Technologie	Dr.-Ing. Gutsch	(Tel. -5446)
Bauwerkserhaltung und Bauwerksabdichtung	Dr. Herrmann	(Tel. -8251)
Chemie, Physik und Umwelt	Dr. Unterderweide	(Tel. -5419)
Zentrale Dienste	Dipl.-Ing. Rusack	(Tel. -5593)
Geschäftsleitung:	Prof. Dr.-Ing. Budelmann	(Tel. -5405)
	Prof. Dr.-Ing. Empelmann	(Tel. -5413)
	Dr.-Ing. Hinrichs	(Tel. -5902)

Die MPA Braunschweig erfüllt im Geschäftsbereich des Niedersächsischen Ministers für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr als fachlich unabhängige Landeseinrichtung vor allem folgende Aufgaben:

- Prüfung von Bauprodukten und Bauarten in den Schwerpunktbereichen
  - Brandschutz
  - Mechanische Eigenschaften von Bauprodukten und Bauarten
  - Schutz und Ertüchtigung von Bauwerken
  - Stoffliche Charakterisierung von Baumaterialien
- Zustandsuntersuchungen, Schadensanalysen und Messungen an Bauwerken
- Überwachung der Bauausführung
- Brandschutztechnische Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten
- Zulassungsprüfungen an neuen Baustoffen und Bauarten
- Ausstellung von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen für Bauprodukte und Bauarten
- Fremdüberwachung der werkseigenen Produktionskontrolle bei der Herstellung von Bauprodukten
- Zertifizierung von Bauprodukten

Seit Jahrzehnten ist die MPA Braunschweig im bauaufsichtlichen Bereich als Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle anerkannt. Sie verfügt zusätzlich über zahlreiche Akkreditierungen und engagiert sich bei der Erstellung von Normen und Richtlinien im nationalen und internationalen Bereich sowie im Erfahrungsaustausch der bauaufsichtlich anerkannten Stellen.

Beethovenstraße 52
D-38106 Braunschweig
Tel. 05 31/391-5400
Fax 05 31/391-5900

ANHANG 2

Kurzvorstellung des Veranstalters (iBMB / MPA)

ANHANG 3

VERZEICHNIS DER SCHRIFTEN AUS DEM iBMB

In der Schriftenreihe des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig sind bisher die im folgenden aufgeführten Hefte erschienen.
Vergriffene Titel können gegen Erstattung der Kopierkosten noch geliefert werden.
Lieferbare Schriften können über jede Buchhandlung bezogen werden oder direkt bei:

Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Bibliothek
Beethovenstr. 52, D-38106 Braunschweig
(Tel.: 0531/391-5454, Fax : 0531/391-5900)
Die Preisangaben verstehen sich zuzüglich Versandspesen.

Heft 1
Deters, R.
Über das Verdunstungsverhalten und den Nachweis öliger Holzschutzmittel. Braunschweig, 1962. 20 S. Zugl.: Braunschweig, Tech. Hochsch., Diss., 1962.
Vergriffen.

Heft 2
Kordina, K.
Das Verhalten von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen unter Feuerangriff. Braunschweig, 1963. 19 S. Sonderdruck aus:
Beton 13(1962), S.11-18, 81-84.
Vergriffen.

Heft 3
Eibl, J.
Zur Stabilitätsfrage des Zweigelenkbogens mit biegeweichem Zugband und schlaffen Hängestangen. Braunschweig, 1963. 92
S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1963.
Vergriffen.

Heft 4
Kordina, K.; Eibl, J.
Ein Verfahren zur Bestimmung des Vorspannverlustes infolge Schlupf in der Verankerung. Zur Frage der Temperaturbeanspru-chung von kreiszylindrischen Stahlbetonsilos. Braunschweig, 1964. 16 S. Sonderdruck aus: Beton- und Stahlbetonbau 58 (1963), S.265-268 ; 59(1964) S.1-11.
Vergriffen.

Heft 5
Ertingshausen, H.
Über den Schalungsdruck von Frischbeton. Braunschweig, 1965. 98 S. Zugl.: Hannover, Techn. Hochsch. , Diss., 1965.
ISBN 3-89288-060-3.
ISBN-13: 978-3-89288-060-8
7,67 €

Heft 6
Waubke, N.V.
Transportphänomene in Betonporen. Braunschweig, 1966. 76 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1968.
ISBN 3-89288-061-1.
ISBN-13: 978-3-89288-061-5
7,67 €

Heft 7
Ehm, H.
Ein Beitrag zur rechnerischen Bemessung von brandbeanspruchten balkenartigen Stahlbetonbauteilen.
Braunschweig, 1967.X, 148, 32 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1967.
Vergriffen.

Heft 8
Steinert, J.
Möglichkeiten der Bestimmung der kritischen Last von Stab- und Flächentragwerken mit Hilfe ihrer Eigenfrequenz. Braunschweig, 1967.93, 27 S. Zugl.: Braunschweig, Techn.
Hochsch., Diss., 1967.
Vergriffen.

Heft 9
Lämmke, A.
Untersuchungen an dämmschichtbildenden Feuerschutzmitteln. Braunschweig, 1967. 151 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1967.
Vergriffen.

Heft 10
Rafla, K.
Beitrag zur Frage der Kippstabilität aufgehängter Träger. Braunschweig, 1968. V, 177 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1968.
Vergriffen.

Heft 11
Ivanyi, G.
Die Traglast von offenen, kreisförmigen Stahlbetonquerschnitten: Brazier-Effekt. Braunschweig, 1968. 89 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1968.
Vergriffen.

Heft 12
Meyer-Ottens, C.
Brandverhalten verschiedener Bauplatten aus Baustoffen der Klassen A und B. Braunschweig, 1969. 20 S.
Vergriffen.

Heft 13
Fuchs, G.
Zum Tragverhalten von kreisförmigen Doppelsilos unter Berücksichtigung der Eigensteifigkeit des Füllgutes. Braunschweig, 1968. 82 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1968.
Vergriffen.

Heft 14
Meyer-Ottens, C.
Wände aus Holz und Holzwerkstoffen unter Feuerangriff. Braunschweig., 1970. 18 S. Sonderdruck aus: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, H.56(1969).
Vergriffen.

Heft 15
Lewandowski, R.
Beurteilung von Bauwerksfestigkeiten anhand von Betongütewürfeln und Bohrproben. Braunschweig, 1970. IX, 165 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1970.
Vergriffen.

Heft 16
Neubauer, F.-J.
Untersuchungen zur Frage der Rissesicherung von leichten Trennwänden aus Gips-Wandbauplatten. Braunschweig, 1970. 123 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Hochsch., Diss., 1969.
Vergriffen.

Heft 17
Meyer-Ottens, C.; Kordina, K.
Gutachten über das Brandverhalten von Bauteilen aus dampfgehärtetem Gasbeton; aufgestellt für den Fachverband Gasbetonindustrie. Braunschweig, 1970. 28 S.
Vergriffen.

Heft 18
Bödeker, W.
Die Stahlblech-Holz-Nagelverbindung und ihre Anwendung : Grundlagen und Bemessungsvorschläge. Braunschweig, 1971. 124 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1971.
ISBN 3-89288-057-3.
ISBN-13: 978-3-89288-057-8
7,67 €

Heft 19
Meyer-Ottens, C.
Bauaufsichtliche Brandschutzvorschriften: Beispiele für ihre Erfüllung bei Wänden, Brandwänden und Decken. Braunschweig, 1971.
Vergriffen.

Heft 20
Liermann, K.
Das Trag- und Verformungsverhalten von Stahlbetonbrückenpfeilern mit Rollenlagern. Braunschweig, 1972. 138 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1972.
ISBN 3-89288-056-5.
ISBN-13: 978-3-89288-056-1
7,67 €

Heft 21
Janko, B.
Zum Trag- und Verformungsverhalten ebener Stockwerkrahmen aus Stahlbeton. Braunschweig., 1972.XI, 155 S. Zugl.: Braunschweig, Tech. Univ., Diss., 1972.
ISBN 3-89288-055-7.
ISBN-13: 978-3-89288-055-4
10,23 €

Heft 22
Nürnberger, U.
Zur Frage des Spannungsrißkorrosionsverhaltens kohlenstoffarmer Betonstähle in Nitratlösungen unter Berücksichtigung praxisnaher Verhältnisse. Braunschweig, 1972. 153 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1972.
ISBN 3-89288-054-9.
ISBN-13: 978-3-89288-054-7
10,23 €

Heft 23
Meyer-Ottens, C.
Zur Frage der Abplatzungen an Betonbauteilen aus Normalbeton bei Brandbeanspruchung. Braunschweig, 1972. 90 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1972.
Vergriffen.

Heft 24
El-Arousy, T.H.
Über die Steinkohlenflugasche und ihre Wirkung auf die Eigenschaften von Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge im frischen und festen Zustand. Braunschweig, 1973. 165 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1973.
ISBN 3-89288-053-0.
ISBN-13: 978-3-89288-053-0
Vergriffen.

Heft 25
Rieche, G.
Mechanismen der Spannungskorrosion von Spannstählen im Hinblick auf ihr Verhalten in Spannbetonkonstruktionen. Braunschweig, 1973. 126 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1973.
ISBN 3-89288-052-2.
ISBN-13: 978-3-89288-052-3
7,67 €

Heft 26
Tennstedt, E.
Beitrag zur rechnerischen Ermittlung von Zwangschnittgrößen unter Berücksichtigung des wirklichen Verformungsverhaltens des Stahlbetons. Braunschweig., 1974. 141 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1974.
ISBN 3-89288-051-4.
ISBN-13: 978-3-89288-051-6
7,67 €

Heft 27
Schneider, U.
Zur Kinetik festigkeitsmindernder Reaktionen in Normalbetonen bei hohen Temperaturen. Braunschweig, 1973.IVX, 100 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1973.
Vergriffen.

Heft 28
Neisecke, J.
Ein dreiparametriges, komplexes Ultraschall-Prüfverfahren für die zerstörungsfreie Materialprüfung im Bauwesen. Braunschweig, 1974. 108 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1974.
ISBN 3-89288-050-6.
ISBN-13: 978-3-89288-050-9
7,67 €

Heft 29
Kordina, K.; Maack, P.; Hjorth, O.
Traglastermittlung an Stahlbeton-Druckgliedern: Schlussbericht zum Forschungsvorhaben "Traglastermittlung von Stahlbeton-Druckgliedern" (AIF-Nr. 956). Braunschweig, 1974.IV, 95, 18, 18, 52, 87 S.
ISBN 3-89288-048-4.
ISBN-13: 978-3-89288-048-6
10,23 €

Heft 30
Eibl, J.; Ivanyi, G.
Berücksichtigung der Torsionssteifigkeit von Randbalken bei Stahlbetondecken: Schlussbericht. Braunschweig, 1974. 168 S.
Vergriffen.

Heft 31
Kordina, K.; Janko, B.
Stabilitätsnachweise von Rahmensystemen im Stahlbetonbau: Schlussbericht zum Forschungsvorhaben "Stabilitätsnachweise von Rahmensystemen im Stahlbetonbau (AIF-Nr. 1388). Braunschweig, 1974. 48, 56, 155 S.
ISBN 3-89288-049-2.
ISBN-13: 978-3-89288-049-3
Vergriffen.

Heft 32
Hjorth, O.
Ein Beitrag zur Frage der Festigkeiten und des Verbundverhaltens von Stahl und Beton bei hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten Braunschweig, 1976. 188 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1975.
Vergriffen.

Heft 33
Klingsch, W.
Traglastberechnung instationär thermisch belasteter schlanker Stahlbetondruckglieder mittels zwei- und dreidimensionaler Diskretisierung. Braunschweig, 1976. 192 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1976.
Vergriffen.

Heft 34
Djamous, F.
Thermische Zerstörung natürlicher Zuschlagstoffe im Beton. Braunschweig., 1977.127 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1977.
Vergriffen.

Heft 35
Haksever, A.
Zur Frage des Trag- und Verformungsverhaltens ebener Stahlbetonrahmen im Brandfall. Braunschweig, 1977.XIV, 133, 12 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1977.
Vergriffen.

Heft 36
Storkebaum, K.-H.
Ein Beitrag zur Traglastermittlung von vierseitig gelagerten Stahlbetonwänden. Braunschweig, 1977. 88 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1977.
ISBN 3-89288-045-X.
ISBN-13: 978-3-89288-045-5
7,67 €

Heft 37
Bechtold, R.
Zur thermischen Beanspruchung von Außenstützen im Brandfall. Braunschweig, 1977. V, 140, 12 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1977.
ISBN 3-89288-046-8.
ISBN-13: 978-3-89288-046-2
Vergriffen.

Heft 38
Steinert, J.
Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesbeton aus dem Wassereindringverhalten. Braunschweig, 1977. 57 S. Unveränd. Nachdr. d. Erstveröffentlichung Bad Honnef: Osang, 1977 (Zivilschutzforschung ; Bd. 7).
Vergriffen.

Heft 39
Weiß, R.
Ein haufwerkstheoretisches Modell der Restfestigkeit geschädigter Betone. Braunschweig, 1978. 112 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1978.
ISBN 3-89288-047-6.
ISBN-13: 978-3-89288-047-9
7,67 €

Heft 40
Alda, W.
Zum Schwingkriechen von Beton. Braunschweig., 1978. 209 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1978.
ISBN 3-89288-035-2.
ISBN-13: 978-3-89288-035-6
12,78 €

Heft 41.
Teutsch, M.
Trag- und Verformungsverhalten von Stahlbeton- und Spannbetonbalken mit rechteckigem Querschnitt unter kombinierter Beanspruchung aus Biegung, Querkraft und Torsion. Braunschweig., 1979. 181, 220 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1979.
ISBN 3-89288-036-0.
ISBN-13: 978-3-89288-036-3
12,78 €

Heft 42
Schneider, U.
Ein Beitrag zur Frage des Kriechens und der Relaxation von Beton unter hohen Temperaturen. Braunschweig., 1979.128, 47 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1979.
Vergriffen.

Heft 43
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz - Veröffentlichungen 1967 bis 1979. Braunschweig, 1979. 54 S.
ISBN 3-89288-037-9.
ISBN-13: 978-3-89288-037-0
5,11 €

Heft 44
Kordina, K.; Fröning, H.
Druckmessungen in Silozellen mit einer neu entwickelten Sonde: Abschlussbericht eines von der DFG gef. Forschungsvorhabens mit dem Titel "Druckmessungen im Inneren von mittleren bis großen Silozellen". Braunschweig., 1979.21, 60 S.
ISBN 3-89288-038-7.
ISBN-13: 978-3-89288-038-7
7,67 €

Heft 45
Henke, V.
Ein Beitrag zur Zuverlässigkeit frei gelagerter Stahlbetonstützen unter genormter Brandeinwirkung. Braunschweig, 1980. 150 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1980.
Vergriffen.

Heft 46
Schneider, U.; Haksever, A.
Wärmebilanzrechnungen für Brandräume mit unterschiedlichen Randbedingungen (Teil 1). Braunschweig, 1980. 79 S.
Vergriffen.

Heft 47
Walter, R.
Partiell brandbeanspruchte Stahlbetondecken: Berechnung des inneren Zwanges mit einem Scheibenmodell. Braunschweig, 1981. 149 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1981.
ISBN 3-89288-039-5.
ISBN-13: 978-3-89288-039-4
7,67 €

Heft 48
Svensvik, B.
Zum Verformungsverhalten gerissener Stahlbetonbalken unter Einschluss der Mitwirkung des Betons auf Zug in Abhängigkeit von Last und Zeit. Braunschweig, 1981. 201 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1981.
ISBN 3-89288-040-9.
ISBN-13: 978-3-89288-040-0
12,78 €

Heft 49
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz - Veröffentlichungen 1967 bis 1981. Braunschweig, 1981. 89 S.
ISBN 3-89288-041-7.
ISBN-13: 978-3-89288-041-7
5,11 €

Heft 50
Ojha, S.K.
Die Steifigkeit und das Verformungsverhalten von Stahlbeton- und Spannbetonbalken unter kombinierter Beanspruchung aus Torsion, Biegemoment, Querkraft und Axialkraft. Braunschweig., 1982.II, 103 S.
ISBN 3-89288-042-5.
ISBN-13: 978-3-89288-042-4
7,67 €

Heft 51
Henke, V.
Zusammenstellung und Anwendung Bayes'scher Verfahren bei der Stichprobenbeurteilung : (Projekt D1 des SFB 148). Braunschweig., 1982. 2, 49, 2, 12 S.
ISBN 3-89288-043-3.
ISBN-13: 978-3-89288-043-1
5,11 €

Heft 52
Haksever, A.
Stahlbetonstützen mit Rechteckquerschnitten bei natürlichen Bränden. Braunschweig, 1982. 143, 30 S. Zugl.: Istanbul, Techn. Univ., Habil.-Schr., 1982.
ISBN 3-89288-044-1.
ISBN-13: 978-3-89288-044-8
10,23 €

Heft 53
Weber, V.
Untersuchung des Riss- und Verformungsverhaltens segmentärer Spannbetonbauteile. Braunschweig., 1982.III, 191 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1982.
ISBN 3-89288-017-4.
ISBN-13: 978-3-89288-017-2
10,23 €

Heft 54.
Ranisch, E.-H.
Zur Tragfähigkeit von Verklebungen zwischen Baustahl und Beton: geklebte Bewehrung. Braunschweig., 1986 (Unveränd. Nachdruck). 173 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1982.
ISBN 3-89288-010-7.
ISBN-13: 978-3-89288-010-3
10,23 €

Heft 55
Wiedemann, G.
Zum Einfluss tiefer Temperaturen auf Festigkeit und Verformung von Beton. Braunschweig, 1982. 149 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss. 1982.
Vergriffen.

Heft 56
Timm, R.
Ein geometrisch und physikalisch nichtlineares Rechenmodell zur optimalen Biegebemessung ebener Stahlbetonrahmen. Braunschweig, 1982. 261 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1982.
ISBN 3-89288-018-2.
ISBN-13: 978-3-89288-018-9
12,78 €

Heft 57
Diederichs, U.
Untersuchungen über den Verbund zwischen Stahl und Beton bei hohen Temperaturen. Braunschweig, 1983. 183 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1983.
ISBN 3-89288-019-0.
ISBN-13: 978-3-89288-019-6
10,23 €

Heft 58
Schneider, U.
Wärmebilanzrechnungen in Verbindung mit Versuchen in Brandräumen (Teil 2). Braunschweig, 1983. 34 S.
ISBN 3-89288-020-4.
ISBN-13: 978-3-89288-020-2
5,11 €

Heft 59
Dobbernack, R.; Schneider, U.
Wärmebilanzrechnungen in Brandräumen unter Berücksichtigung der Mehrzonenmodellbildung (Teil 3). Braunschweig, 1983. 96 S.
ISBN 3-89288-021-2.
ISBN-13: 978-3-89288-021-9
7,67 €

Heft 60
Hillger, W.
Verbesserungen und Erweiterungen von Ultraschallprüfverfahren zur zerstörungsfreien Fehlstellen- und Qualitätskontrolle von Betonbauteilen. Braunschweig, 1983. 142 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1983.
ISBN 3-89288-014-X.
ISBN-13: 978-3-89288-014-1
7,67 €

Heft 61
Blume, F.
Zur Wirklichkeitsnähe der Lastannahmen in Silovorschriften für Zellen aus Stahlbeton und Spannbeton. Braunschweig, 1984. X, 215, 124 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1984.
ISBN 3-89288-013-1.
ISBN-13: 978-3-89288-013-4
12,78 €

Heft 62
Nölting, D.
Das Durchstanzen von Platten aus Stahlbeton: Tragverhalten, Berechnung, Bemessung. Braunschweig, 1984. 8, 174, 43 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1984.
ISBN 3-89288-012-3.
ISBN-13: 978-3-89288-012-7
12,78 €

Heft 63
Wesche, J.
Brandverhalten von Stahlbetonplatten im baupraktischen Einbauzustand. Braunschweig, 1985. 130, 17 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1985.
ISBN 3-89288-009-3.
ISBN-13: 978-3-89288-009-7
10,23 €

Heft 64
Droese, S.
Untersuchungen zur Technologie des Gleitschalungsbaus. Braunschweig., 1985. VIII, 213 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1985.
ISBN 3-89288-000-X.
ISBN-13: 978-3-89288-000-4
12,78 €

Heft 65
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz - Forschungsarbeiten 1978 - 1983. Braunschweig, 1984. 305 S.
ISBN 3-89288-001-8.
ISBN-13: 978-3-89288-001-1
12,78 €

Heft 66
Hegger, J.
Einfluss der Verbundart auf die Grenztragfähigkeit von Spannbetonbalken. Braunschweig, 1985. VI, 195 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1985.
ISBN 3-89288-002-6.
ISBN-13: 978-3-89288-002-8
12,78 €

Heft 67
Kepp, B.
Zum Tragverhalten von Verankerungen für hochfeste Stäbe aus Glasfaserverbundwerkstoff als Bewehrung im Spannbetonbau. Braunschweig, 1985.147 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1985.
ISBN 3-89288-003-4.
ISBN-13: 978-3-89288-003-5
7,67 €

Heft 68
Sager, H.
Zum Einfluss hoher Temperaturen auf das Verbundverhalten von einbetonierten Bewehrungsstäben. Braunschweig, 1985. VIII, 181 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1985.
ISBN 3-89288-004-2.
ISBN-13: 978-3-89288-022-6
10,23 €

Heft 69
Haß, R.
Zur praxisgerechten brandschutztechnischen Beurteilung von Stützen aus Stahl und Beton. Braunschweig, 1986. V, 113, 48 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1986.
ISBN 3-89288-005-0.
ISBN-13: 978-3-89288-005-9
Vergriffen (Kopie: 20,45 €).

Heft 70
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz - 17. Forschungskolloquium des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton: März 1986; Kurzfassungen der Beiträge. Braunschweig, 1986. 148 S.
ISBN 3-89288-006-9.
ISBN-13: 978-3-89288-006-6
10,23 €

Heft 71
Ehm, C.
Versuche zur Festigkeit und Verformung von Beton unter zweiaxialer Beanspruchung und hohen Temperaturen. Braunschweig, 1986. III, 120 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1986.
ISBN 3-89288-007-7.
ISBN-13: 978-3-89288-007-3
7,67 €

Heft 72
Hartwich, K.
Zum Riss- und Verformungsverhalten von stahlfaserverstärkten Stahlbetonstäben unter Längszug. Braunschweig., 1986. V, 202 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1986.
ISBN 3-89288-008-5.
ISBN-13: 978-3-89288-008-0
12,78 €

Heft 73
Scheuermann, J.
Zum Einfluss tiefer Temperaturen auf Verbund und Rissbildung von Stahlbetonbauteilen. Braunschweig, 1987.224 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1987.
ISBN 3-89288-011-5.
ISBN-13: 978-3-89288-011-0
12,78 €

Heft 74
Hinrichsmeyer, K.
Strukturorientierte Analyse und Modellbeschreibung der thermischen Schädigung von Beton. Braunschweig, 1987.II, 162 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1987.
ISBN 3-89288-015-8.
ISBN-13: 978-3-89288-015-8
10,23 €

Heft 75
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz - Fachseminar Neue Bemessungsregeln durch Änderung der Stahlbeton- und Spannbetonvorschriften DIN 1045, DIN 4227: Juni 1986; Kurzfassungen der Beiträge. Braunschweig, 1986. 100 S.
ISBN 3-89288-022-0.
ISBN-13: 978-3-89288-022-6
15,34 €

Heft 76
Budelmann, H.
Zum Einfluss erhöhter Temperaturen auf Festigkeit und Verformung von Beton mit unterschiedlichen Feuchtegehalten. Braunschweig., 1987.VI, 215 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1987.
ISBN 3-89288-016-6.
ISBN-13: 978-3-89288-016-5
12,78 €

Heft 77
Großmann, F.
Spannungen und bruchmechanische Vorgänge im Normelbeton unter Zugbeanspruchung. Braunschweig, 1987.VII, 174, 160 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1987.
ISBN 3-89288-023-9.
ISBN-13: 978-3-89288-023-3
12,78 €

Heft 78
Rohling, A.
Zum Einfluss des Verbundkriechens auf die Rissbreitenentwicklung sowie auf die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen. Braunschweig, 1987.VI, 230 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1987.
ISBN 3-89288-024-7.
ISBN-13: 978-3-89288-024-0
12,78 €

Heft 79
Henning, W.
Zwangrissbildung und Bewehrung von Stahlbetonwänden auf steifen Unterbauten. Braunschweig, 1987.IX, 226 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1987.
ISBN 3-89288-025-5.
ISBN-13: 978-3-89288-025-7
12,78 €

Heft 80
Richter, E.
Zur Berechnung der Biegetragfähigkeit brandbeanspruchter Spannbetonbauteile unter Berücksichtigung geeigneter Vereinfachungen für die Materialgesetze. Braunschweig, 1987.V, 137 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1987.
ISBN 3-89288-026-3.
ISBN-13: 978-3-89288-026-4
7,67 €

Heft 81
Kiel, M.
Nichtlineare Berechnung ebener Stahlbetonflächentragwerke unter Einschluss von Brandbeanspruchung. Braunschweig, 1987.VI, 155 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1987.
ISBN 3-89288-027-1.
ISBN-13: 978-3-89288-027-1
10,23 €

Heft 82
Konietzko, A.
Polymerspezifische Auswirkungen auf das Tragverhalten modifizierter zementgebundener Betone (PCC). Braunschweig, 1988. 143 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1988.
ISBN 3-89288-028-X.
ISBN-13: 978-3-89288-028-8
10,23 €

Heft 83
Grzeschkowitz, R.
Zum Trag- und Verformungsverhalten schlanker Stahlbetonstützen unter besonderer Berücksichtigung der schiefen Biegung. Braunschweig, 1988. VIII, 139 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1988.
ISBN 3-89288-030-1.
ISBN-13: 978-3-89288-030-1
10,23 €

Heft 84
Wiese, J.
Zum Trag- und Verformungsverhalten von Stahlbetonplatten unter partieller Brandbeanspruchung. Braunschweig, 1988. XI, 205 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1988.
ISBN 3-89288-031-X.
ISBN-13: 978-3-89288-031-8
12,78 €

Heft 85
Rudolph, K.
Traglastberechnung zweiachsig biegebeanspruchter Stahlbetonstützen unter Brandeinwirkung. Braunschweig, 1988. 119 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1988.
ISBN 3-89288-032-8.
ISBN-13: 978-3-89288-032-5
7,67 €

Heft 86
Kordina, K.; Meyer-Ottens, C.; Noack, I.
Einfluss der Eigenbrandlast auf das Brandverhalten von Bauteilen aus brennbaren Baustoffen. Braunschweig, 1989. 60 S.
ISBN 3-89288-058-1.
ISBN-13: 978-3-89288-058-5
Vergriffen (Kopie: 10,23 €).

Heft 87
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig - Forschungsarbeiten 1984 - 1989. Braunschweig, 1989. 299 S.
ISBN 3-89288-034-4.
ISBN-13: 978-3-89288-034-9
15,34 €

Heft 88
Grossert, E.
Untersuchungen zum Tragverhalten von Massivbrücken mit zweizelligem Kastenquerschnitt. Braunschweig, 1989.VII, 206, 29 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1989.
ISBN 3-89288-059-X.
ISBN-13: 978-3-89288-059-2
12,78 €

Heft 89
Weiterbildungsseminar Bauen in Europa : 15.-16. November 1990 in Braunschweig; Kurzreferate. Braunschweig, 1990.169 S.
ISBN 3-89288-063-8.
ISBN-13: 978-3-89288-063-9
12,78 €

Heft 90
Falkner, H.; Teutsch, M.; Claußen, T.; Voß, K.
Vorspannung im Hochbau. Überarb. Aufl. Feb. 1991.
ISBN 3-89288-064-6
ISBN-13: 978-3-89288-064-6
Vergriffen (Kopie: 10,23 €).

Heft 91
Fachtagung Spannbeton im Hoch- und Industriebau : Kurzreferate. 1991.
ISBN 3-89288-065-4
ISBN-13: 978-3-89288-065-3
10,23 €

Heft 92
Heins, T.
Simulationsmodell zur sicherheitstechnischen Beurteilung der Rauchausbreitung bei Bränden in ausgedehnten Räumen. 1991. VII, 142 S. Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1991.
ISBN 3-89288-066-2
ISBN-13: 978-3-89288-066-0
Vergriffen (Kopie: 10,23 €).

Heft 93
Hagen, E.
Zur Prognose des Gefährdungspotentials von Raumbränden. 1992. Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1991.
ISBN 3-89288-070-0.
ISBN-13: 978-3-89288-070-7
11,25 €

Heft 94
Fachseminar Instandsetzung und Ertüchtigung von Massivbauten : 14./15. November 1991 in Braunschweig; Kurzreferate. 1991.
ISBN 3-89288-068-9.
ISBN-13: 978-3-89288-068-4
10,45 €

Heft 95
Qualitätssicherung im Bauwesen: VMPA-Tagung 1992 ; 25.-26.6.1992, Tagungsbericht.
ISBN 3-89288-071-9.
ISBN-13: 978-3-89288-071-4
15,34 €

Heft 96
Weiterbildungsseminar Brandschutz im Industriebau: 30.9.1992 in Braunschweig; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-070-0.
ISBN-13: 978-3-89288-070-7
Vergriffen (Kopie: 12,78 €).

Heft 97
Braunschweiger Bauseminar 1992: Neue Technologien im Bauwesen, Tagung 12.-13.11.1992 in Braunschweig.
ISBN 3-89288-073-5.
ISBN-13: 978-3-89288-073-8
20,45 €

Heft 98
Gunkler, E.
Verstärkung biegebeanspruchter Mauerwerkswände durch bewehrte Ergänzungsschichten. 1993. V, 175, 58 S. Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1992.
ISBN 3-89288-074-3.
ISBN-13: 978-3-89288-074-5
15,34 €

Heft 99
Dorn, T.
Zur Berechnung des Tragverhaltens brandbeanspruchter Tragwerke in Verbundbauweise unter besonderer Berücksichtigung der Träger-Stützen-Anschlüsse. 1993. VI, 146 S. Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1992.
ISBN 3-89288-075-1.
ISBN-13: 978-3-89288-075-2
12,78 €

Heft 100
Fachseminar Stahlfaserbeton: 4. März 1993 in Braunschweig; Neue Erkenntnisse und Anwendungsgebiete. 1993. 156 S.
ISBN 3-89288-076-X.
ISBN-13: 978-3-89288-076-9
Vergriffen (Kopie: 20,45 €).

Heft 101
Falkner, H.; Teutsch, M.
Vergleichende Untersuchungen an unbewehrten und bewehrten stahlfaserbewehrten Industriefußböden. 1993. 79 S.
ISBN 3-89288-077-8.
ISBN-13: 978-3-89288-077-8
12,78 €

Heft 102
Falkner, H.; Teutsch, M.
Comperative investigations of plain and steel fibre reinforced industrial ground slabs. 1993.
ISBN 3-89288-078-6.
ISBN-13: 978-3-89288-078-3
12,78 €

Heft 103
5. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 06./07.10.1993 in Braunschweig; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-079-4.
ISBN-13: 978-3-89288-079-0
15,34 €

Heft 104
Thienel, K.-C.
Festigkeit und Verformung von Beton bei hoher Temperatur und biaxialer Beanspruchung. 1993
Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1993.
ISBN 3-89288-80-8.
ISBN-13: 978-3-89288-080-6
12,78 €

Heft 105
Dauerhafte Bauwerke aus Faserbeton: Braunschweiger Bauseminar 1993; 11.-12.11.1993.
ISBN 3-89288-081-6.
ISBN-13: 978-3-89288-081-3
Vergriffen (Kopie: 20,45 €).

Heft 106
Neuentwicklungen im baulichen Brandschutz: Dr. Meyer-Ottens 60 Jahre; Fachseminar 18.03.1994 in Braunschweig.
ISBN 3-89288-085-9.
ISBN-13: 978-3-89288-085-1
15,34 €

Heft 107
Bunte, D.
Zum karbonatisierungsbedingten Verlust der Dauerhaftigkeit von Außenbauteilen aus Stahlbeton. 1994.
Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss.,
ISBN 3-89288-086-7.
ISBN-13: 978-3-89288-086-8
20,45 €

Heft 108
Holzenkämpfer, P.
Ingenieurmodell des Verbundes geklebter Bewehrung für Betonbauteile.
Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1994.
ISBN 3-89288-087-5.
ISBN-13: 978-3-89288-087-5
17,90 €

Heft 109
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig [Hrsg.]
Forschungsarbeiten 1990 - 1994.
Braunschweig, 1994.
ISBN 3-89288-088-3.
ISBN-13: 978-3-89288-088-2
30,68 €

Heft 110
Falkner, H.; Teutsch, M; Huang, Z.
Untersuchung der Schubtragfähigkeit und der Wasserundurchlässigkeit von Arbeitsfugen unter Verwendung von Stremaform-Abschalelementen.
Falkner, H.; Teutsch, M; Claußen, T.
Schubtragfähigkeit des Vergussbetons zwischen Köcher-, Block- oder Hülsenfundamenten und Stützenfuß bei unterschiedlich profilierten Betonoberflächen. 1994.
ISBN 3-89288-089-1.
ISBN-13: 978-3-89288-089-9
10,23 €

Heft 111
Voß, K.-U.
Zum Trag- und Verformungsverhalten von Spannbetonträgern im Zustand II - unterschiedliches Verbundverhalten bei Schwellbeanspruchung. 1994.
Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1993.
ISBN 3-89288-090-5.
ISBN-13: 978-3-89288-090-5
16,36 €

Heft 112
Weiterbildungsseminar Brandschutz bei Sonderbauten: 05./06.10.1994 in Braunschweig. Kurzreferate. 1994
ISBN 3-89288-092-1.
ISBN-13: 978-3-89288-092-9
Vergriffen (Kopie: 15,34 €).

Heft 113
Aus der Forschung in die Praxis: 10./11.11.1994. Braunschweiger Bauseminar 1994.
ISBN 3-89288-091-3.
ISBN-13: 978-3-89288-091-2
25,56 €

Heft 114
Warnecke, P.
Tragverhalten und Konsolidierung von historischem Natursteinmauerwerk. 1995.
Zugl.: Braunschweig, Univ.; Diss., 1995.
ISBN 3-89288-094-8.
ISBN-13: 978-3-89288-094-3
Vergriffen (Kopie: 17,90 €).

Heft 115
Braunschweiger Brandschutz-Tage 1995:
6. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 04./05.10.1995; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-093-X.
ISBN-13: 978-3-89288-093-6
Vergriffen (Kopie: 15,34 €).

Heft 116
Huang, Z.
Grenzbeanspruchung gebetteter Stahlfaserbetonplatten. 1995.
Zugl.: Braunschweig. Univ., Diss. 1995.
ISBN 3-89288-095-6.
ISBN-13: 978-3-89288-095-0
Vergriffen (Kopie: 15,34 €).

Heft 117
Falkner, H.; Teutsch, M.; Huang, Z.
Untersuchung des Trag- und Verformungsverhaltens von Industriefußböden aus Stahlfaserbeton. 1995.
ISBN 3-89288-096-4.
ISBN-13: 978-3-89288-096-7
Vergriffen (Kopie: 23,01 €).

Heft 118
Kubat, B.
Durchstanzverhalten von vorgespannten, punktförmig gestützten Platten aus Stahlfaserbeton. 1995. Zugl.: Braunschweig, Univ.; Diss., 1995.
ISBN 3-89288-097-2.
ISBN-13: 978-3-89288-097-4
Vergriffen (Kopie: 17,90 €).

Heft 119
Braunschweiger Bauseminar 1995: "Dichte Betonbauwerke"; 09./10.11.1995.
ISBN 3-89288-098-0.
ISBN-13: 978-3-89288-098-1
Vergriffen (Kopie: 25,56 €).

Heft 120
Steinert, C.
Bestimmung der Wärmeübergangsbedingungen auf Bauteile im Brandfall: Abschlussbericht. 1995.
ISBN 3-89288-099-9.
ISBN-13: 978-3-89288-099-8
13,29 €

Heft 121
Schütte, J.; Teutsch, M; Falkner, H.
Fugenlose Betonbodenplatten: Forschungsbericht. 1996.
ISBN 3-89288-100-6.
ISBN-13: 978-3-89288-100-1
Vergriffen (Kopie: 17,90 €)

Heft 122
Weiterbildungsseminar Brandschutz bei Sonderbauten: 24./25.09.1996 in Braunschweig. Kurzreferate. 1996.
ISBN 3-89288-101-4.
ISBN-13: 978-3-89288-101-8
Vergriffen (Kopie: 15,34 €).

Heft 123
Droese, S.; Riese, A.
Belastungsversuche an zwei Durchlauf-Plattenstreifen aus Elementplatten mit Aufbeton aus Stahlfaserbeton. 1996.
ISBN 3-89288-102-4.
ISBN-13: 978-3-89288-102-5
10,23 €

Heft 124
Hankers, C.
Zum Verbundtragverhalten laschenverstärkter Betonbauteile unter nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung. 1996.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss.
ISBN 3-89288-103-0.
ISBN-13: 978-3-89288-103-2
Vergriffen (Kopie: 17,90 €).

Heft 125
Schmidt-Döhl, F.
Ein Modell zur Berechnung von kombinierten chemischen Reaktions- und Transportprozessen und seine Anwendung auf die Korrosion mineralischer Baustoffe. 1996.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss.
ISBN 3-89288-104-9.
ISBN-13: 978-3-89288-104-9
20,45 €

Heft 126
Falkner, H.; Teutsch, M.
Braunschweiger Bauseminar 1996:
Ingenieurbauwerke mit neuen Konzepten.
14./15.11.1996.
ISBN 3-89288-105-7.
ISBN-13: 978-3-89288-105-6
30,68 €

Heft 127
Forschung über Baudenkmalpflege - Arbeitsberichte. 1990 - 1993. 1996.
ISBN 3-89288-106-5.
ISBN-13: 978-3-89288-106-3
25,56 €

Heft 128
Festschrift zum 65. Geburtstag von
Prof. Dr..-Ing. F. S. Rostásy.
Baustoffe in Praxis, Lehre und Forschung. 1997.
ISBN 3-89288-107-3.
ISBN-13: 978-3-89288-107-0
26,59 €

Heft 129
Forschung über Baudenkmalpflege - Arbeitsberichte. 1994. 1997.
ISBN 3-89288-108-1.
ISBN-13: 978-3-89288-108-7
20,45 €

Heft 130
Forschung über Baudenkmalpflege - Arbeitsberichte. 1995. 1997.
ISBN 3-89288-109-X.
ISBN-13: 978-3-89288-109-4
20,45 €

Heft 131
Falkner, H.; Teutsch, M; Klinkert, H.
Trag- und Verformungsverhalten dynamisch beanspruchter Fahrbahnen aus Beton- und Stahlfaserbeton. Forschungsbericht. 1997.
ISBN 3-89288-110-3.
ISBN-13: 978-3-89288-110-0
10,23 €

Heft 132
Schütte, J.
Einfluss der Lagerungsbedingungen auf Zwang in Betonbodenplatten. 1997.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss.
ISBN 3-89288-111-1.
ISBN-13: 978-3-89288-111-7
15,34 €

Heft 133
Braunschweiger Brandschutz-Tage 1997:
7. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 01./02.10.1997; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-112-X.
ISBN-13: 978-3-89288-112-4
Vergriffen (Kopie: 17,90 €).

Heft 134
Ameler J.
Betonverhalten bei hohen Temperaturen und triaxialer Beanspruchung - FE-Modell auf der Basis der Betonstruktur. 1997
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss.
ISBN 3-89288-113-8.
ISBN-13: 978-3-89288-113-1
17,90 €

Heft 135
Rostásy, F. S.; Wigger, H.
Konsolidierung von historischem Naturstein-mauerwerk: 06. - 7.11.1997 in Braunschweig
ISBN 3-89288-114-6.
ISBN-13: 978-3-89288-114-8
Vergriffen (Kopie: 20,45 €).

Heft 136
Falkner, H.; Teutsch, M.
Braunschweiger Bauseminar 1997:
Innovatives Bauen; 13. - 14.11.1997 in Braunschweig.
ISBN 3-89288-115-4.
ISBN-13: 978-3-89288-115-5
16,36 €

Heft 137
Forschung über Baudenkmalpflege – Arbeitsberichte: 1996 – 1997, 1998
ISBN 3-89288-116-2.
ISBN-13: 978-3-89288-116-2
25,56 €

Heft 138
Scheibe, M.
Vorhersage des Zeitstandverhaltens unidirektionaler Aramidfaserverbundstäbe in alkalischer Umgebung. 1998. Zugl.: Braunschweig TU, Diss., 1998.
ISBN 3-89288-117-0.
ISBN-13: 978-3-89288-117-9
17,90 €

Heft 139
Weiterbildungsseminar Brandschutz bei Sonderbauten: 29./30.09.1998 in Braunschweig;
Kurzreferate 1998.
ISBN 3-89288-118-9.
ISBN-13: 978-3-89288-118-6
Vergriffen (Kopie: 17,90 €).

Heft 140
Gutsch, A.-W.
Stoffeigenschaften jungen Betons – Versuche und Modelle 1998.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss.
ISBN 3-89288-119-7
ISBN-13: 978-3-89288-119-3
20,45 €

Heft 141
Falkner, H.; Teutsch, M.
Braunschweiger Bauseminar 1998:
Beton auf neuen Wegen; 12./13.11.1998
ISBN 3-89288-120-0
ISBN-13: 978-3-89288-120-9
25,56 €

Heft 142
Festschrift zum 60. Geburtstag von
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Horst Falkner.
1999
ISBN 3-89288-121-9
ISBN-13: 978-3-89288-121-6
28,12 €

Heft 143
Teutsch, M; Klinkert, H.
Leistungsklassen von Stahlfaserbeton.
1999.
ISBN 3-89288-122-7
ISBN-13: 978-3-89288-122-3
6,65 €

Heft 144
Forschungsarbeiten 1995 – 1999. 1999
ISBN 3-89288-123-5
ISBN-13: 978-3-89288-123-0
23,01 €

Heft 145
Braunschweiger Brandschutz-Tage 1999:
8. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 04./05.10.1999 in Braunschweig;
Kurzreferate 1999.
ISBN 3-89288-124-3.
ISBN-13: 978-3-89288-124-7
Vergriffen (Kopie: 17,90 €).

Heft 146
Falkner, H.; Teutsch, M. [Hrsg.]
Braunschweiger Bauseminar 1999:
Bauen im nächsten Jahrtausend 11./12.11.1999.
ISBN 3-89288-125-1
ISBN-13: 978-3-89288-125-4
16,87 €

Heft 147
Weiterbildungsseminar Brandschutz bei Sonderbauten: 28./29.03.2000 in Braunschweig;
Kurzreferate 2000.
ISBN 3-89288-126-X.
ISBN-13: 978-3-89288-126-1
17,90 €

Heft 148:
Hariri, K.: Bruchmechanisches Verhalten jungen Betons - Laser-Speckle-Interferome-trie und Modellierung der Rissprozesszone. 2000.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2000.
ISBN 3-89288-127-8
ISBN-13: 978-3-89288-127-8
18,41 €

Heft 149:
Wigger, H.: Rissbildung in historischem Natursteinmauerwerk : Beobachtung, Versuche und Berechnungsmodelle. 2000.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2000.
ISBN 3-89288-128-6
ISBN-13: 978-3-89288-128-5
18,92 €

Heft 150:
Neubauer, U.: Verbundtragverhalten geklebter Lamellen aus Kohlenstoffaser – Verbundwerkstoff zur Verstärkung von Betonbauteilen. 2000
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2000.
ISBN 3-89288-129-4.
ISBN-13: 978-3-89288-129-2
20,45 €

Heft 151:
Hosser, D. ; Blume, G. ; Will, J.: Brandschutz in Chemikalienlagern. 2000.
ISBN 3-89288-130-8
ISBN-13: 978-3-89288-130-8
20,45 €

Heft 152:
Falkner, H. ; Teutsch, M. [Hrsg.]
Trends und Entwicklungen im Bauwesen : 9.-10.11.2000 ; Braunschweiger Bauseminar 2000.
ISBN 3-89288-131-6
ISBN-13: 978-3-89288-131-5
25,56 €

Heft 153:
Rostásy, F.S. ; Budelmann, H. [Hrsg.]
Rissbeherrschung massiger Betonbauteile : Bauwerk, Werkstoff, Simulation;
Braunschweig, 20.3.2001.
ISBN 3-89288-132-4
ISBN-13: 978-3-89288-132-2
30,68 €

Heft 154:
Krauß, M. ; Hariri, K. ; Rostásy, F.S.
Hydratationsgrad, Ultraschall-Technik zur Beschreibung der Erhärtung, bruchmechanisches Verhalten jungen Betons : Berichte; Forschungsprojekt der EU (Brite Euram BE96-3843), IPACS. 2001.
[Enthaltene Beiträge in englischer Sprache]
ISBN 3-89288-135-9.
ISBN-13: 978-3-89288-135-3
27,61 €

Heft 155:
Gutsch, A. ; Rostásy, F.S.
Spannungs-Dehnungslinie, viskoelastisches Verhalten und autogenes Schwinden jungen Betons : Berichte ; Forschungsprojekt der EU (Brite Euram BE96-3843), IPACS. 2001.
[Enthaltene Beiträge in englischer Sprache]
ISBN 3-89288-136-7
ISBN-13: 978-3-89288-136-0
19,43 €

Heft 156:
Rostásy, F.S. ; Krauß, M. ; Gutsch, A.
Spannungsberechnung und Risskriterien für jungen Beton – Methoden des iBMB : Bericht ; Forschungsprojekt der EU (Brite Euram BE96-3843), IPACS. 2001.
[Enthaltene Beitrag in englischer Sprache]
ISBN 3-89288-137-5
ISBN-13: 978-3-89288-137-7
16,36 €

Heft 157:
Rostásy, F.S. ; Krauß, M. ; Gutsch, A.
Früher Zwang in massigen Sohlplatten : Bericht ; Forschungsprojekt der EU (Brite Euram BE96-3843), IPACS. 2001.
[Enthaltene Beitrag in englischer Sprache]
ISBN 4-89288-138-3
ISBN-13: 978-3-89288-138-4
25,56 €

Heft 158:
Braunschweiger Brandschutztage 2001: 9. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis ; 1.-2. Oktober 2001 in Braunschweig., Kurzreferate. 2001.
ISBN 3-89288-139-1
ISBN-13: 978-3-89288-139-1
23,01 €

Heft 159:
Falkner, H. ; Teutsch, M. [Hrsg.]
Bauen im Wandel der Zeit : 8.-9.11.2001 ; Braunschweiger Bauseminar 2001.
ISBN 3-89288-140-5
ISBN-13: 978-3-89288-140-7
23,01 €

Heft 160:
Beiträge zum 40. Forschungskolloquium des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton : 11.-12.10.2001. 2001.
ISBN 3-89288-141-3
ISBN-13: 978-3-89288-141-4
25,65 €

Heft 161:
Dora, B.: Hydraulisch erhärtende Baustoffe aus Betonbrechsand – Phasenveränderungen durch Temperaturbehandlung und Einsatzmöglichkeit.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2001.
ISBN 3-89288-142-1.
ISBN-13: 978-3-89288-142-1
20 €

Heft 162:
RO 70 : 50 Jahre Forschung und 25 Dissertationen ; Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. zum 70 Geburtstag gewidmet. 2002.
ISBN 3-89288-143-X.
ISBN-13: 978-3-89288-143-8
25 €

Heft 163:
Praxisseminar 2002: Brandschutz bei Sonderbauten : 1. und 2. Oktober 2002 in Braunschweig ; Kurzreferate.
2002.
ISBN 3-89288-144-8
ISBN-13: 978-3-89288-144-5
25 €

Heft 164:
Falkner, H.; Teutsch, M. [Hrsg.]: Stahlfaserbeton – ein unberechenbares Material?: 14. und 15. November; Braunschweiger Bauseminar 2002.
ISBN 3-89288-145-6
ISBN-13: 978-3-89288-145-2
25 €

Heft 165
Niemann, P.: Gebrauchsverhalten von Bodenplatten aus Beton unter Einwirkungen infolge Last und Zwang.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2002.
ISBN 3-89288-146-4
ISBN-13: 978-3-89288-146-9
20 €

Heft 166
Bauen im Bestand: 25. März 2003 in Braunschweig.
ISBN 3-89288-147-2
ISBN-13: 978-3-89288-147-6
22 €

Heft 167
Blume, G. W.: Ingenieurmodell zur brandschutztechnischen Bemessung von Bauteilen auf der Basis von experimentell ermittelten Verbrennungseffektivitäten. 2003.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2002.
ISBN 3-89288-148-0
ISBN-13: 978-3-89288-148-3
15 €

Heft 168
Braunschweiger Brandschutztage 2003: 10. Fachseminar Brandschutz – Forschung und Praxis; 30.09. – 01.10.2003 in Braunschweig, Kurzreferate. 2003.
ISBN 3-89288-149-9
ISBN-13: 978-3-89288-149-0
25 €

Heft 169
Falkner, H.; Teutsch, M. (Hrsg.): Bauforschung und –praxis in schwierigen Zeiten: 13. und 14. November; Braunschweiger Bauseminar 2003.
ISBN 3-89288-150-2
ISBN-13: 978-3-89288-150-6
20 €

Heft 170
Hemmy, O.: Zum Gebrauchs- und Tragverhalten von Tunnelschalen aus Stahlfaserbeton und stahlfaserverstärktem Stahlbeton.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss. 2003.
ISBN 3-89288-151-0
ISBN-13: 978-3-89288-151-3
19 €

Heft 171
Dehne, M.: Probabilistisches Sicherheitskonzept für die brandschutztechnische Bemessung. 2003.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss. 2003.
ISBN 3-89288-153-7
ISBN-13: 978-3-89288-153-7
18 €

Heft 172
Paliga, K.: Entstehung und Vermeidung von Betonabplatzungen bei Tunnelbränden. 2003.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss. 2003.
ISBN 3-89288-154-5
ISBN-13: 978-3-89288-154-4
20 €

Heft 173
Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser: Brandschutz und mehr. 2003.
ISBN 3-89288-152-9
ISBN-13: 978-3-89288-152-0
30 €

Heft 174
Timm, M.: Verbundwirkung des Betons im Bereich von STREMAFORM – Abschalelementen: Untersuchungsbericht; Okt. 2000. 2004.
ISBN 3-89288-156-1
ISBN-13: 978-3-89288-156-8
5 €

Heft 175
Zehfuß, J.: Risikogerechte Bemessung von Tragsystemen mehrgeschossiger Gebäude in Stahlbauweise für natürliche Brandbeanspruchung. 2004.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2004.
ISBN 3-89288-155-3
ISBN-13: 978-3-89288-155-1
18 €

Heft 176
Nause, P.: Berechnungsgrundlagen für das Brandverhalten von Druckgliedern aus hochfestem Beton. 2004.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2004.
Erscheint nicht in der iBMB-Schriftenreihe

Heft 177
Budelmann, H.; Falkner, H. [Hrsg.]: Bauen im Bestand: 23. März 2004.
ISBN 2-89288-158-8
ISBN-13: 978-3-89288-158-2
25 €

Heft 178
Hosser, D. [Hrsg.]: Praxisseminar 2004: Brandschutz bei Sonderbauten: 29. – 30.9.2004 in Braunschweig; Kurzreferate. 2004.
ISBN 3-89288-159-6
ISBN-13: 978-3-89288-159-9
25 €

Heft 179
Krauß, M.: Probabilistisches Nachweiskonzept zur Kontrolle früher Trennrisse in massigen Betonbauteilen 2004.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss. 2004.
ISBN 3-89288-160-X
ISBN-13: 978-3-89288-160-5
18 €

Heft 180
Weiske, R.: Durchleitung hoher Stützenlasten bei Stahlbetonflachdecken. 2004.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2004.
ISBN 3-89288-161-8
ISBN-13: 978-3-89288-161-2
20 €

Heft 181
Falkner, H.; Teutsch, M. [Hrsg.]: Qualität im Bauwesen: 11. und 12. November;
Braunschweiger Bauseminar 2004.
ISBN 3-89288-162-6
ISBN-13: 978-3-89288-162-9
25 €

Heft 182
Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Klaus Peter Großkurth: Struktur und Anwendung der Baustoffe. 2005.
ISBN 3-89288-163-4
ISBN-13: 978-3-89288-163-6
25 €

Heft 183
Bauen im Bestand: 23. Februar 2005.
ISBN 3-89288-164-2
ISBN-13: 978-3-89288-164-3
22 €

Heft 184
Hinrichs, W.: Charakterisierung einer einheitlichen Messmethodik und Validierung ausgewählter Verfahren für die Bestimmung der Maschenweiten von Stahldrahtgeweben. Das Forschungsvorhaben wurde von der Stiftung Stahlanwendungsforschung im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. gefördert (AZ: A182/S24/10036/02). 2005.
ISBN 3-89288-166-9
ISBN-13: 978-3-89288-166-7
25 €

Heft 185
Hosser, D. [Hrsg.]: Braunschweiger Brandschutz-Tage ´05: 11. Fachseminar Brandschutz-Forschung und Praxis, 28. und 29. September 2005 in Braunschweig; Tagungsband. 2005
ISBN 3-89288-167-7
ISBN-13: 978-3-89288-167-4
25 €

Heft 186
Will, J.: Entwicklung eines sauerstoffkalorimetrischen Verfahrens zur Bestimmung von Brandparametern bei unterschiedlich ventilierten Bränden.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss. 2005.
ISBN 3-89288-168-5
ISBN-13: 978-3-89288-168-1
20 €

Heft 187
Rigo, E. M.: Ein probabilistisches Konzept zur Beurteilung der Korrosion zementgebundener Baustoffe durch lösenden und treibenden Angriff. 2005
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss. 2005.
ISBN 3-89288-169-3
ISBN-13: 978-3-89288-169-8
18 €

Heft 188
Bauen im Bestand: Beton in der Abwassertechnik; 6. Sept. 2005.
ISBN 3-89288-170-7
ISBN-13: 978-3-89288-170-4
25 €

Heft 189
Gerritzen, D. P.: Zur Frage der Nachnutzbarkeit verbundlos vorgespannter Stahlbetondecken nach Brandeinwirkung. 2005
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2005.
ISBN 3-89288-171-5.
ISBN-13: 978-3-89288-171-1
18 €

Heft 190
Falkner, H.; Teutsch, M. [Hrsg.]: Bewe(ä)hrter Betonbau: 10. und 11. November; Braunschweiger Bauseminar 2005.
ISBN 3-89288-172-3
ISBN-13: 978-3-89288-172-8
25 €

Heft 191
Kurzberichte aus der Forschung 2005 [CD-ROM]. 2006
ISBN-10:3-89288-173-1
ISBN-13: 978-89288-173-5
5 €

Heft 192
Hosser, D. [Hrsg.]: Brandschutz bei Sonderbauten: Praxisseminar 2006, 26.-27. September 2006; Tagungsband. 2006.
ISBN-10: 3-89288-174-X
ISBN-13: 978-3-89288-174-2
25 €

Heft 193
Sperling, D.: Eine Methode zur automatisierten Überwachung von Spannbetonwegträgern. 2006. Inhaltsverzeichnis
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2006.
ISBN-10: 3-89288-175-8
ISBN-13: 978-3-89288-175-9
20 €

Heft 194
Grunert, J. P.: Zum Tragverhalten von Spannbetonfertigteilbalken aus Stahlfaserbeton ohne Betonstahlbewehrung. 2006. Inhaltsverzeichnis
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2006.
ISBN-10: 3-89288-176-6
ISBN-13: 978-3-89288-176-6
25 €

Heft 195
Bau Symposium Braunschweig (BSB 2007): Stand und Entwicklung des Trockenbaus; 8. März. 2007. Inhaltsverzeichnis
ISBN 978-3-89288-177-3
ISBN-13: 978-3-89288-177-3
20 €

Heft 196
Bruder, S.: Adaptives Modell der Dauerhaftigkeit im Zuge der Überwachung von Betonbauwerken. 2007. Inhaltsverzeichnis
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2006.
ISBN 978-3-89288-178-0
ISBN-13: 978-3-89288-178-0
27 €

Heft 197
Holst, A.: Korrosionsmonitoring und Bruchortung vorgespannter Zugglieder in Bauwerken. 2007. Inhaltsverzeichnis Summary
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2007.
ISBN 978-3-89288-179-7
ISBN-13: 978-3-89288-179-7
25 €

Heft 198
Forell, B.: A Methodology to assess Species Yields of Compartment Fires by means of an extended Global Equivalence Ratio Concept. 2007. Inhaltsverzeichnis
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2006. [auch online zugänglich über die homepage der Universitätsbibliothek Braunschweig].
ISBN 978-3-89288-180-3
ISBN-13: 978-3-89288-180-3
15 €

Heft 199
Hosser, D. [Hrsg.]: Braunschweiger Brandschutz-Tage ´07: 21. Fachtagung Brandschutz – Forschung und Praxis, 26. und 27. September 2007 in Braunschweig, Tagungsband. Inhaltsverzeichnis
ISBN 978-3-89288-181-0
ISBN-13: 978-3-89288-181-0
25 €

Heft 200
Nothnagel, R.: Hydratations- und Strukturmodell für Zementstein. 2007.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2007.
ISBN 978-3-89288-182-0
ISBN-13: 978-3-89288-182-0
20 €

Heft 201
Riese, O.: Ein Brandausbreitungsmodell für Kabel. 2007.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2007.
ISBN 978-3-89288-183-4
ISBN-13: 978-3-89288-183-4
18 €

Heft 202
Hosser, D. [Hrsg,]: Braunschweiger Brandschutz-Tage ´08: 22 Fachtagung Brandschutz bei Sonderbauten, 30.09./1.10.2008 in Braunschweig. Tagungsband
ISBN 978-389288-185-8
ISBN-13: 978-3-89288-185-8
25 €

Heft 203
Klinzmann, C.: Methodik zur computergestützten, probabilistischen Bauwerksbewertung unter Einbeziehung von Bauwerkstung unter Einbeziehung von monitoring. 2008. Inhaltsverzeichnis Summary. Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2008.
ISBN 978-3-89288-186-5
ISBN-13: 978-3-89288-186-5
18 €

Heft 204
Schnetgöke, R.: Zuverlässigkeitsorientierte Systembewertung von Massivbauwerken als Grundlage für die Bauwerksüberwachung, 2008.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2008.
ISBN 978-3-89288-187-2
ISBN-13: 978-3-89288-187-2
18 €

Heft 205
Bau Symposium Braunschweig (BSB 2008): Konstruktiver Holzbau; 4. November 2008. Inhaltsverzeichnis.
ISBN 978-3-89288-188-9
25 €

Heft 206
Kampmeier B.; Risikogerechte Brandschutzlösungen für den mehrgeschossigen Holzbau, 2008.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2008.
ISBN 978-3-89288-189-6
18 €

Heft 207
Husemann, U.: Erhöhung der Verbundtragfähigkeit von nachträglich aufgeklebten Lamellen durch Bügelumschließungen. 2009.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2009.
ISBN 978-3-89288-190-2
15 €

Heft 208
Hosser, D. [Hrsg,]: Braunschweiger Brandschutz-Tage ´09: 23. Fachtagung Brandschutz – Forschung und Praxis, 29.09./30.09.2009 in Braunschweig. Tagungsband.
ISBN 978-3-89288-191-9
25 €

Heft 209
Sperbeck, S. T.: Seismic Risk Assessment of Masonry Walls and Risk Reduction by Means of Prestressing. 2009
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2009.
ISBN 978-389288-192-6
25 €

Heft 210
Hosser, D. [Hrsg.]: Braunschweiger Brandschutz-Tage 2010_: 24. Fachtagung Brandschutz bei Sonderbauten, 21.09./22.09.2010. Tagungsband.
ISBN 978-3-89288-194-0
25 €

Heft 211

Hohm, V.: Wärmetransportmodell für gekoppelte Prozesse in der Brandsimulation. 2010.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2010.
ISBN 978-3-89288-195-7
Erscheint ca. im September 2010

Heft 212
Kruse, D.: Entwicklung von Hochleistungsbrandschutzbeschichtungen zum Entzündungsschutz von Holz unter Vollbrandbedingungen. 2010.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2010.
ISBN 978-3-89288-196-4
Erscheint ca. im September 2010

Außerhalb der Schriftenreihe sind noch folgende Tagungsbände zu Fachseminaren erschienen. Sie können ebenfalls bei der Bibliothek des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz unter der o. g. Anschrift bezogen werden.

1. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 16./17.09.1987 in Braunschweig; Kurzreferate. Eigenverlag iBMB, 1987.
ISBN 3-89288-0697
11 €

2. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 15./16.09.1988 in Braunschweig; Kurzreferate. Eigenverlag iBMB, 1988.
ISBN 3-89288-029-8.
11 €

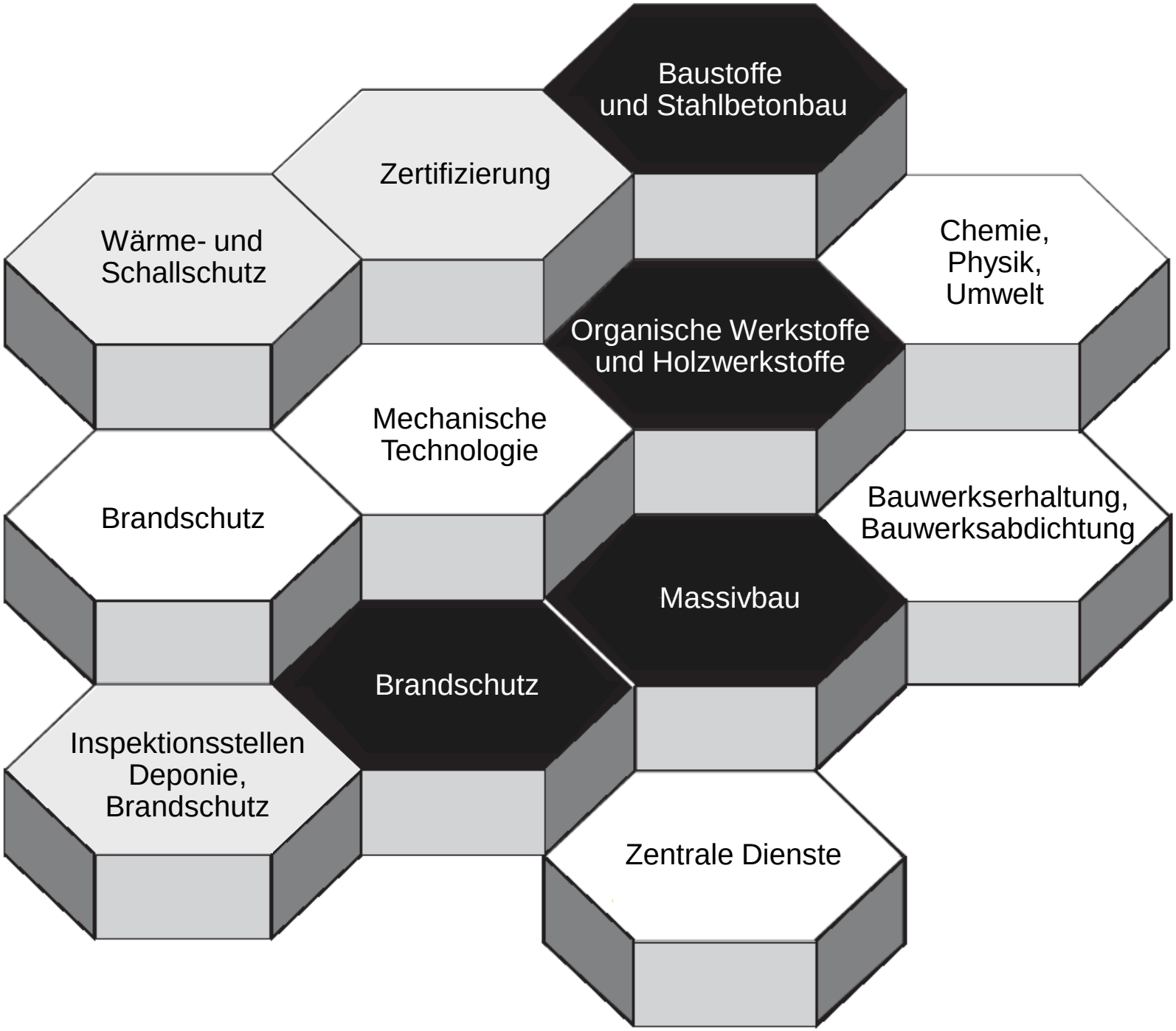
3. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 06./07.09.1989 in Braunschweig; Kurzreferate. Eigenverlag iBMB, 1989.
ISBN 3-89288-033-6
Vergriffen (Kopie: 11 €)

Weiterbildungsseminar Brandschutz im Industriebau 06.09.1990 in Braunschweig; Kurzreferate. Eigenverlag iBMB, 1990.
ISBN 3-89288-062-X
11 €

4. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 07./08.10.1991 in Braunschweig; Kurzreferate. Eigenverlag iBMB, 1991.
ISBN 3-89288-067-0
11 €

Hosser, D [Hrsg.]: 9. Internationales Brandschutz-Symposium „Ingenieurmethoden für die Brandsicherheit“. 25. und 26. Mai 2001 in München; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-133-2
23 €

Hosser, D [Hrsg.]: 10. Internationales Brandschutz-Symposium „Ingenieurmethoden des Brandschutzes“. 6. und 7. Juni 2005 in Hannover; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-165-0
25 €


Baustoffe
und Stahlbetonbau
Zertifizierung
Wärme- und
Schallschutz
Chemie,
Physik,
Umwelt
Organische Werkstoffe
und Holzwerkstoffe
Mechanische
Technologie
Brandschutz
Bauwerkserhaltung,
Bauwerksabdichtung
Massivbau
Brandschutz
Inspektionsstellen
Deponie,
Brandschutz
Zentrale Dienste