INSTITUT FÜR BAUSTOFFE, MASSIVBAU UND BRANDSCHUTZ

MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN - MPA BRAUNSCHWEIG

TU BRAUNSCHWEIG

Braunschweiger Brandschutz-Tage '08

22. Fachtagung Brandschutz – Forschung und Praxis

30. September und 1. Oktober 2008 in Braunschweig

Tagungsband

herausgegeben von Dietmar Hosser

Heft 202 · Braunschweig · 2008

Veranstalter:

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

in Zusammenarbeit mit der

Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA), Braunschweig

Wissenschaftliche Leitung:

Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dietmar Hosser

INSTITUT FÜR BAUSTOFFE, MASSIVBAU UND BRANDSCHUTZ

MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN - MPA BRAUNSCHWEIG

TU BRAUNSCHWEIG

Braunschweiger Brandschutz-Tage '08

22. Fachtagung Brandschutz – Forschung und Praxis

30. September und 1. Oktober 2008 in Braunschweig

Tagungsband

herausgegeben von Dietmar Hosser

Heft 202 · Braunschweig · 2008

ISBN 978-3-89288-185-8

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

ISSN 0934-2419 (Braunschweiger Brandschutz-Tage)

INSTITUT FÜR BAUSTOFFE, MASSIVBAU UND BRANDSCHUTZ

MATERIALPRÜFANSTALT FÜR DAS BAUWESEN - MPA BRAUNSCHWEIG

TU BRAUNSCHWEIG

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, Vizepräsident TU Braunschweig

Sitzung 1 - Neuerungen im Brandschutz **9**
Leitung: J. Wesche, Leverkusen

1.1 Neues aus dem Zulassungsbereich für feuerwiderstandsfähige Bauteile 11
M. Bolze, Berlin

1.2 Bemessung von hohen, raumabschließenden Trennwänden in Metallständerbauweise 25
A.-W. Gutsch, A. Rohling, Braunschweig

1.3 Neues Prüfverfahren für Differenzdrucksysteme im Rahmen von DIN EN 12101-6? 43
G. Blume, Braunschweig, B. Rahn, Berlin

1.4 Innovationen beim anlagentechnischen Brandschutz und Anwendungen 55
K. H. Stahl, Köln

Sitzung 2 - Normen, Richtlinien, Verordnungen **67**
Leitung: G. Hoppe, Berlin

2.1 Überarbeitung der DIN 18230-1 69
H.-J. Dargel, Leverkusen

2.2 Rauch- und Wärmeabzug – welche Norm darf es bitte sein? 77
T. Hegger, Detmold

2.3 Neue Brandschutznachweise für Stahlbetonstützen, Ergänzung zur DIN 4102-22 87
E. Richter, Braunschweig

2.4 Muster-Hochhaus-Richtlinie, Fassung April 2008 - Wesentliche Neuerungen 99
G. Gröger, Potsdam

Seite

2.5 Muster-Verkaufsstättenverordnung von 1995 - Kritischer Rückblick und Erfahrungsbericht 111
H. Hagen, Wiesbaden

Sitzung 3 - Brandschutzkonzepte für Sonderbauten 121
Leitung: H.-J. Gressmann, Braunschweig

3.1 vfdb-Richtlinie 01/01 Brandschutzkonzept, Ausgabe April 2008 123
G. Spangardt, Köln

3.2 Erfahrungen mit dem Brandschutzleitfaden des Bundes 135
P. Schmitz, Bonn

3.3 Bedeutung von Brandschutzkonzepten und Ingenieurmethoden in England am Beispiel eines Bürogebäudes in London 141
G. Daniels, K. Wallasch, Manchester/London (U.K.)

3.4 Brandschutzkonzept für den neuen Hauptstadt-Airport Berlin-Brandenburg-International (BBI) 163
A. Dahlitz, Berlin

3.5 Brandschutzkonzepte für bestehende Universitätsgebäude als Basis für Ertüchtigungen 175
C. Mahlmann, Braunschweig

Sitzung 4 - Umgang mit Abweichungen 189
Leitung: G. Famers, München

4.1 Abweichungen von Brandschutzvorschriften - Ausnahmen oder Regel? 191
W. Siegfried, Braunschweig

4.2 Bauaufsichtliche Behandlung von Abweichungen 207
K.-D. Wathling, Berlin

4.3 Verantwortlichkeit und Haftung bei Abweichungen 219
T. Fischer, Eschelbronn

Seite

4.4 Mehr Flexibilität durch leistungsorientierte Brandschutzvorschriften
D. Hosser, Braunschweig 225

Anhänge **249**

A.1 Anschriften der Referenten und Sitzungsleiter 251
A.2 Kurzvorstellung des Veranstalters (iBMB / MPA) 255
A.3 Verzeichnis der Schriften aus dem iBMB 259

GELEITWORT

Die „Braunschweiger Brandschutz-Tage“ sind seit 21 Jahren 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) traditionell in Zusammenarbeit mit der Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA). Die Kombination von Forschung, Lehre und Materialprüfung im Brandschutz ist ein Alleinstellungsmerkmal an der TU Braunschweig. Sie stellt eine optimale Basis für ein stets aktuelles und anspruchsvolles Tagungsprogramm dar und hat über die Jahre den besonderen Erfolg und Ruf dieser Veranstaltungsreihe begründet.

Das Konzept der Braunschweiger Brandschutz-Tage ist ein Musterbeispiel für gelebten „Knowhow-Transfer“ im Rahmen der wissenschaftlich orientierten Weiterbildung. Dazu gehört auch ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis, bei dem höchstmögliche Qualität an Vorträgen, Tagungsunterlagen und äußerem Rahmen für eine seit 10 Jahren unveränderte Teilnehmergebühr angeboten wird. Ein Behördenrabatt von 50 % trägt dazu bei, dass neben Brandschutzfachleuten aus Industrie, Versicherungswirtschaft und Ingenieurbüros auch Vertreter aus Bauverwaltung, Genehmigungsbehörden und Feuerwehren regelmäßig nach Braunschweig kommen können und inzwischen rund 50 % der weit über 1000 Teilnehmer stellen. Wer in Deutschland und im deutschsprachigen Ausland wissen will, was sich aktuell im Brandschutz tut, hat die Veranstaltung fest in seinem Terminkalender eingeplant.

Das alles ist möglich, weil das veranstaltende Institut den Beitrag zur beruflichen Weiterbildung als Dienstaufgabe im öffentlichen Interesse begreift und seine Leistungen alljährlich uneigennützig zur Verfügung stellt. Im Namen des Präsidiums der Technischen Universität Braunschweig danke ich Herrn Professor Hosser und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für das große Engagement bei der Planung und Durchführung der Fachtagung und den Referenten und Moderatoren für ihre wertvollen Beiträge. Mein Dank gilt auch der Zentralstelle für Weiterbildung für die Unterstützung bei der organisatorischen Abwicklung. Allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern wünsche ich zwei spannende und erkenntnisreiche Tage, gute Gespräche im Kollegenkreis am Rande der Tagung und einen angenehmen Aufenthalt in Braunschweig.

Braunschweig, 30. September 2008

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

SITZUNG 1

NEUERUNGEN IM BRANDSCHUTZ

Sitzungsleitung: J. Wesche, Leverkusen

NEUES AUS DEM ZULASSUNGSBEREICH FÜR FEUERWIDERSTANDS-FÄHIGE BAUTEILE

Maja Bolze
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin

EINLEITUNG

Die Anfänge des deutschen Zulassungswesens für nicht genormte Bauprodukte und Bauarten liegen im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts. Zunächst erfolgte die Beurteilung der einzelnen Baumaterialien durch die örtliche Baupolizei. Als Vorreiter schlugen erst Sachsen und dann Preußen den Weg einheitlicher Zulassungsverfahren ein. Vor dem Zweiten Weltkrieg erteilte die Preußische Prüfanstalt in Berlin die Zulassungen sämtlicher neuer Bauweisen für den Wohnungs- und Industriebau hinsichtlich statischer, materialtechnischer und feuerpolizeilicher Anforderungen. Nach 1945 übernahmen wieder die Länder die Aufgabe der Beurteilung neuer Baustoffe und Bauteile. Zugleich beanspruchten sie die Baupolizei für sich und verliehen ihr hoheitliche Aufgaben. Bis heute ist das Bauordnungsrecht Aufgabe der Länder, geregelt in den Landesbauordnungen auf der Grundlage der Musterbauordnung der Bauministerkonferenz. Anfang der 1950er Jahre einigten sich die Länder dann auf ein einheitliches Zulassungsverfahren.

Die Erfahrungen zeigen, dass bei allen am Baugeschehen Beteiligten immer wieder Fragen zu Zulassungen und zum Zulassungsverfahren auftreten. Daher wird nachfolgend nicht nur auf Neues aus dem, sondern vorab auch auf die Zulassungsstelle und auf die Grundlagen des Zulassungsverfahrens eingegangen.

DAS DEUTSCHE INSTITUT FÜR BAUTECHNIK ALS ZULASSUNGSSTELLE

Das Deutsche Institut für Bautechnik ist eine gemeinsame Einrichtung des Bundes und der Länder zur einheitlichen Erfüllung bautechnischer Aufgaben auf dem Gebiet des öffentlichen Rechts. Aufgaben sind insbesondere

- die Erteilung europäischer technischer Zulassungen für Bauprodukte und -systeme,
- die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen für Bauprodukte und Bauarten,
- die Anerkennung von Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen für Aufgaben im Rahmen des Ü-Zeichens und der CE-Kennzeichnung von Bauprodukten,
- die Bekanntmachung der Bauregellisten A und B und der Liste C für Bauprodukte,

- die Mitwirkung an der Ausarbeitung technischer Regeln (insbesondere Normen) im nationalen, europäischen und internationalen Bereich,
- die Anregung, Vergabe, Begutachtung und Betreuung von bautechnischen Untersuchungen - einschließlich Bauforschungsaufträgen – und die Auswertung von Bauforschungsberichten,
- die Erstattung von Gutachten in bautechnischen Angelegenheiten für die am Abkommen Beteiligten (Bund und Länder) sowie
- die Durchführung von Typenprüfungen.

Das Deutsche Institut für Bautechnik ist Mitglied der EOTA (Europäische Organisation für Technische Zulassungen) und der UEAtc (Europäische Union für das Agrément im Bauwesen).

Am 1. Juli 1968 wurde das Institut für Bautechnik (IfBt) mit Sitz in Berlin auf Grund eines Abkommens zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den 11 Ländern durch das Land Berlin mit Gesetz vom 9. Juli 1968 gegründet. Am 1. Januar 1993 traten dem Abkommen die neuen Länder bei. Gleichzeitig übertrug der Bund dem Institut als neue europäische Aufgabe im Rahmen des Bauproduktengesetzes die Mitwirkung in der Europäischen Organisation für Technische Zulassungen und die Zuständigkeit für die Erteilung europäischer technischer Zulassungen. Das Institut wird seitdem als Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) bezeichnet (Berliner Gesetz über das Deutsche Institut für Bautechnik vom 22. April 1993). Das „Abkommen über das Deutsche Institut für Bautechnik2, das zwischen der Bundesrepublik Deutschland und allen 16 Ländern geschlossen wurde, ist Bestandteil dieses Gesetzes. Es regelt u. a. die Aufgaben des Instituts im Einzelnen.

Das Deutsche Institut für Bautechnik verfügt in Bezug auf Bauprodukte und Bauarten über ein umfangreiches bautechnisches und baurechtliches Wissen - zum einem auf Grund der Kompetenz der Mitarbeiter, zum anderen, weil sich das DIBt auf das Wissen und die Erfahrung von rund 600 externen Sachverständigen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung stützen kann, die in rund 140 Sachverständigenausschüssen tätig sind. Durch den Wettbewerbsdruck werden die Entwicklungen von innovativen Bauprodukten in der Industrie immer schneller und komplexer. Um diesen Prozessen in der Zulassungsbearbeitung gerecht zu werden, verfügt das DIBt über Sachverständigenausschüsse in verschiedenen Fachgebieten. Sie decken vom Beton- und Stahlbetonbau, Metallbau, Verbundbau, Mauerwerksbau, Holzbau, Grundbau über Verankerungen und Befestigungen, Glas im Bauwesen, Kunststoffe, Abwassertechnik, technischer Gebäudeausrüstung bis hin zu Gewässerschutz und Abdichtungen, Brandschutz, Gesundheits- und Umweltschutz und Bauphysik ab. Weitere Sachverständigenausschüsse befassen sich mit Fragen der Anerkennung von Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen. Zur sachgerechten Berücksichtigung übergeordneter rechtlicher Belange stehen dem DIBt die Grundsatzausschüsse für fachübergreifende Fragen der Brauchbarkeits- und Verwendbarkeitsnachweise, für Fragen des Immissionsschutzes, Gesundheits- und Ar-

beitsschutzes sowie des Gewässer- und Bodenschutzes zur Verfügung, in denen die zuständigen Behörden des Bundes und der Länder vertreten sind.

GRUNDLAGEN DES ZULASSUNGSVERFAHRENS

Europäische technische Zulassungen

Die Erteilung europäischer technischer Zulassungen (ETA) für Bauprodukte und Systeme (Bausätze) erfolgt auf Grund der Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) vom 21. Dezember 1988, in Deutschland umgesetzt durch das Bauproduktengesetz vom 10. August 1992.

Die europäische technische Zulassung ist ein Nachweis der Brauchbarkeit eines Bauproduktes im Sinne der Bauproduktenrichtlinie. Die ETA beruht auf Prüfungen, Untersuchungen und einer technischen Beurteilung durch Stellen, die von den Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) hierfür bestimmt worden sind. Sie umfasst alle Produktmerkmale, die für die Erfüllung gesetzlicher Anforderungen in den Mitgliedstaaten bedeutsam sein können, wobei die jeweils erforderlichen Leistungsniveaus national unterschiedlich sein können.

Eine europäische technische Zulassung kann für Bauprodukte erteilt werden, für die (noch) keine harmonisierten Normen nach der Bauproduktenrichtlinie vorliegen oder die wesentlich von einer harmonisierten Norm abweichen. Grundlagen für die Beurteilung der Brauchbarkeit sind entweder Zulassungsleitlinien (ETAGs), die von der EOTA für die entsprechenden Produktbereiche erstellt wurden, oder speziell für einen Zulassungsantrag mit den anderen EOTA-Stellen abgestimmte Beurteilungskriterien für Zulassungen ohne Leitlinie nach Art. 9 (2) der Bauproduktenrichtlinie. Im Interesse der Hersteller werden Nachweise, die bereits im nationalen Zulassungsverfahren beim DIBt erbracht wurden, so weit wie möglich auch im europäischen Verfahren genutzt.

Die europäische technische Zulassung ermöglicht dem Hersteller die CE-Kennzeichnung des Bauprodukts und damit den Zugang zum europäischen Markt. Mit der CE-Kennzeichnung bestätigt der Hersteller, dass er das vorgeschriebene Nachweisverfahren durchgeführt hat und die Konformität des Produkts mit der Zulassung gegeben ist.

Die europäischen technischen Zulassungen gelten in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union.

Das Deutsche Institut für Bautechnik ist auf Grund des deutschen Bauproduktengesetzes die einzige deutsche Stelle für die Erteilung von europäischen technischen Zulassungen.

Das (Verwaltungs-)Verfahren wird durch den Antrag auf Erteilung einer europäischen technischen Zulassung eingeleitet. An dem Verfahren sind der Antragsteller, das DIBt, ggf. der zuständige Sachverständigenausschuss des DIBt,

die EOTA und ggf. die Europäische Kommission beteiligt. Das Ablaufdiagramm zeigt den prinzipiellen Ablauf eines Zulassungsverfahrens im europäischen Bereich (Bild 1).

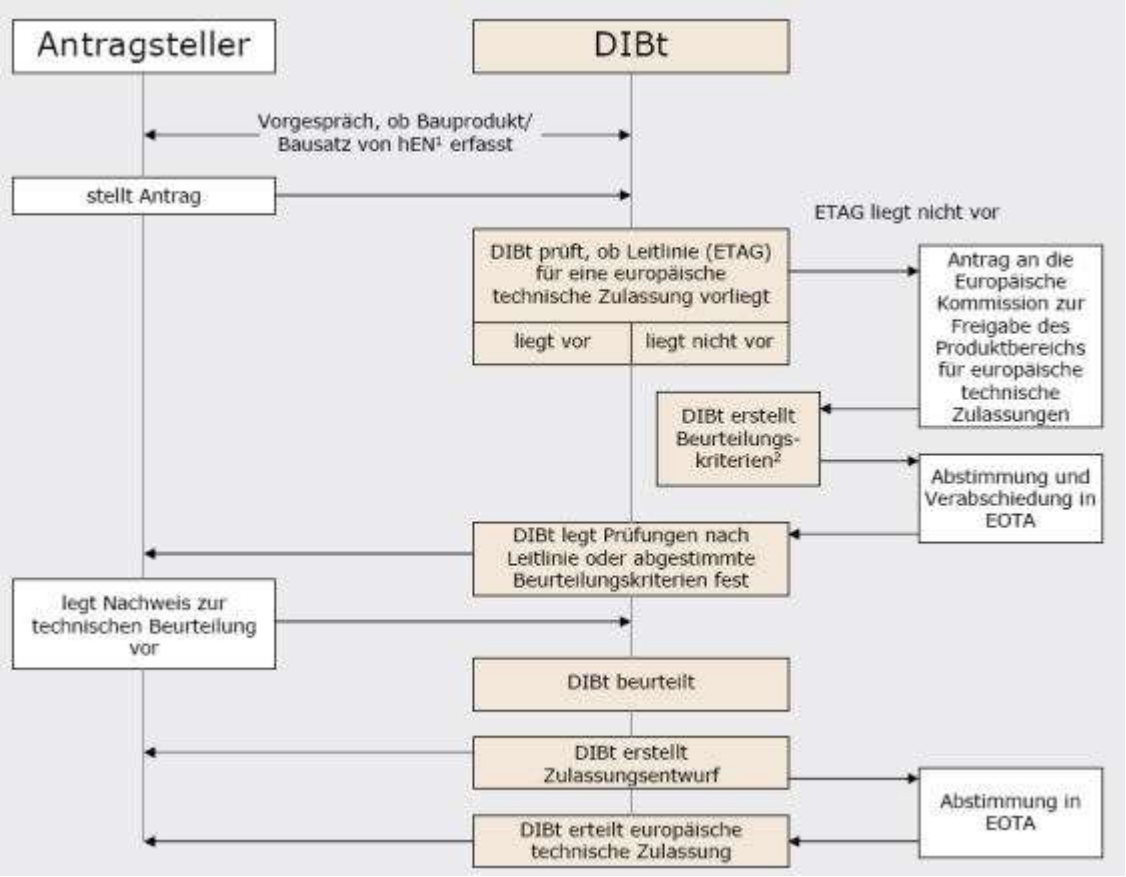


Bild 1 Verfahrensablauf zur Erlangung einer europäischen technischen Zulassung

Europäische technische Zulassungen werden für eine bestimmte Frist erteilt, die in der Regel fünf Jahre beträgt. Sie können auf Antrag verlängert werden.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen werden für solche Bauprodukte und Bauarten im Anwendungsbereich der Landesbauordnungen erteilt, für die es allgemein anerkannte Regeln der Technik, insbesondere DIN-Normen, nicht gibt oder die von diesen wesentlich abweichen (nicht geregelte Produkte und Bauarten).

Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ist der Nachweis der Verwendbarkeit eines nicht geregelten Bauproduktes oder der Anwendbarkeit einer nicht geregelten Bauart nach den Landesbauordnungen (§ 18 Abs. 1 und § 21 Abs. 1 Musterbauordnung [MBO]).

Bauprodukte und Bauarten sind verwendbar, wenn bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen

- bei ordnungsgemäßer Instandhaltung
- während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer

die Anforderungen der Landesbauordnungen oder aufgrund der Landesbauordnungen erlassener Verordnungen und Richtlinien erfüllen und gebrauchstauglich sind (§ 3 Abs. 2 MBO).

Zu diesen Anforderungen gehören vor allem

- Standsicherheit,
- Schutz gegen schädliche Einflüsse,
- Gesundheitsschutz und Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen,
- Brandschutz,
- Wärme-, Schall- und Erschütterungsschutz,
- Verkehrssicherheit.

Bauliche 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 (§ 3 Abs. 1 MBO).

Nicht geregelt bedeutet, dass

- es für ein Bauprodukt allgemein anerkannte Regeln der Technik oder Technische Baubestimmungen (technische Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile) nicht gibt (§ 17 Abs. 3 MBO) oder
- es für ein Bauprodukt in der Bauregelliste A zwar bekannt gemachte technische Regeln gibt, das Bauprodukt aber von diesen technischen Regeln in der Bauregelliste A wesentlich abweicht (§ 17 Abs. 3 MBO) oder
- es für eine Bauart allgemein anerkannte Regeln der Technik nicht oder nicht für alle Anforderungen gibt (§ 21 Abs. 1 MBO) oder
- es für eine Bauart von den obersten Bauaufsichtsbehörden eingeführte Technische Baubestimmungen zwar gibt, die Bauart aber wesentlich von den Technischen Baubestimmungen abweicht (§ 21 Abs. 1 MBO).

Die vom Deutschen Institut für Bautechnik erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen gelten in allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland. Sie stellen eine Beurteilung der Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Hinblick auf die bauaufsichtlichen Anforderungen dar.

Das (Verwaltungs-)Verfahren wird durch den Antrag auf Erteilung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung eingeleitet. An dem Verfahren sind der Antragsteller, das DIBt und ggf. der zuständige Sachverständigenausschuss des DIBt beteiligt. Das Ablaufdiagramm zeigt den prinzipiellen Ablauf eines Zulassungsverfahrens im nationalen Bereich (Bild 2).

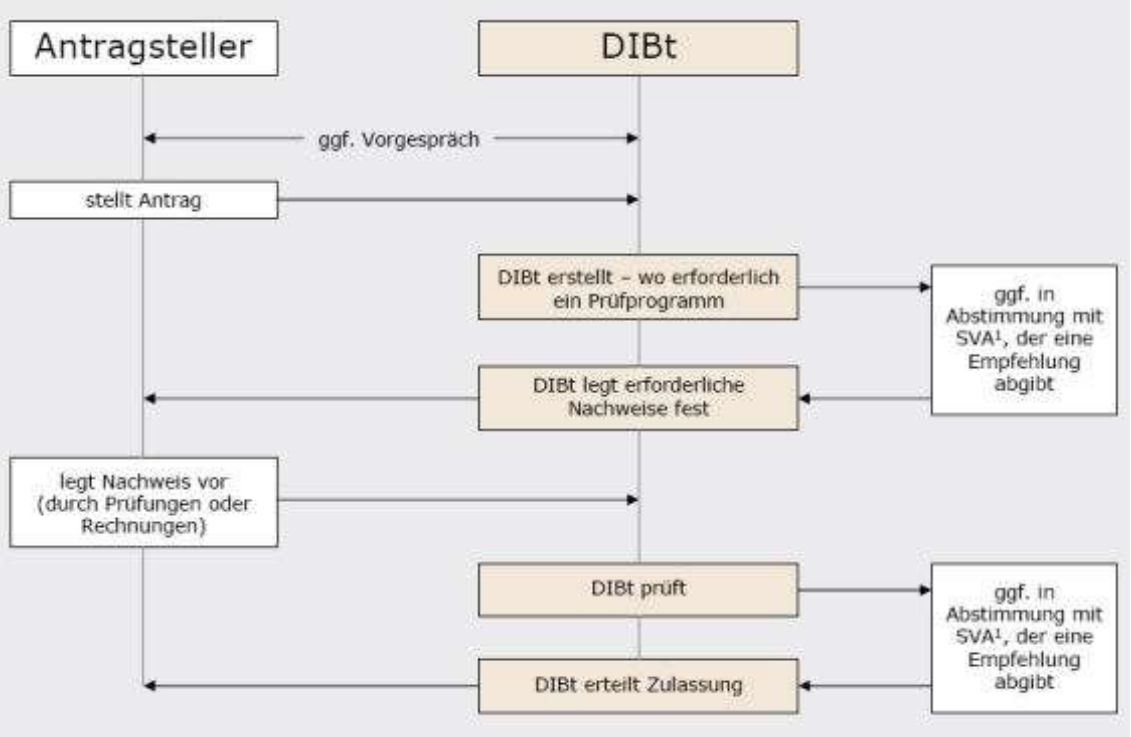


Bild 2 *Verfahrensablauf zur Erlangung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung*

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen werden für eine bestimmte Frist erteilt, die in der Regel fünf Jahre beträgt. Sie können auf Antrag verlängert werden.

Die Zulassungsbereiche des DIBt erstrecken sich von Bauprodukten und Bauarten, etwa des Massiv- und Stahlbaus, über solche des Mauerwerks- und Holzbaus auf die Bereiche Wärmedämmverbundsysteme, Glas, Gerüste, Lager, Lüftungsanlagen, Dämmstoffe, Abdichtungen, Rohrsanierung, Brandverhalten und Feuerwiderstand bis zu Behältern und Fahrbahnübergängen.

Brandschutz

Der vorbeugende bauliche und der anlagenbezogene Brandschutz gehören bis heute zu den Arbeitsschwerpunkten des DIBt. Das Aufgabenspektrum umfasst alle Aspekte der Brandentstehung, -ausbreitung und -begrenzung bis hin zu den Brandschutzingenieurmethoden. Eine grobe Übersicht über die Vielzahl der Anwendungs- und Verwendungsgebiete der Bauarten und Bauprodukte zeigen die betreuten Zulassungsbereiche.

Dies sind z. B. bei den Baustoffen

- reaktive Brandschutzsysteme auf Stahlbauteilen,
- Brandschutzputzbekleidungen und
- dämmschichtbildende Baustoffe

und bei den Bauteilen

- Brandschutzverglasungen,
- Feuerschutzabschlüsse,
- Feststellanlagen,
- Fahrschachttüren,
- Abschlüsse im Zuge von bahngebundenen Förderanlagen,
- Kabel- und Rohrabschottungen,
- Wand- und Deckenkonstruktionen zur Begrenzung von Rettungswegen,
- Bauprodukte zum Verschließen von Überströmöffnungen,
- Bauprodukte zum Verschließen von Elektroinstallationsöffnungen,
- Brandschutzumhüllungen,
- feuerwiderstandsfähige Abschlüsse besonderer Bauart und Verwendung,
- feuerwiderstandsfähige Wand- und Deckenkonstruktionen / Sonderbauteile.

NEUES AUS DEM ZULASSUNGSBEREICH

Allgemeines

Im Bereich "Brandverhalten von Bauteilen" werden zurzeit ca. 1000 gültige allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen betreut. Einige Bereiche existieren schon sehr lange (z. B. Feuerschutzabschlüsse), andere erst seit kurzer Zeit (z. B. Brandschutzumhüllungen). Allen Bereichen ist gemeinsam, dass sie stetigen Änderungen und Aktualisierungen unterworfen sind. Gerade in den vergangenen Jahren ist festzustellen, dass vor allem durch die Weiterentwicklungen im Produktbereich, die Innovationsfreudigkeit der Hersteller und die Bedürfnisse

der Bauherren und Planer immer wieder neue Bauarten und Konstruktionen möglich sind bzw. entwickelt werden, die wiederum bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweise bedürfen und somit auch neue Zulassungsbereiche entstehen.

Feuerschutzabschlüsse

Im Bereich Feuerschutzabschlüsse (Z-6.20-…) wurde das Zulassungsverfahren in den vergangenen Jahren modifiziert und umgestellt. Mit Blick und in Vorbereitung auf die kommende Produktnorm EN 14351-3 wurde das Verfahren gestrafft und die Verantwortlichkeiten wurden klarer definiert. Die zwischen dem DIBt und den in diesem Zulassungsbereich benannten Zulassungsprüfstellen getroffenen Prüfvereinbarungen erlauben eine frühzeitige Einbindung und eine selbstständige Arbeit der Prüfstellen. Die Zulassungen wurden neu strukturiert (öffentlicher Zulassungstext mit Anlagen; außerdem hinterlegte Dokumente A und B mit den wesentlichen technischen Angaben und Beschreibungen zum Zulassungsgegenstand und den zulässigen Einbauvarianten). Verfahrenshinweise und Musterdokumente sind z. B. über die DIBt-Internetseite verfügbar. Bei Einhaltung der Verfahrensschritte durch alle Beteiligten ergeben sich jetzt wesentlich kürzere Bearbeitungszeiten.

Ein immer wieder diskutiertes Thema ist die Zulässigkeit von Änderungen an Feuerschutzabschlüssen. Im Jahr 1996 wurde vom DIBt das Dokument „Änderungen bei Feuerschutzabschlüssen“ (Fassung 1995-06) veröffentlicht. Dieses Dokument ist immer noch gültig. Auf Grund der Modifizierung des Zulassungsverfahrens, aber auch auf Grund der zwischenzeitlich gewonnenen technischen Erkenntnisse wird es in Kürze hierzu eine Veränderung geben. Zukünftig sollen die zulässigen Änderungen zulassungsbezogen beurteilt und als Anlage zur jeweiligen Zulassung bekannt gegeben werden. Die Veröffentlichung entsprechender Erläuterungen ist in Vorbereitung; die Umsetzung erfolgt dann direkt in den jeweiligen Zulassungsverfahren. Nähere Informationen sind in Kürze über die DIBt-Internetseite erhältlich.

Bei den Feuerschutzabschlüssen zeichnet sich ein Trend zur Multifunktion ab. Viele Feuerschutzabschlüsse erfüllen zusätzlich die Anforderungen an den Rauchschutz, aber auch Wärmeschutz, Schallschutz und Außenanwendung sind zunehmend nachgewiesene Eigenschaften.

Bislang erfolgt im Zuge der Zulassungsverfahren die Klassifizierung der Feuerschutzabschlüsse nach DIN 4102-5. Sofern europäische Prüfungen vorliegen, könnte jedoch auch nach der europäischen Klassifizierungsnorm klassifiziert werden (dann jedoch nur für den direkten Anwendungsbereich gemäß Prüfnorm), z. B. E I_2 30 C5 (= feuerhemmender Abschluss).

Noch ist die Veröffentlichung der Produktnorm nicht absehbar. Trotzdem ist bereits jetzt ein allgemeiner Ausblick möglich. Nach Veröffentlichung der harmonisierten Produktnorm wird die Aufnahme in die Bauregelliste B Teil 1 erforder-

lich. In diesem Zusammenhang werden dann ggf. Festlegungen zur Verwendung der Produkte in Deutschland erforderlich. Für Feuerschutzabschlüsse, die unter die Produktnorm fallen, sind allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen in der heutigen Form dann nicht mehr erforderlich.

Hinsichtlich der Zuordnung der europäischen Klassifizierungen zu den nationalen bauaufsichtlichen Anforderungen ist Tabelle 2 in der Bauregelliste A Teil 1 Anlage 0.1.2 zu beachten.

Brandschutzverglasungen

Brandschutzverglasungen bestehen grundsätzlich aus einem oder mehreren lichtdurchlässigen Elementen, die mit Halterungen, Dichtungen und Befestigungsmitteln in einen Rahmen eingebaut werden. Nur in dieser Einheit spricht man von einer Brandschutzverglasung (eine Scheibe allein ist noch keine Brandschutzverglasung!).

Brandschutzverglasungen müssen spezielle Anforderungen hinsichtlich Raumabschluss, Entzündung und Grenzwerten der Temperaturerhöhung erfüllen. Die Erfüllung dieser Anforderungen ist in Brandprüfungen nach DIN 4102-13 bzw. der entsprechenden europäischen Prüfnorm EN 1364-1 nachzuweisen.

Ein aktuelles Thema in diesem Bereich ist die Absturzsicherheit. Der Nachweis der absturzsichernden Funktion von Brandschutzverglasungen ist prinzipiell im Zulassungsverfahren bzw. durch eine Zustimmung im Einzelfall zu führen. Die Beurteilung im Rahmen eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses ist nicht möglich. Die unterschiedlichen Brandschutzkonstruktionen sind in Anlehnung an die „Technischen Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen (TRAV)“, unter Berücksichtigung der im Oktober 2006 vom DIBt veröffentlichten Informationen (siehe www.dibt.de -> Kompetenzen -> Abteilung III -> Referat III 3 -> Brandschutzverglasungen), nachzuweisen.

Die seit einiger Zeit verfügbaren europäischen Produktnormen für Glas haben ebenfalls Auswirkungen auf den Zulassungsbereich. Eine Vielzahl der Glasnormen ist bereits in die Bauregelliste B Teil 1 aufgenommen worden; aufgrund von Mängel in diesen Normen sind jedoch i. d. R. weitere Nachweise für die Glasprodukte notwendig. Die CE-Kennzeichnung allein genügt häufig also nicht zur Verwendung der Glasprodukte in Deutschland. Es ist zu beachten, dass zur vollständigen CE-Kennzeichnung auch die Angaben zum Brandverhalten des Produktes gehören. Sofern jedoch alle Nachweise vorliegen, sind die bisherigen Produktregelungen im Zuge der sog. Mutterzulassungen im Bereich Brandschutzverglasungen entbehrlich.

Kabel- und Rohrabschottungen

Der Bereich der Kabel- und Rohrabschottungen ist im Laufe der Zeit sehr umfangreich geworden und zeichnet sich inzwischen dadurch aus, dass sehr unterschiedliche Konstruktionen mit verschiedenen Materialien behandelt werden.

Es existieren zugelassene Kabelabschottungen der Feuerwiderstandsklassen S 30 bis S 120 für Bauteilöffnungen mit Kabeln bzw. Kabeln und Rohren (sog. Kombischotts), z. B. Mörtelschotts, Weichschotts, Modulschotts, Kabelboxen, Formteilschotts, Kissenschotts, Ortschaumschotts, Spezialschotts sowie Abschottungen für Stromschienensysteme. Bei den Rohrabschottungen existieren bislang zugelassene Konstruktionen der Feuerwiderstandsklassen R 30 bis R 120 für Bauteilöffnungen mit Rohren, z. B. mechanische Abschottungen, Rohrmanschetten, Rohrbandagen, Formteilschotts, Spezialschotts, aber auch Abschottungen für Bauteilöffnungen mit Rohren in Verbindung mit Bodenabläufen bzw. Dachabläufen.

Der Bereich wird zunächst weiter durch nationale Zulassungen gekennzeichnet sein, europäische Regelungen sind jedoch auch möglich.

Auf Grundlage des Mandates der Europäischen Kommission zur Harmonisierung von Regelungen für Brandschutzprodukte wurde die Leitlinie für die europäischen technischen Zulassungen für Brandschutzprodukte zum Abdichten und Verschließen von Fugen und Öffnungen im Brandfall (ETAG 026) erarbeitet und verabschiedet. Seit Januar 2008 stehen verschiedene Teile der ETAG, u. a. auch der Teil 2 für Abschottungen, zur Verfügung und müssen nunmehr national umgesetzt werden. Die Bekanntmachung der Dokumente im Bundesanzeiger steht bevor. Für Abschottungen können also jetzt Anträge auf Erteilung einer europäischen technischen Zulassung gestellt und Zulassungen bearbeitet werden.

Ein aktuelles Thema im nationalen Bereich betrifft Abschottungen von Bauteilöffnungen mit brennbaren Rohren, die brennbare Gase enthalten. Der Grundsatzausschuss 1 des DIBt hat kürzlich beschlossen, dass Abschottungen für Bauteilöffnungen mit Erdgasversorgungsleitungen aus Kunststoff zunächst – unabhängig von der Konstruktionsart – über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen geregelt werden sollen. Die für die Verlegung von Erdgasversorgungsleitungen aus Kunststoff relevante Technische Regel für Gasinstallationen (TRGI Arbeitsblatt G 600) der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW) ist verfügbar. Damit sind die Voraussetzungen für die Erteilung von Zulassungen für die Abschottungen von Bauteilöffnungen mit den o. g. Rohrleitungen gegeben. Die Zulassungen gelten nur für den Anwendungsbereich Gasleitungen (Gase) gemäß der TRGI. Aus jetziger Sicht sind für diese Abschottungen keine zusätzlichen Brandprüfungen erforderlich, sofern die betreffenden Rohrmaterialen und -abmessungen für ein bestimmtes Abschottungssystem bereits mit Leerrohren geprüft wurden.

Brandschutzumhüllungen

Die zugelassenen Brandschutzumhüllungen (Z-19.22-….) bestehen aus speziellen Brandschutzgeweben - bestehend aus einem Glasfasergewebe und einem dämmschichtbildenden Baustoff, dessen Wirkungsweise auf der Bildung eines wärmedämmenden Schaumes im Brandfall beruht, so dass Spalten und Öffnungen ausgefüllt werden – und aus Befestigungsmitteln. Diese Brandschutzumhüllungen verhindern, insbesondere auf Grund der Wirkungsweise der dämmschichtbildenden Baustoffe, im Falle der Selbstentzündung von elektrischen Leitungen (Kabel) und Leitungsanlagen (Kabelanlagen) durch Kurzschluss oder Überhitzung die Brandausbreitung über die mit der Brandschutzumhüllung versehenen elektrischen Leitungen (Kabel) und Leitungsanlagen (Kabelanlagen) über mindestens …. Minuten. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Brandschutzgewebe schwerentflammbar (Baustoffklasse DIN 4102-B1) sind, ist über die Zulässigkeit der Anwendung der Brandschutzumhüllungen an elektrischen Leitungen oder Leitungsanlagen in Rettungswegen von der zuständigen Bauaufsichtsbehörde, z. B. im Zusammenhang mit dem Brandschutzkonzept, zu entscheiden.

Bauprodukte zum Verschließen von Überströmöffnungen

Die Bauprodukte zum Verschließen von Überströmöffnungen (Z-19.18-….) bestehen i. d. R. aus einem dämmschichtbildenden Baustoff, dessen Wirkungsweise auf der Bildung eines wärmedämmenden Schaums im Brandfall beruht, so dass Fugen und Spalten bzw. Öffnungen ausgefüllt werden. Diese Produkte sind immer im Zusammenhang mit dem jeweiligen Bauteil, in das sie eingebaut werden, brandschutztechnisch nachzuweisen. Auch unter Berücksichtigung des Einbaus der Bauprodukte zum Verschließen von Überströmöffnungen in die Bauteile müssen diese weiterhin die Anforderungen der jeweiligen Feuerwiderstands- bzw. Funktionserhaltsklasse erfüllen

Bauprodukte zum Verschließen von Überströmöffnungen werden nicht separat klassifiziert. Hinsichtlich der Verwendung gilt grundsätzlich Folgendes:

Die zugelassenen Bauprodukte zum Verschließen von Überströmöffnungen verhindern bei Zugrundelegung des Normbrandes nach DIN 4102-2 den Durchtritt von Feuer und Rauch über mindestens ..... Minuten, jedoch nicht den Durchtritt von Rauch unterhalb der Reaktionstemperatur des dämmschichtbildenden Baustoffs. Sie dürfen daher nur an Stellen eingebaut werden, wo nach bauaufsichtlichen Vorschriften diesbezüglich keine Bedenken bestehen, z. B.

- als Nachströmöffnung in Wänden notwendiger Flure, sofern sich die Öffnungen im unteren Wandbereich (max. 500 mm mittig über OKF) befinden,
- in Elektroinstallationskanälen zur Abfuhr einer möglichen Erwärmung, die sich aus innenliegenden Leitungskabeln ergibt,

- in Brandschutzgehäusen (Schaltschränken), ausgenommen in Treppenräumen,
- in Installationsschächten, wenn diese in Deckenebene geschossweise abgeschottet sind, oder
- in Installationskanälen, wenn diese abschnittweise im Bereich der raumabschließenden Bauteile abgeschottet sind, jedoch nicht in notwendigen Fluren.

Über die Zulässigkeit ihrer Verwendung, insbesondere hinsichtlich Anordnung und Größe im Bereich der Wände notwendiger Flure, entscheidet die zuständige Bauaufsichtsbehörde in jedem Verwendungsfall.

Bauprodukte zum Verschließen von Elektroinstallationsöffnungen

Die Produkte zum Verschließen von Elektroinstallationsöffnungen (Z-19.21-….) sind nach Maßgabe der bauordnungsrechtlichen Vorschriften zum Verschließen von Elektroinstallationsöffnungen in den nachgewiesenen feuerwiderstandsfähigen Bauteilen bestimmt. Sie verhindern – im einbaufertigen Zustand - bei Zugrundelegung des Normbrandes nach DIN 4102-2 den Durchtritt von Feuer und Rauch über mindestens 90 bzw. 60 bzw. 30 Minuten. Auch unter Berücksichtigung des Einbaus der Produkte zum Verschließen von Elektroinstallationsöffnungen in die entsprechenden Bauteile erfüllen diese weiterhin die Anforderungen der jeweiligen Feuerwiderstandsklasse.

Vorhänge

In diesem Bereich (Z-6.60-….) werden die sog. (Feuerschutz)-Vorhänge behandelt. Diese Konstruktionen dienen zum Verschließen von Öffnungen in feuerwiderstandsfähigen Bauteilen unter Berücksichtigung besonderer Bestimmungen gemäß Zulassung. Sie erfüllen nicht die Anforderungen an einen Feuerschutzabschluss und gelten daher im bauaufsichtlichen Sinne nicht als feuerhemmend oder hochfeuerhemmend oder feuerbeständig.

Der Vorhang verhindert den Flammen- und Brandgasdurchtritt über mindestens 30 (bzw. 60 bzw. 90) Minuten, jedoch nicht den Durchtritt von Wärme, so dass er sich auf der dem Feuer abgekehrten Seite über die in DIN 4102-5 angegebenen Maximaltemperaturen erwärmt und somit das Entzünden brennbarer Baustoffe im Bereich des Vorhanges nicht ausgeschlossen werden kann. Der Durchtritt der Wärme kann – in Abhängigkeit der Einbausituation – zu Behinderungen bei der Flucht von Personen und beim Feuerwehreinsatz führen. Der Vorhang darf nicht in Rettungswegen verwendet werden. Er darf nur an Stellen eingebaut werden, wo nach bauaufsichtlichen Schutzzielen unter Berücksichtigung seiner Eigenschaften keine Bedenken bestehen.

Da in der Regel bei der Verwendung des Vorhanges eine Abweichung von bauordnungsrechtlichen Vorschriften vorliegt, hat über die Zulässigkeit – insbesondere hinsichtlich Anordnung und Größe - die zuständige Bauaufsichtsbehörde in jedem Verwendungsfall zu entscheiden. Im Rahmen dieser Entscheidung ist insbesondere zu prüfen, ob und unter welchen Voraussetzungen auf die Anforderungen an einen Feuerschutzabschluss verzichtet werden kann.

Feuerwiderstandsfähige Abschlüsse besonderer Bauart und Verwendung

Gegenstand dieses Zulassungsbereiches (Z-6.50-…) werden besondere Abschlüsse sein, z. B. sog. Überströmklappen. In den erteilten Zulassungen werden die bauordnungsrechlichen Leistungseigenschaften dieser Abschlüsse beschrieben; es kann jedoch keine Klassifizierung erfolgen.

Bei diesen konkreten Abschlüssen handelt es sich um feuerwiderstandsfähige Klappen, die im Brandfalle in Verbindung mit einer entsprechenden Rauchauslöseeinrichtung schließen und somit die Übertragung von Feuer und Rauch durch die Wand- oder Deckenöffnung verhindern.

Da die Verwendung dieser Abschlüsse jedoch i. d. R. eine Abweichung von den geltenden bauordnungsrechtlichen Vorschriften bedeutet, ist über ihre Verwendung in jedem konkreten Falle von der zuständigen Bauaufsichtsbehörde zu entscheiden, z. B. im Zusammenhang mit dem Brandschutzkonzept.

FAZIT

In den Zulassungsbereichen und Zulassungsverfahren spiegeln sich die Veränderungen und Innovationen im Bauwesen wider. Die Konstruktionen werden ständig weiterentwickelt, so dass die Zulassungen angepasst werden müssen. Anderseits werden neuartige Konstruktionen und Produkte geschaffen, so dass neue Zulassungsbereiche entstehen.

Ein weiterer Einflussfaktor sind die europäischen Regelungen. Für eine Vielzahl von Produkten und Konstruktionen sind bereits europäische harmonisierte Normen oder europäische technische Zulassungen vorhanden oder in Vorbereitung. Für diese Produkte und Konstruktionen können dann ggf. die nationalen Zulassungen entfallen.

Das Deutsche Institut für Bautechnik unterhält unter www.dibt.de eine umfassende und fortlaufend aktualisierte Serviceseite, auf der auch entsprechende Informationen aus den Zulassungsbereichen oder zu neuen Zulassungsbereichen veröffentlicht werden (siehe Auszug aus der Homepage).

DIBt
40 Jahre
DIBt Deutsches Institut
für Bautechnik
Über DIBt | Aktuelles | Service | Kompetenzen | Zulassungen | PÜZ-Stellen | Europa
Kontakt
Impressum
Suchen:
Abteilung I
Abteilung II
Abteilung III
Referat 1
Referat 3
Referat 4
Referat 5
Abteilung Z
Abteilung III Referat 3
Produktspez. Hinweise als
Referatsleitung:
Frau Bolze
Tel +49 30 78730 241
Fax +49 30 7873011 241
E-mail mbl@dibt.de
Unsere Arbeitsgebiete:
Brandverhalten von Bauteilen, Begrenzung der Brandausbreitung, Brandsicherheit
Brandschutzverglasungen
Feuerschutzabschlüsse
Feuerschutzabschlüsse im Zuge bahngebundener Förderanlagen
Abschlüsse in feuerbeständigen Fahrschachtwänden
Feststellanlagen für Feuer- und Rauchschutzabschlüsse
Kabelabschottungen, Kombiabschottungen
Rohrabschottungen
Aktuelles/ Wissenswertes
Information zum Zulassungsverfahren für Feststellanlagen
Information an alle Antragsteller im Zulassungsbereich Brandschutzverglasungen
Das modifizierte Zulassungsverfahren für Feuerschutzabschlüsse
Antragsformulare für Kabelabschottung, Kombiabschottung, Rohrabschottung mit Ablauf, Rohrabschottung, Stromschienenabschottungen

BEMESSUNG VON HOHEN, RAUMABSCHLIESSENDEN TRENNWÄNDEN IN METALLSTÄNDERBAUWEISE

Alex-W. Gutsch und Annette Rohling
Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA), Braunschweig

EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten finden Trockenbausysteme im Ausbau aufgrund der baulichen Gegebenheiten, der vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten und der flexiblen Nutzung eine immer größere Anwendung. Der Trockenbau gewinnt aufgrund dieser Vorteile auch im Gewerbe- und Industriebau zunehmend an Bedeutung. Hier werden große Wandhöhen bis zu etwa 12 m gefordert, die über die normalen Geschosshöhen weit hinaus gehen. Diese können auch prüftechnisch oft nicht mehr untersucht werden. Deshalb müssen die Versuche durch Berechnungsmodelle ergänzt werden. Dabei werden die Berechnungsmodelle aus Versuchen abgeleitet und kalibriert, um damit eine Extrapolation über die experimentellen Ergebnisse hinaus vornehmen zu können. Neben Anforderungen an die Tragfähigkeit müssen die Trockenbausysteme auch Anforderungen hinsichtlich Schallschutz, Wärmeschutz und Brandschutz erfüllen.

Für die Tragfähigkeit bei Normaltemperatur liegen erste anwendbare Berechnungsmodelle inzwischen vor. Für die Abschätzung von Tragfähigkeit und Wandhöhen unter Einbeziehung der Brandschutzaspekte gibt es erste Ansätze. Ziel von Experimenten und Berechnungen ist stets die Angabe von zulässigen Wandhöhen, mit denen die Anforderung an die Tragfähigkeit bei Normaltemperatur und unter Brandbeanspruchung eingehalten wird.

Bild 1 Beispiel für die Gestaltungsmöglichkeit mit Trockenbausystemen

BESCHREIBUNG DER WANDKONSTRUKTION

Bei den im Folgenden betrachteten Wänden handelt es sich um Wände mit einer Metallunterkonstruktion (Ständer und Riegel) und einer beidseitigen Beplankung aus Gipskartonplatten (GKF) oder Gipsfaserplatten und ggf. einer Mineralwolleisolierung. Der Achsabstand der Ständerprofile beträgt für die genormten Konstruktionen einheitlich a = 625 mm. Die Zubehörteile der Wände, wie die Wand- und Deckenprofile, die Schnellbauschrauben und Klammern sind in DIN 18182 geregelt.

Es wird zwischen Einfachständerwänden mit einer in einer Ebene angeordneten Unterkonstruktion und Doppelständerwänden mit in zwei parallelen Ebenen angeordneten Ständern unterschieden. Leichte Trennwände mit einseitiger Beplankung, die als Abschluss von Installationsschächten (sog „Schachtwände“) eingesetzt werden, sollen in diesem Beitrag nicht betrachtet werden.

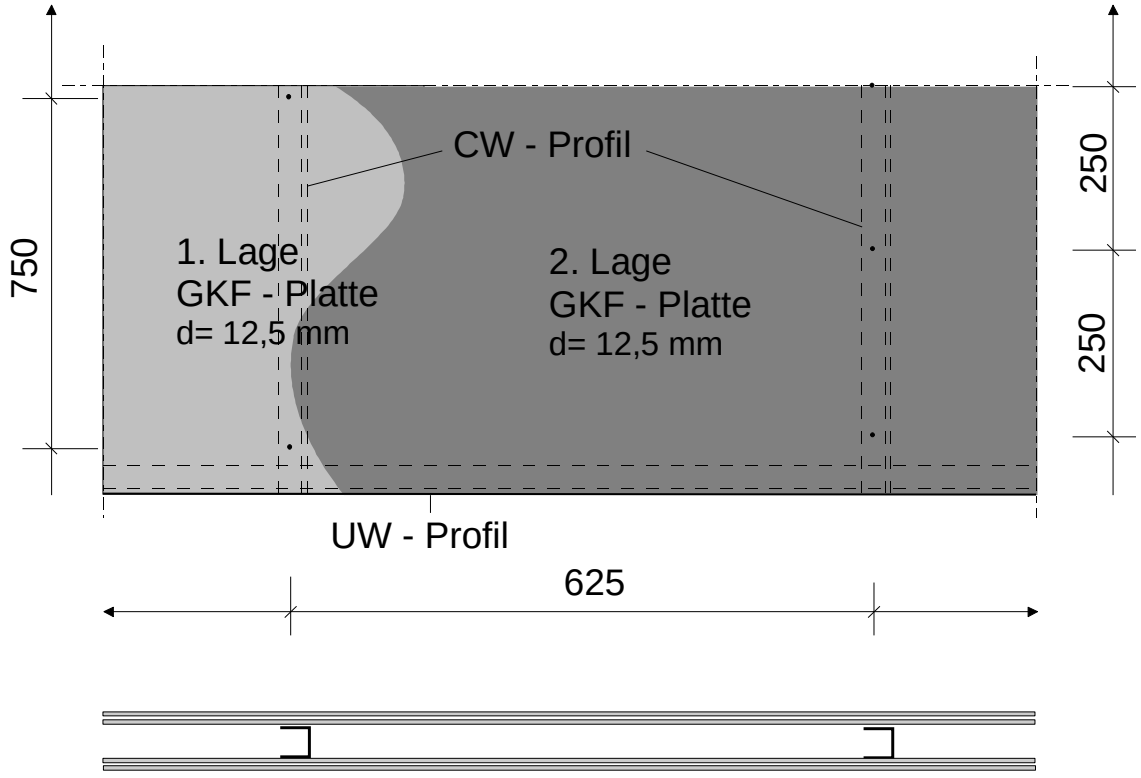


Bild 2 Aufbau einer leichten Trennwand

DERZEITIGE REGELUNGEN

Nachweise für Bedingungen bei Normaltemperatur

Regelungen für die Ausführung von Wänden in Trockenbauweise finden sich in DIN 18183:2008-01. In dieser Norm sind die Wandhöhen und darüber hinaus Ausführungsdetails, z. B. gleitende Anschlüsse und Dehnfugen, festgelegt. Für

die in DIN 18183 geregelten Wände gelten die Anforderungen der Tragfähigkeit bei Normaltemperatur nach DIN 4103-1:1984 als erfüllt. In der Tabelle 1 sind als Auszug aus der DIN 18183 die Angaben für Einfachständerwände wiedergegeben. Die maximal zulässige Wandhöhe ist abhängig von dem Wandprofil, der Beplankungsdicke und dem Einbaubereich nach DIN 4103-1. Die Wandhöhe wird auch durch eine Begrenzung der Wanddurchbiegung mitbestimmt. Für den Einbaubereich gilt

- Einbaubereich 1: für Bereiche mit geringer Menschenansammlung, p_1 = 0,5 kN/m,
- Einbaubereich 2: für Bereiche mit großer Menschenansammlung, p_2 = 1,0 kN/m.

Tabelle 1 Maße von Metallständerwänden nach DIN 18183 (Einfachständerwände)

Wandprofil nach DIN 18182-1	Beplankungsdicke	Wanddicke	Max. Wandhöhe in mm für Einbaubereich		Durchbiegung infolge Belastung nach DIN 4103-1 für Einbaubereich	
	mm	mm	1	2	1	2
CW 50x50x06	12,5	75	3000	2750	$f \leq h/_{500}$	$h/_{350} < f \leq h/_{500}$
CW 50x50x07	12,5	75	3000	2600	$f \leq h/_{500}$	$h/_{500} < f \leq h/_{350}$
CW 50x50x06	2 x 12,5	100	4000	3500	$f \leq h/_{500}$	$h/_{350} < f \leq h/_{500}$
CW 50x50x07	2 x 12,5	100	4000	2600	$f \leq h/_{500}$	$f \leq h/_{500}$
CW 75x50x06	12,5	100	4500	3750	$f \leq h/_{500}$	$f \leq h/_{500}$
CW 75x50x06	2 x 12,5	125	5500	5000	$f \leq h/_{500}$	$h/_{350} < f \leq h/_{500}$
CW 75x50x06	2 x 12,5	125	5500	3750	$f \leq h/_{500}$	$f \leq h/_{500}$
CW 100x50x06	12,5	125	5000	4250	$f \leq h/_{500}$	$f \leq h/_{500}$
CW 100x50x07	2 x 12,5	150	6500	5750	$f \leq h/_{500}$	$f \leq h/_{500}$

Zusätzlich zu den Lasten aus dem Einbaubereich 1 und 2 sind gemäß DIN 4103-1 Windlasten, Konsollasten und Stoßlasten bei der Berechnung von Leichtwandkonstruktionen zu berücksichtigen.

Windlast

Trennwandsysteme, die durch große Öffnungen (z. B. große Toröffnungen) einer Windbeanspruchung (DIN 1055-4:2005-03) ausgesetzt sind, müssen gemäß DIN 4103-1 für eine Windlast mit halbem Staudruck nachgewiesen werden.

Konsollast (leichte und sonstige Konsollasten)

Trennwände sind für leichte Konsollasten (z.B. aus Buchregalen) mit einer maximalen Konsollast von 0,4 kN/m für einlagige bzw. 0,7 kN/m für zweilagige Konstruktionen (oder $d_{Beplankung} > 18$ mm) und einer maximalen vertikalen Wirkungslinie von 0,3 m von der Wandoberfläche nachzuweisen. Größere Konsollasten mit abweichenden Auskragungen sind gemäß DIN 18183, Bild 11 zu bestimmen.

Stoßlasten

Trennwände müssen stoßartigen Belastungen widerstehen. Dabei wird zwischen folgenden zwei Stoßbelastungen differenziert:

- Weicher Stoß, z. B. aus dem Anprall eines menschlichen Körpers.

Es ist der Nachweis zu führen, dass die Widerstandsenergie der Trennwand E_R dem durch den Stoß übertragenen Energieanteil $\alpha' \cdot E_{Basis}$ entgegenstehen kann.

- Harter Stoß, z. B. aus dem Anprall harter Gegenstände.

Der harte Stoß durch den Aufprall einer kleinen, kompakten Masse bei großer Geschwindigkeit dient zur Beurteilung des Verhaltens der Wandkonstruktion hinsichtlich örtlich begrenzter Zerstörungen.

Erforderliche Versuche

Gemäß DIN 4103-1, Abschnitt 5, sind mindesten drei Versuche je Wandtyp durchzuführen. Bei genauer Anwendung der DIN 4103-1 hätte dieses Vorgehen bei der Vielzahl von Konstruktionsvarianten eine große Anzahl von Versuchen zur Folge. Dies ist in der Praxis unrealistisch aufwändig und ist meist nicht finanzierbar. Deshalb ist es erforderlich, das Tragverhalten von Wänden in Ständerbauweise nicht nur durch Experimente, sondern ergänzend auch durch Berechnungsansätze abzuschätzen.

Nachweise für Bedingungen unter Brandbeanspruchung

Leichte Trennwände mit einer Beplankung aus Gipskartonplatten, die DIN 18183 (und damit auch DIN 4103-1) entsprechen, erfüllen auch Anforderungen an den Feuerwiderstand, wenn eine nichtbrennbare Mineralwolledämmung mit einem Schmelzpunkt $\geq 1000°C$ eingebaut ist und die Ausführungsregeln nach DIN 18181 und DIN 18182 beachtet werden. Die Feuerwiderstandsklasse ist in Abhängigkeit von der Beplankungsdicke und der Dämmung in DIN 4102-4: 1994-03, Tabelle 48 angegeben. Diese Tabelle ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle 2 Maße von Metallständerwänden (nach DIN 4102-4)

Konstruktionsmerkmale	Feuerwiderstandsklasse				
	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180
Mindestbeplankungsdicke in mm	12,5	2 x 12,5	15 + 12,5	2 x 18	3 x 12,5
Mindestdämmdicke in mm / Mindestrohdichte in kg/m^3	40 / 30	40 / 40	40 / 40	40 / 40	80 / 50 oder 60 / 100
Mindestbeplankungsdicke in mm			2 x 12,5	2 x 15	
Mindestdämmdicke in mm / Mindestrohdichte in kg/m^3			80 / 30 oder 60 / 50 oder 40 /100	80 / 50 oder 60 / 100	

Für die Verwendbarkeit von leichten Trennwänden in Metallständerbauweise mit Gipskartonplatten oder Gipsfaserplatten, die durch ihre Konstruktion über die DIN 18183 bzw. DIN 4102-4 hinausgehen bzw. davon abweichen, werden auf der Basis von Brandprüfungen allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse erstellt.

RECHNERISCHER ANSATZ ZUR BESTIMMUNG DER TRAGFÄHIGKEIT UNTER NORMALTEMPERATUR

Tragverhalten

Bild 3 zeigt einen Belastungsversuch an einer h_{Wand} = 4 m hohen Trennwand. Die horizontale Holmlast wird über eine Quertraverse in h_{Holm} = 0,9 m eingeleitet.

Bild 4 zeigt die typische Lastverformungskurve im Versuch für eine 4 m hohe leichte Trennwandkonstruktion. Das Wandsystem wird über eine linienförmige statische Streifenlast in 0,9 m Höhe belastet.

Bild 3 Seitenansicht, Belastungsversuch an einer 4 m hohen Trennwand

Charakteristisch für die in Bild 4 dargestellte Lastverformungskurve sind die drei klar zu unterscheidenden Bereiche des Tragverhaltens. Bis zum Lastmaximum (vgl. Bild 4 Bereich 1) verhält sich die Konstruktion quasi linearelastisch. Nach einem Lastabfall (vgl. Bild 4, Bereich 2 und 3) schließt sich ein Bereich plastischen Verformungsverhaltens bis zum völligen Versagen der Trennwandkonstruktion an.

Kennzeichnend für den Bereich 1 der Lastverformungskurve ist die Abtragung der Horizontalbeanspruchung durch Biegebeanspruchung des Ständerprofils sowie der durch die Schrauben nachgiebig angeschlossenen Beplankung. Die aus der Beanspruchung auf das Ständerprofil resultierende Biegebeanspruchung führt zu einem Ausfall der druckbeanspruchten Querschnittsteile in Abhängigkeit von der Steigerung der Horizontalbeanspruchung und einer daraus resultierenden Spannungsumlagerung im Ständerprofil.

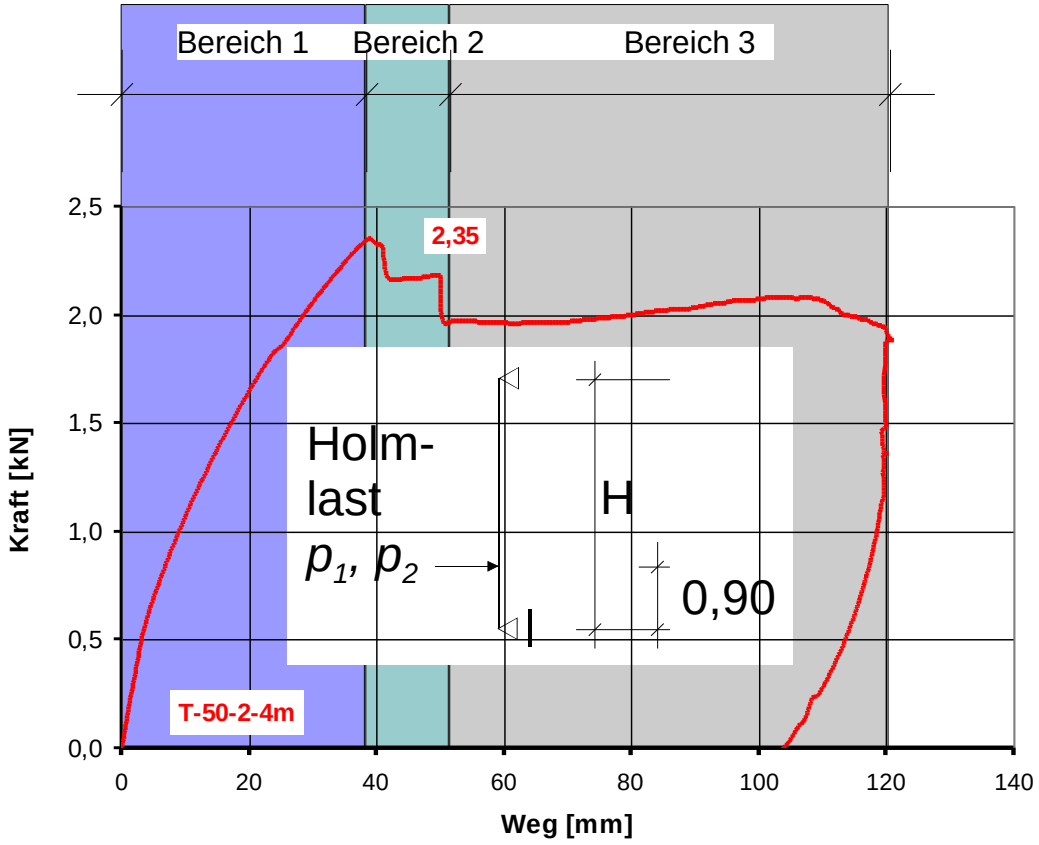


Bild 4 *Lastverformungskurve einer beidseitig einfach beplankten Trennwandkonstruktion, belastet durch eine Linienbelastung in 0,9 m Höhe*

Tragmodell

Die maßgebenden Faktoren für das Tragverhalten einer Trennwandkonstruktion unter linienförmiger Belastung, insbesondere die Biegesteifigkeit und die Resttragfähigkeit des Verbundquerschnittes, ergeben sich aus der Größe bzw. dem Verhältnis der Elastizitätsmoduli von Unterkonstruktion und Beplankung sowie der Nachgiebigkeit der für den Querschnitt verwendeten Schrauben zwischen den dünnwandigen CW-Profilen und der Beplankung.

Der wesentliche Teil des Tragverhaltens zum Nachweis der Anforderungen bei Normaltemperatur ist der quasi linear-elastische Bereich der Last-Verformungskurve, Bild 4, Bereich 1. Bei der Modellierung müssen dabei die Effekte des veränderlichen Verschiebungsmoduls und die Resttragfähigkeit des CW-Profils erfasst werden. Zur vollständigen Beschreibung des Tragverhaltens muss darüber hinaus auch das plastische Tragverhalten (vgl. Bild 4, Bereich 2 und 3) rechnerisch beschrieben werden. Bild 5 zeigt in einer Skizze den typischen Verlauf der Spannungen (zur besseren Übersicht Zugspannungen hell und Druckspannungen dunkel dargestellt) über die Querschnittshöhe für einen Verbundquerschnitt.

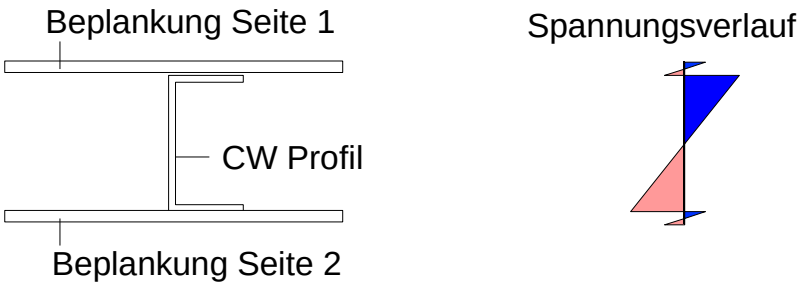


Bild 5 *Skizze Trennwand Verbundquerschnitt und Darstellung des Spannungsverlaufs für einen Verbundquerschnitt über die Querschnittshöhe*

Berechnungsmodell

Das quasi linearelastische Tragverhalten im Bereich 1 der Lastverformungskurve (vgl. Bild 4) kann aus den Berechnungsgrundlagen für zusammengesetzte Querschnitte aus dem Holzbau gem. DIN 1052 berechnet werden. Der Verbund zwischen Beplankung und Profil ist einer der wichtigen Faktoren zur Berechnung der Steifigkeit der Konstruktion.

Verschiebungsmodul

Zur Einschätzung des Verbundes zwischen CW-Profil und Beplankung ist die Kenntnis des sogenannten Verschiebungsmoduls zwischen Beplankung und Ständerprofil von entscheidender Bedeutung. Bild 6 zeigt exemplarisch das Ergebnis eines Scherversuches zwischen Beplankung und Ständerprofil in der Form einer Lastverschiebungskurve. Deutlich zu sehen ist der Zusammenhang zwischen Verschiebungsmodul und Zug- bzw. Scherkraft.

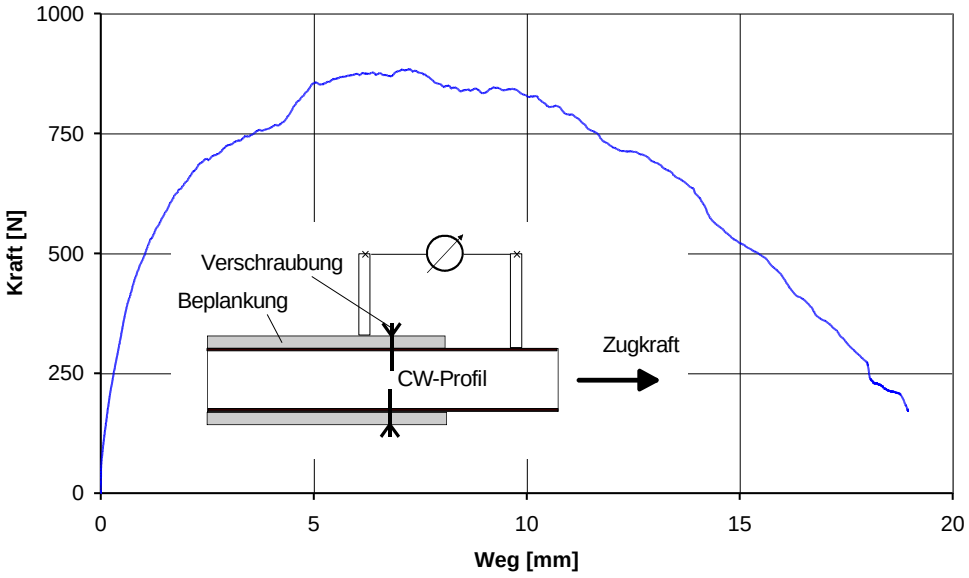


Bild 6 *Last-Verschiebungsdiagramm aus Scherversuch*

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis der Verformungen wird im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für drei Lastfallkombinationen geführt (Bild 7).

Lastfallkombination 1: Holmlast Einbaubereich 1 + Konsollast,

Lastfallkombination 2: Holmlast Einbaubereich 2 + Konsollast,

Lastfallkombination 3: Windlast + Konsollast.

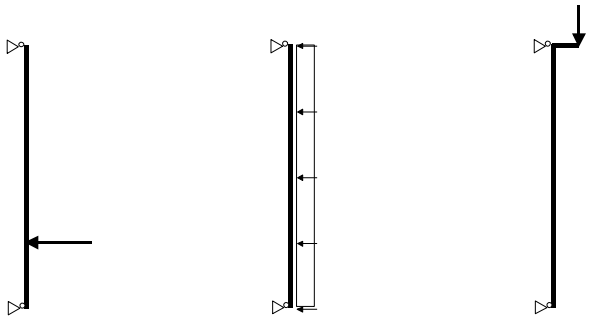


Bild 7 Skizzenhafte Darstellung der Lastfälle der Berechnung

Zusätzlich werden in DIN 18183 drei verschiedene Verformungsklassen für leichte Trennwandkonstruktionen definiert.

- Verformungsklasse 1: max. zulässige Durchbiegung H / 200,
- Verformungsklasse 2: max. zulässige Durchbiegung H / 350,
- Verformungsklasse 3: max. zulässige Durchbiegung H / 500.

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit wird der Nachweis der zulässigen Verformungen für drei Lastfallkombinationen mit drei Verformungsklassen geführt.

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Die Bruchlast gemäß DIN 4103-1 muss um den Faktor γ = 1,50 größer sein als die Gebrauchslast. Als Bruchlast wird derjenige Zustand definiert, bei dem eine Laststeigerung nicht mehr möglich ist [3].

Vergleich Berechnung und Versuch

Bild 8 zeigt einen Versuch an einer h_{Wand} = 8 m hohen leichten Trennwand. Bei diesem Versuch wurde die horizontale Last bei h_{Holm} = 4 m eingeleitet, um einen Vergleich der Steifigkeiten für Wände mit Holmlasten h_{Holm} = 0,9 m und z. B. Windlasten führen zu können. Bild 9 zeigt den ähnlichen Verlauf der Steifigkeiten für eine horizontale Lasteinleitung bei h_{Holm} = 0,9 m und in Wandmitte h_{Holm} = 4 m.

Bild 8 *Seitenansicht auf die Presse, die Quertraverse und den Prüfstand. Für die Prüfung ist eine 8 m hohe Trennwand in den Prüfstand eingebaut, die in einer Höhe von 4 m durch eine Linienlast beansprucht wird.*

Bild 10 zeigt exemplarisch einen Vergleich der Berechnungsergebnisse mit Versuchsergebnissen der MPA Braunschweig für eine leichte Trennwandkonstruktion. Dargestellt sind als Punkte die Stützstellen der Versuchsergebnisse der 2 m, 4 m und 8 m hohen Wände.

Auf der X-Achse sind berechnete Biegesteifigkeiten und auf der Y-Achse sind die dazugehörigen anhand von Versuchen ermittelten Biegesteifigkeiten für Wände mit 2 m, 4 m und 8 m Höhe aufgetragen. Zusätzlich die Winkelhalbierende in das Diagramm eingefügt. Durch die Winkelhalbierende wird deutlich, wie genau die Berechnungsergebnisse mit den Versuchsergebnissen übereinstimmen.

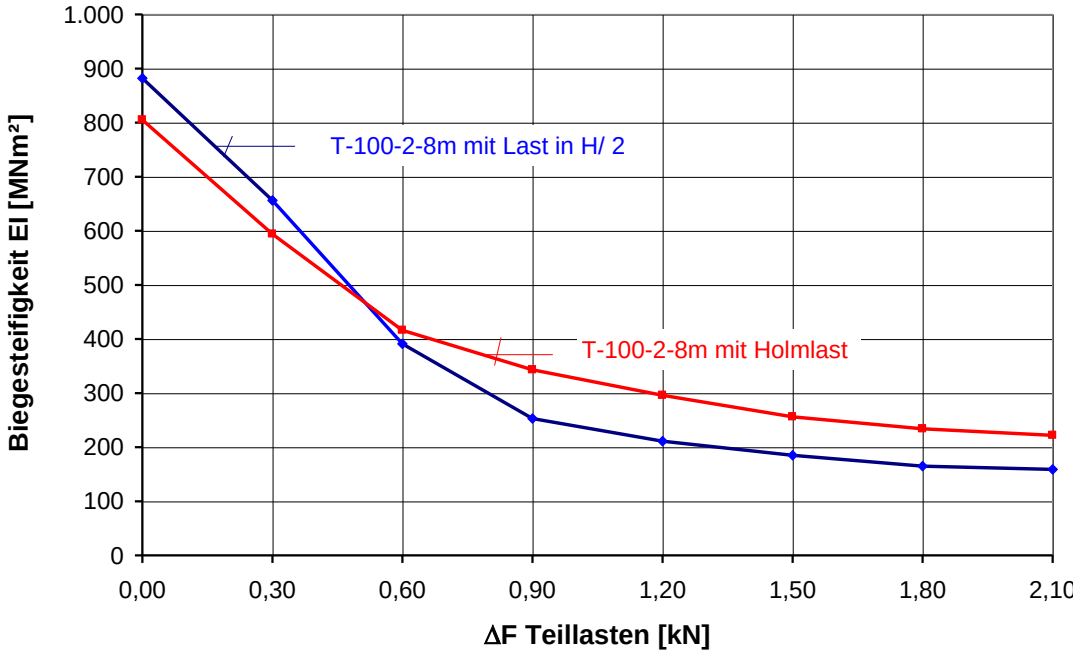


Bild 9 *Vergleich der Biegesteifigkeiten für eine h_{Wand} = 8 m hohe Trennwand mit Last in Holmhöhe h_{Holm} = 0,9 m und in Wandmitte bei h_{Holm} = 4 m.*

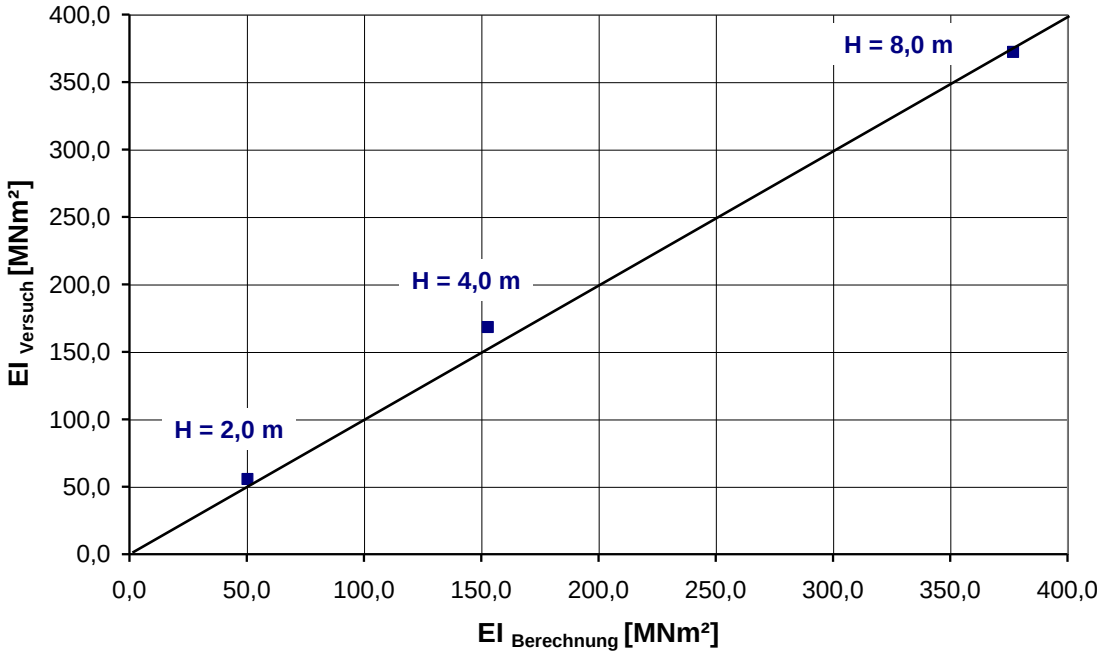


Bild 10 *Vergleich der Steifigkeiten aus Versuch und Berechnung bei verschiedenen Wandhöhen*

BESTIMMUNG DER TRAGFÄHIGKEIT UNTER BRANDBEANSPRUCHUNG

Brandprüfungen an Wänden unterschiedlicher Höhe

Leichte Trennwände in Metallständerbauart mit beidseitiger Beplankung, die von den Vorgaben in DIN 4102-4 abweichen, werden nach DIN 4102-2 in der Regel mit einer Wandhöhe von 3 m geprüft. Nach einer „Faustformel“ wird bei einem Vorhaltemaß von x Minuten Branddauer und einer Durchbiegungsbegrenzung eine Höhe von 5 m im Allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis zugelassen. Vergleicht man dies mit den genormten Vorgaben nach DIN 18183 und DIN 4102-4, so ist eine 100 mm dicke F 90-Konstruktion mit CW50x50x06, beidseitiger Beplankung aus 2 x 12,5 mm dicken Gipskartonplatten und einer Mineralwolledämmung mit D = 40 mm und ρ = 100 kg/m^3 im Einbaubereich 1 nur bis zu einer Höhe von 4 m möglich.

Weiter liegen Brandprüfungen an leichten Trennwänden mit Gipskartonplatten mit Höhen von etwa h_{Wand} = 5,6 m und mit Höhen von etwa h_{Wand} = 7 m vor.

Aus der Vielzahl von Brandprüfungen an leichten Trennwänden und aus der Kenntnis des Verhaltens der Gipskartonplatten bei hohen Temperaturen lässt sich das Verhalten der Wandkonstruktion wie folgt beschreiben:

Das Verhalten von Gipskartonplatten unter hohen Temperaturen wird im Wesentlichen durch das Kristallwasser im Gefüge (ca. 20 M.-%) bestimmt. Dieses Wasser wird bei Temperaturen von 100 - 150°C ausgetrieben, was bei der Temperaturmessung auf der dem Feuer abgewandten Seite zu einer „Haltephase“ führt. Erst nach Ablauf dieser Reaktion steigt die Temperatur im Bauteil und auf der Oberfläche der Kaltseite wieder an. Das Austreiben des Kristallwassers und die folgenden Reaktionen führen zur Rissbildung in den Platten auf der Feuerseite, zunächst zu einem teilweisen und später zu einem vollständigen Abfall der Platten. Auswertungen von Beobachtungen während der Brandprüfungen ergeben im Mittel einen Abfall der 1. Plattenlage nach 55 bis 65 Minuten. Infolge der Temperaturdifferenz über den Bauteilquerschnitt und der daraus resultierenden Materialdehnung verformt sich das Bauteil in Richtung Brandraum. Im späteren Prüfablauf bildet sich die Verformung in Richtung Brandraum zurück und es entsteht eine Verformung in Richtung Kaltseite. Die Durchbiegung der Wandkonstruktion ist neben dem Verhalten der Materialien im Wesentlichen bestimmt durch die Lagerungsbedingungen (zwei-, drei- oder vierseitig gehaltene Wand) und die Abmessungen der Wand (Tragverhalten in Abhängigkeit vom Verhältnis H/B).

In der MPA Braunschweig wurde eine Brandprüfung an einer 7 m hohen, zweiseitig gehaltenen (oben und unten) Wandkonstruktion mit CW100-Profilen, einer 80 mm dicken nichtbrennbaren Mineralfaserdämmung und einer beidseitigen Beplankung aus 2 x 12,5 mm dicken Gipskartonplatten durchgeführt. Damit ergibt sich die Wanddicke zu 150 mm. Der Ständerabstand betrug 625 mm. Bei dieser Prüfung wurden zusätzlich zu den nach Norm geforderten Temperatur- und Verformungsmessungen die Temperaturen innerhalb der Konstruktion und

die Verformungen in verschiedenen Höhen gemessen. In Bild 11 ist die zeitabhängige Temperaturentwicklung über die Wanddicke in mittlerer Bauteilhöhe aufgetragen. Bild 12 zeigt die Verformung über die Bauteilhöhe. Aufgrund der Brandprüfung kann die Wandkonstruktion in die Feuerwiderstandsklasse F 90 eingestuft werden.

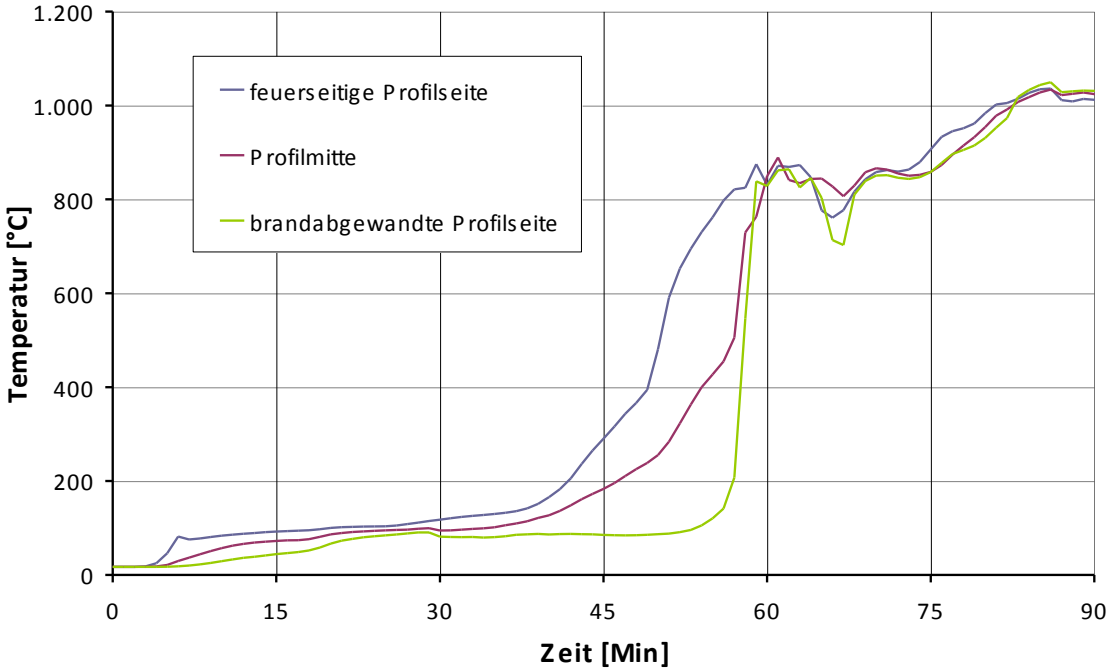


Bild 11 Zeitabhängige Temperaturentwicklung über die Wanddicke.

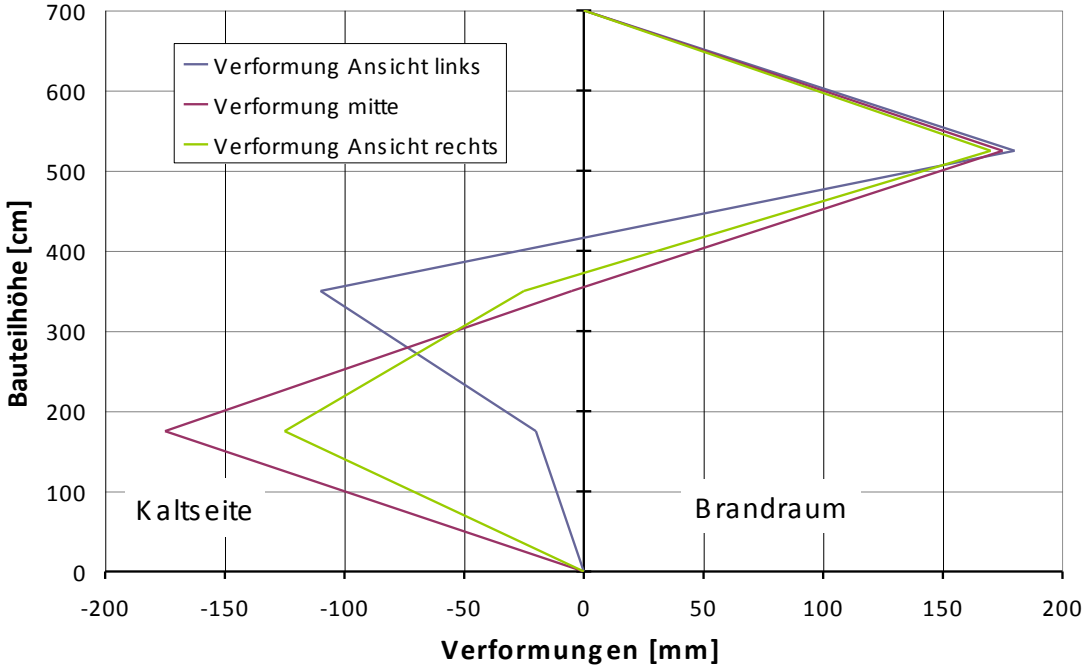


Bild 12 Verformung der Wandkonstruktion über die Höhe.

Die Prüfergebnisse zeigen das erwartete Temperaturplateau bei etwa 100°C. Erreichen die Temperaturen 300°C, kommt es zu einem plötzlichen Temperaturanstieg, was auf das vollständige Abfallen der Beplankung auf der Feuerseite zurückzuführen ist. Für den im nächsten Abschnitt beschriebenen Rechenansatz wurde das aus dieser Prüfung abgeleitete Versagen der Beplankung auf der Feuerseite bei 300°C angenommen.

Die geprüfte Wandkonstruktion wurde so gewählt, dass mindestens die Konstruktion nach DIN 18183 abgedeckt ist (CW100, Wanddicke 150 mm, 2 x 12,5 mm dicke Beplankung, Höhe 6,5 m für Einbaubereich 1). Zudem entspricht die geprüfte Konstruktion etwa der mit dem vorgestellten Tragmodell für den Kaltzustand ermittelten Konstruktion (CW100, Wanddicke 150 mm, 2 x 12,5 mm dicke Beplankung, Höhe 7,35 m für eine Durchbiegungsbegrenzung von h/350).

RECHENANSÄTZE ZUR BESTIMMUNG DER TRAGFÄHIGKEIT UNTER BRANDBEANSPRUCHUNG

Versagenskriterien

Nach der DIN 4102-2:1977-09 wird das Brandverhalten von Bauteilen durch die Feuerwiderstandsdauer gekennzeichnet. Danach müssen nichttragende, raumabschließende Bauteile über den Klassifizierungszeitraum

- den Raumabschluss wahren,
- die Tragfähigkeit erhalten und
- das Temperaturkriterium einhalten.

Der Raumabschluss bleibt gewahrt, wenn über die Prüfdauer ein an der Kaltseite angehaltener Wattebausch sich nicht entzündet und keine Flammen auftreten. Nichttragende Konstruktionen dürfen während der Prüfung unter ihrer Eigenlast nicht zusammenbrechen. Um das Temperaturkriterium einzuhalten, darf auf der dem feuerabgewandten Seite die Temperatur im Mittel nicht über 140 K und im Einzelwert nicht über 180 K über die Anfangstemperatur ansteigen.

Um das Verhalten einer Trennwandkonstruktion im Brandfall rechnerisch erfassen zu können und Aussagen über eine zu erreichende Feuerwiderstandsdauer machen zu können, muss die sich im Versuch einstellende Temperaturverteilung über den Querschnitt berechnet werden. Weiter müssen das Tragverhalten und die Verformung der Konstruktion (Ständerprofil, Verbund Ständer und Beplankung) unter Temperatur modelliert werden.

Modellansatz für Temperaturverteilung in der Wand

Für die Berechnung des Temperaturdurchgangs durch das Bauteil unter Brandbeanspruchung gibt es in der Literatur verschiedene Ansätze. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde versucht, die Temperaturverteilung über die Bauteildicke zu

ermitteln. Unter Annahme der in der Literatur aufgeführten Materialeigenschaften für die Gipskartonplatten wurde mit dem Programm FIRES-T die Temperaturverteilung berechnet. Dabei zeigte sich, dass die Temperaturen stark unterschätzt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den Ansätzen die Entfestigung und das Abfallen der Gipskartonplatten nicht berücksichtigt werden.

Um diese beiden Vorgänge zu simulieren, wurden die Wärmeleitfähigkeit λ und die spezifische Wärmeleitfähigkeit c über die Temperatur im Vergleich zu den Literaturwerten verändert. Die Rohdichte wurde als konstant angenommen. Auch mit diesen Anpassungen der thermischen Eigenschaften gelingt es, wie Bild 13 zeigt, nur bedingt, die bei der Bauteilprüfung am Metallständer gemessenen Temperaturen abzubilden. Insbesondere das Ansteigen der Temperatur nach dem Abfallen der Gipskartonplatten wird mit diesem Ansatz nicht erfasst, da der Plattenquerschnitt als konstant angenommen wurde.

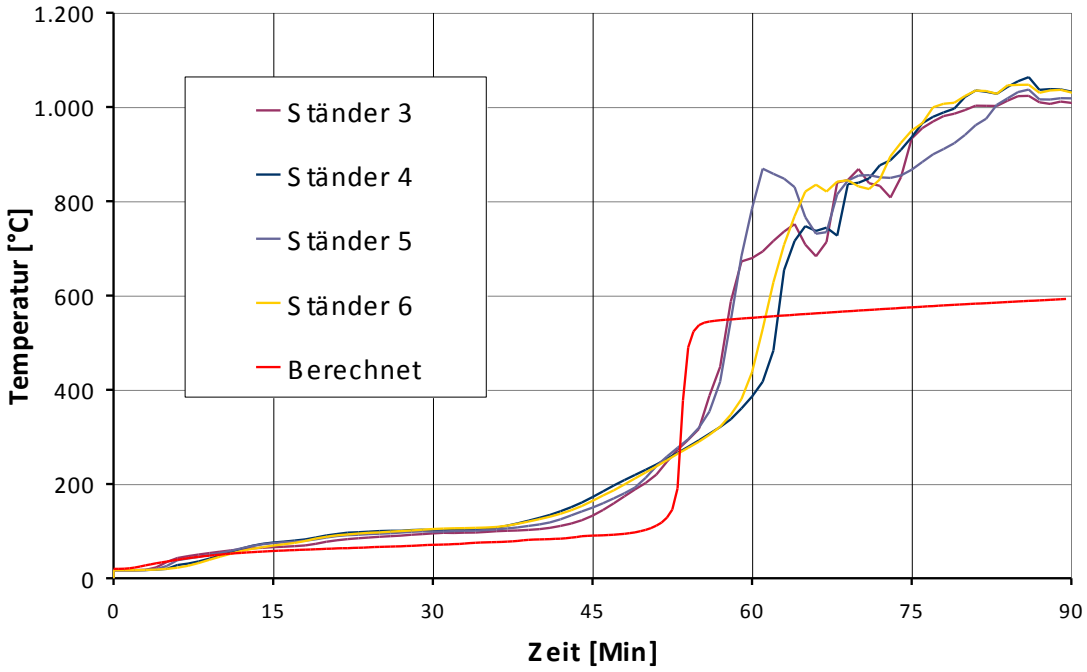


Bild 13 *Vergleich der gemessenen und der mit angepassten thermischen Kennwerte berechneten Temperaturen*

Um die Temperaturverteilung im Bauteil besser erfassen zu können, muss in das Rechenmodell das Abfallen der Beplankung auf der Feuerseite integriert werden. Das Abfallen der 1. Plattenlage wird bei Erreichen einer Temperatur von 300°C auf der Plattenrückseite angenommen. In der Berechnung wird an dieser Stelle der verbleibende Plattenquerschnitt reduziert und die Rechnung fortgesetzt bis zum Erreichen von 300°C auf der Rückseite der 2. Platte und damit dem Abfallen der 2. Plattenlage. Da die Plattenlagen im Versuch jedoch nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt komplett abfallen, wurden oberhalb von 300°C Zwischenstufen eingefügt. Wie Bild 14 zeigt, stimmen die berechneten Temperaturen gut mit den gemessenen Temperaturen überein.

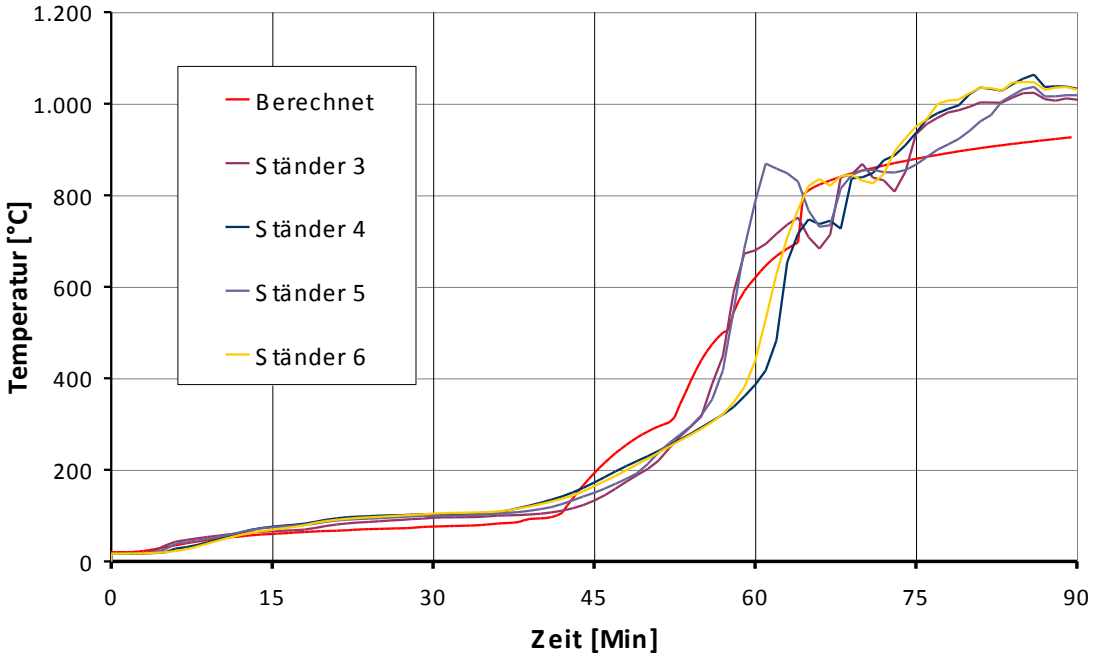


Bild 14 *Vergleich der gemessenen und berechneten Temperaturen bei Berücksichtigung der Querschnittsreduktion durch Abfallen von Platten*

Modell British Gypsum

Zur Berechnung des Tragverhaltens von leichten Trennwänden in Metallständerbauweise mit Gipskartonplatten liegt ein Berechnungsmodell der British Gypsum Limited vor, das durch Brandprüfungen an 3 m und 5,6 m hohen Wänden in der MPA Braunschweig validiert wurde. Das Berechnungsmodell bezieht sich nur auf das Tragverhalten des Metallständerwerks. Die Tragwirkung und das Abfallen der Beplankung werden nicht berücksichtigt.

Dieses Modell wurde zur Nachrechnung der geprüften 7 m hohen Wandkonstruktion angewandt. Danach errechnet sich ein Versagen nach 59 Minuten. Das im Vergleich zur Prüfung berechnete frühzeitige Versagen resultiert aus der Nichtberücksichtigung des Verhaltens der Gipskartonplatten.

Braunschweiger Ansatz für ein Tragmodell

In der Diplomarbeit [9] wurde ein Verformungsmodell unter Ansatz der in der Prüfung aufgetretenen S-förmigen Verformungsfigur (d. h. Annahme eines fiktiven Festpunktes in halber Bauteilhöhe) und mit den aufgrund der Temperatur reduzierten Materialkennwerten vorgestellt. Die tatsächliche Durchbiegung kann mit diesem Modell nur bedingt berechnet werden, da die temperaturbedingte Entfestigung der Gipskartonplatten und der Verbundmodul noch nicht berücksichtigt werden können.

Als weiterer Modellbaustein wurde mit der aus dem Versuch bekannten Durchbiegung nach Theorie II. Ordnung eine Berechnung durchgeführt. Dabei wurden folgende Annahmen getroffen:

Die aus der thermischen Beanspruchung resultierende Längenänderung führt aufgrund der Dehnungsbehinderung durch den oberen und unteren Wandanschluss zu Zwangspannungen. Bei der Längenänderung wurde die horizontale Durchbiegung mit berücksichtigt. Die Zwangspannung wurde für die Berechnung nach Theorie II. Ordnung als Einzelersatzlast angenommen. Als System wurde dann ein Einfeldbalken mit einer Länge von 3,5 m angesetzt. Die Berechnung zeigt, dass die Steifigkeit des Systems im Vergleich zu der Systemsteifigkeit aus der gemessenen Durchbiegung im Bauteilversuch deutlich überschätzt wird. Deshalb sind für die Berechnung die Steifigkeitsparameter des Verbundsystems anzupassen. Mit entsprechender Anpassung ist es gelungen, eine 8 m hohe, geprüfte Konstruktion näherungsweise abzubilden.

Die Nachrechnung einer geprüften 3 m hohen Wandkonstruktion mit dem kalibrierten Modell zeigt im Vergleich zu dem Versuch keine gute Übereinstimmung. Das deutet darauf hin, dass die Lagerungsbedingungen, z.B. dreiseitige Lagerung, sowie die Höhenabhängigkeit in das Modell noch eingearbeitet werden müssen.

SCHLUSS

Für leichte Trennwände in Metallständerbauweise mit einer Beplankung aus Gipskartonplatten gibt es genormte Konstruktionen nach DIN 18183 (einschließlich DIN 4103) und DIN 4102-4. Aus diesen Normen resultieren Anwendungsgrenzen für leichte Trennwände hinsichtlich der zulässigen Wandhöhen in Abhängigkeit von den Abmessungen und dem Einbaubereich. Um für die in der Praxis über diese Höhen hinausgehende Wandkonstruktionen Grundlagen zu schaffen, wurden experimentelle Untersuchen nach DIN 4103 durchgeführt und ein Rechenmodell für die Kaltbemessung entwickelt. In diesem Rechenmodell wird die Wand als ein Verbundquerschnitt bestehend aus Stahlblechprofilen (CW-Profilen) und Gipsplattenbeplankung angesetzt.

Das Modell beschreibt das Tragverhalten einer leichten Trennwand im wesentlichen durch einen quasi linearelastischen Bereich mit einem anschließenden ausgeprägten plastischen Anteil. Die Berücksichtigung eines über die Belastung veränderlichen Verschiebungsmoduls und damit variablen Verbundes zwischen Beplankung und Ständerprofil und die rechnerische Erfassung des Tragvermögens des Ständerprofils gemäß DASt-Richtlinie 016 führen zu einer recht guten Modellierung des Trag- und Verformungsverhaltens einer leichten Trennwandkonstruktion.

Bei einer Brandbeanspruchung treten wesentlich größere Verformungen als im Kaltzustand auf. Die Tragfähigkeit der Wandkonstruktion kann daher nicht auf der Grundlage von temperaturabhängigen Festigkeitseigenschaften der ver-

wendeten Materialien bestimmt werden, zumal für Gipskartonplatten keine Erkenntnisse vorliegen.

Mit dem Rechenansatz FIRES-T gelingt es unter bestimmten Annahmen, die Temperaturverteilung in der geprüften Wandkonstruktion gut nachzuvollziehen. Aus der Brandprüfung an der 7 m hohen Wandkonstruktion konnte ein Bemessungsmodell abgeleitet werden, das aber nur für diese geprüfte Konstruktion gilt. Ein allgemein gültiges Tragmodell für andere Wandkonstruktionen konnte aus den vorliegenden Ergebnissen noch nicht abgeleitet werden. Hier gilt es, weitere Prüfungen, auch mit großen Wandhöhen, durchzuführen.

LITERATUR

[1] DIN 1052: 2004: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau

[2] DIN 4102-4:1994-03: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

[3] DIN 4103-1:1984-07: Nichttragende innere Trennwände, Anforderungen, Nachweise

[4] DIN 4103-2:1985-12: Nichttragende innere Trennwände, Trennwände aus Gips-Wandbauplatten

[5] DIN 18182-1:1987-01: Zubehör für die Verarbeitung von Gipskartonplatten, Profile aus Stahlblech

[6] DIN 18182-2:1987-01: Zubehör für die Verarbeitung von Gipskartonplatten, Schnellbauschrauben

[7] DIN 18182-2:1987-01: Zubehör für die Verarbeitung von Gipskartonplatten, Klammern

[8] DIN 18183-1:2008-01: Trennwände und Vorsatzschalen aus Gipsplatten mit Metallunterkonstruktion, Beplankung mit Gipsplatten

[9] Diplomarbeit Matthias Walther: Tragfähigkeit von Innenwänden in Gipsfaserplatten-Metallständer-Bauweise, Juli 2008

[10] Deutscher Ausschuss für Stahlbau, DASt-Richtlinie 016, Bemessung und konstruktive Gestaltung von Tragwerken aus dünnwandigen kaltgeformten Bauteilen, 2. überarbeitete Auflage, Köln, 1992

[11] Kirtschig, Kurt, Gutachtliche Stellungnahme zu einem Rechenverfahren zur Ermittlung zulässiger Wandhöhen, Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung, Universität Hannover, 1984

[12] Bodendiek, P., Gutsch, A.-W., Kotzagiovanis, E.: Untersuchungen zum Tragverhalten leichter Trennwände aus Gipskartonplatten mit Metallständerprofilen, MPA-Braunschweig, unveröffentlicht, 2008

NEUES PRÜFVERFAHREN FÜR DIFFERENZDRUCKSYSTEME IM RAHMEN VON DIN EN 12101-6?

Gary Blume
Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA), Braunschweig
Bernd Rahn
IBES GmbH, Berlin

EINLEITUNG

Differenzdrucksysteme werden innerhalb von Gebäuden dort angewendet, wo ein Druckgradient zwischen zwei getrennten Bereichen von Rettungswegen aufgebaut werden soll. Der geschützte Bereich des Rettungsweges (z. B. Treppenraum, Vorraum, etc.) befindet sich gegenüber dem angrenzenden Bereich (z. B. angrenzender Flur, Nutzung, etc.) auf dem höheren Druckniveau. Mit Differenzdrucksystemen soll die Selbstrettung, die Fremdrettung und die Brandbekämpfung bei einem Brand innerhalb eines Gebäudes unterstützt werden. Als Schutzziel sind die Raucheintrittsverhinderung bzw. Verzögerung des Rauchübertrittes zu nennen.

Nach der neuen Muster-Hochhaus-Richtlinie - MHHR [1], Ausgabe April 2008, werden Anlagen zur Erzeugung von Überdruck gefordert, die den Eintritt von Rauch in innenliegende Sicherheitstreppenräume und deren Vorräume sowie in Feuerwehraufzugsschächte und deren Vorräume verhindern. Diese so genannten Druckbelüftungsanlagen (auch Rauchschutz-Druckanlagen RDA genannt) müssen so bemessen und beschaffen sein, dass die Luft bei geöffneten Türen zu dem vom Brand betroffenen Geschoss auch unter ungünstigen klimatischen Bedingungen entgegen der Fluchtrichtung strömt. Außerdem werden in der MHHR die Randbedingungen bezüglich der erforderlichen Strömungsgeschwindigkeit und der maximal zulässigen Türöffnungskraft, gemessen am Türgriff, festgelegt.

Diese oder ähnliche Anforderungen an Treppenräume, die mit entsprechenden Anlagen auszurüsten sind, gibt es in verschiedenen europäischen Ländern. Folgerichtig wurde im Zuge der europäischen Harmonisierung durch die Europäische Kommission an CEN das Mandat M/109 (Construct 96/167A) zur Erstellung von harmonisierten Normen erteilt, welches unter dem Eintrag 23/33 die „Differenzdrucksysteme – Bausätze (Kits)“ enthielt. Die Differenzdrucksysteme müssen Anforderungen hinsichtlich der Wesentlichen Anforderung „Brandschutz“ erfüllen.

Die Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 191 „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen" erstellt und in Deutschland als DIN EN 12101-6 [2] veröffentlicht. Im Nachgang zur Veröffentlichung der Norm wurde zu Beginn des Jahres 2007 seitens der Europäischen Kommission festgestellt, dass es für eine notifizierte Prüfstelle nicht möglich sei, eine Erstprüfung von Prüfmustern durchzuführen: Die Norm verfügt zwar über Vorgaben zur Prüfung und Bewer-

tung von installierten Anlagen, aber Prüfkriterien oder Prüfvorgaben, nach denen einzelne Komponenten der Anlage geprüft werden können, fehlen. Mit der DIN EN 12101-6 können nur Anlagen nach unterschiedlichen Anforderungen und unterschiedlichem Design bemessen werden. Teilweise wird die Vermutung geäußert, dass die Norm vollständig zurückgezogen werden soll.

Seitens des deutschen Spiegelausschusses wurde deswegen versucht, einen Prüfvorschlag in die Norm einzubringen.

Derzeit werden durch deutsche Firmen rund 500 Anlagen pro Jahr hergestellt; in den letzten 5 Jahren waren es ca. 2000 Anlagen, die in Deutschland, Österreich und der Schweiz in Gebäude eingebaut wurden.

PHYSIKALISCHE EFFEKTE

Um ein Eindringen von Rauch aus einem Brandgeschoss in einen Sicherheitstreppenraum zu verhindern, wird ein Überdruck im Treppenraum erzeugt. Wie in der Einleitung bereits beschrieben, werden die Randbedingungen in Deutschland in der MHHR durch die maximale Türöffnungskraft und Mindest-Geschwindigkeiten, mit der geöffnete Türen durchströmt werden sollen, festgelegt. Während in früheren Ausgaben der MHHR ein Überdruck zwischen dem Sicherheitstreppenraum/Vorraum und der Nutzung bzw. dem notwendigen Flur von mindestens 50 Pa gefordert wurde, wird jetzt die maximale Türöffnungskraft von 100 N, gemessen an der Türklinke, als variable Druckrandbedingung vorgeschrieben. Allerdings wird auch keine Mindestdruckdifferenz gegenüber der Nutzung gefordert.

Die über die Brandmeldeanlage automatisch ausgelöste RDA muss den erforderlichen Überdruck umgehend nach Auslösung aufbauen. Durch den Überdruck wird verhindert, dass Rauch bei geschlossenen Türen durch Fugen und Spalte in den geschützten Bereich eindringen kann. Im Falle der geöffneten Tür soll die Strömung aus dem Treppenraum den in der Nutzung vorhandenen Rauch verdrängen.

Der erforderliche Volumenstrom kann nach der John’schen Gleichung

$$\dot{V} = k \cdot b \cdot h^{1,5} \quad \left[\frac{m^3}{s}\right] \tag{1}$$

berechnet werden. In dieser Gleichung wird die Geometrie der Tür - Breite b und Höhe h in Meter - berücksichtigt. Mit dem Faktor k wird die Temperatur im Raum vor der Schleuse bzw. dem Vorraum zur Nutzung berücksichtigt. Grenzt ein notwendiger Flur an die Schleuse beträgt k = 1,5, in allen anderen Fällen ist k = 1,8 einzusetzen. Bei dieser Berechnung des Volumenstroms wurden Strömungsverluste im Treppenraum, die von der Länge des Strömungsweges und dem Design des Treppenhauses abhängen, nicht berücksichtigt.

Bei den wesentlichen physikalischen Aspekten, die bei einer Auslegung einer Differenzdruckanlage (DDA) berücksichtigt werden müssen, handelt es sich um:

1) Regelung

Die DDA muss in der Lage sein, auf sich schnell ändernde Betriebszustände, wie sie durch das Öffnen und Schließen der Türen gegeben sind, zu reagieren.

2) Abströmöffnungen

In den einzelnen Verordnungen über Sicherheitstreppenräume wird nicht näher auf die Abströmung im Brandgeschoss eingegangen. Die Rauchfreihaltung des Sicherheitstreppenraums wird über eine Luftströmung vom Sicherheitstreppenraum über die geöffnete Tür in das Brandgeschoss gewährleistet. Diese Strömung kann aber nur dann aufrechterhalten werden, wenn der in das Brandgeschoss einströmende Massenstrom an einer anderen Stelle wieder abströmen kann.

3) Thermische Außeneinflüsse

Im Winter wie auch im Sommer kommt es bei großen Unterschieden zwischen Innen- und Außenlufttemperatur zu erheblichen Auf- bzw. Abtriebsströmen im Treppenraum, die in Hinblick auf die Drucksituation im Treppenraum und die Auslegung der DDA beachtet werden müssen.

Der Punkt 3) über thermische Außeneinflüsse kommt bei der Bemessung der Anlage zum Tragen. Die Angaben unter 2) zu den notwendigen Abströmöffnungen betreffen die bauliche Ausführung. Lediglich Punkt 1) nennt die Aspekte, die eine Produktprüfung betreffen.

HISTORIE DER TREPPENHAUS-ENTRAUCHUNG

In Deutschland wird die vorliegende Norm sehr ambivalent betrachtet. Die eine Seite ist mit dem Vorgehen, dass von Seiten der Bauaufsicht eine Zustimmung im Einzelfall mit einer nachgeschalteten Abnahmeprüfung durchgeführt wird, sehr zufrieden. Sie brauchen keine Norm, die Einzelheiten regelt. Die Vorgaben werden für die einzelnen Projekte individuell festgelegt. Nach der Einführung der Norm wurde festgestellt, dass Fehler in den abgedruckten Formeln bestehen und dass die Formeln der englischen und der deutschen Ausgabe nicht übereinstimmen. Dies hat eine breite Akzeptanz nicht gerade gefördert. Inzwischen hat sich herausgestellt, dass sich die Formelfehler im Wesentlichen in der englischen Fassung befinden.

Auf der anderen Seite bestehen allerdings, z. B. seitens der Sachverständigen, welche die Abnahme durchführen, Zweifel, ob einzelne Komponenten die Anforderungen während der Lebensdauer auch immer erfüllen. Hier würde ein entsprechend geprüftes und gekennzeichnetes Produkt sehr begrüßt werden. Andererseits wird in Ausschreibungen eine CE-gekennzeichnete Anlage gefor-

dert. Ohne eine entsprechende Konformitätserklärung für die Anlage, die in der Angebotsphase vorgelegt werden soll, wird kein Auftrag erteilt. Ohne eine vorhandene Anlage bekommen die Hersteller aber noch nicht einmal eine Abnahmebescheinigung.

Mit DIN EN 12101-6 Text liegt ein umfangreiches Dokument vor, welches sich im Wesentlichen mit diversen Ausführungsarten auseinandersetzt. Jedes europäische Land hat eigene Vorstellungen, welche Anforderungen hinsichtlich der Rauchfreihaltung von Treppenräumen und deren Vorräumen zu erfüllen sind. Und die bauaufsichtlichen Anforderungen eines jeden Mitgliedsstaates sollen in der Norm vertreten sein.

„BAUSATZ“ IM RAHMEN DER BAUPRODUKTENRICHTLINIE

Nach dem Sprachgebrauch des Leitpapiers C zur Bauproduktenrichtlinie BPR [3] ist der „Bausatz“ das Äquivalent zum „Bauprodukt“. Damit der Bausatz ein Bauprodukt sein kann, muss er aus mindestens zwei Komponenten bestehen, die für den Einbau in ein Bauwerk zusammengefügt werden. Außerdem muss ein Bausatz in einem geschäftlichen Vorgang gekauft werden können und er muss Merkmale aufweisen, die es ermöglichen, die an ein Bauwerk gestellten wesentlichen Anforderungen zu erfüllen. Die Anzahl, Art und Anordnung der zu dem Bausatz gehörenden Komponenten muss nicht immer gleich bleiben.

Die an einem Bausatz angebrachte CE-Kennzeichnung bestätigt die Fähigkeit, die an das Bauwerk gestellten Anforderungen zu erfüllen, deckt aber den Einbau nicht ab. Unter Bezug auf die CE-Kennzeichnung muss der Bausatz für den vorgesehenen Verwendungszweck bewertet werden, indem eine Erstprüfung an einem repräsentativen montierten Bausatz durchgeführt wird. Besteht ein Bausatz aus unterschiedlich vielen Sätzen von Komponenten, so ist es nicht zweckmäßig, jede der verschiedenen Kombinationen zu prüfen. Für diesen Fall ist es notwendig, dass eine Bewertung in der technischen Spezifikation (Produktnorm) durch genau festlegbare Prüfteile vorgenommen wird.

Die einzelnen Komponenten müssen nicht zwangsläufig ein Bauprodukt im Sinne der BPR sein. Gleichwohl sind die geforderten Merkmale einer solchen Komponente nicht zwangsläufig die gleichen wie die des Bausatzes, in dem die Komponente verwendet werden soll. Daher kann die erneute Bewertung als Teil des Bausatzes erforderlich sein.

PRÜFVORSCHLAG FÜR EINEN BAUSATZ MIT KOMPONENTEN ALS GRUNDLAGE DER CE-KENNZEICHNUNG

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, ist der deutsche Spiegelausschuss des NABau 005-52—32 AA im Begriff, für die EN 12101-6 einen Prüfvorschlag für einen Bausatz mit mehreren Komponenten zu erarbeiten.

Es sind die einzelnen Produkte (Komponenten) zu identifizieren, die wesentliche Bestandteile der Druckdifferenzanlage sind und für die bislang keine passenden Prüfvorschriften existieren. Und nur auf solche Produkte zielt diese Idee der Prüfung ab – die Abnahme der fertiggestellten Anlage muss erhalten bleiben und kann durch diese Prüfung des Bausatzes mit den entsprechenden Komponenten keineswegs ersetzt werden. Unsere europäischen Kollegen haben diese Notwendigkeit leider bislang nicht erkannt und daher den deutschen Vorschlag abgelehnt.

Die Aufgabe einer Differenzdruckanlage ist es, einen ausreichenden Volumenstrom für die Durchströmung von Türen zur Verfügung stellen. Diese sich schlagartig ändernden Strömungsbedingungen (Öffnen oder Schließen von Türen) müssen nach DIN EN 12101-6 innerhalb einer Regelzeit von ca. 3 Sekunden erfüllt werden, wobei die bereits genannte Kraft-/Druck-Randbedingung einzuhalten ist.

Um diese Randbedingungen zu erfüllen können unterschiedliche Systeme verwendet werden. Zum einen sind das Systeme, bei denen ein mehr oder weniger konstanter Volumenstrom in den Treppenraum eingeblasen wird und die Regelung über sich öffnende oder schließende Regelklappen erfolgt. Zum anderen können regelbare Ventilatoren verwendet werden, wobei Sensoren über eine Regeleinheit den Ventilator steuern. Daneben sind naturgemäß auch Kombinationen dieser beiden Systeme möglich. Alle Systeme müssen dennoch dieselben Randbedingungen erfüllen. Neben der mechanischen Stabilität und Dauerfunktion (z. B. bei Komponenten mit lüftungstechnischer Funktion für die tägliche Belüftung: 10.000 Zyklen, sonst 1.000 Zyklen) der für die Regelung eingesetzten Produkte ist ein wesentlicher Punkt, ob die zeitlichen Vorgaben für die Einhaltung der Randbedingungen erfüllt werden.

Obwohl noch keine Prüfung einzelner Komponenten im Ansatz geregelt ist, hat ein Lieferant von Differenzdruckanlagen einen Prüfraum konstruiert, der im Folgenden beschrieben werden soll. Dieser Prüfraum hat eine lichte Grundfläche mit 8 m Länge und 3,5 m Breite, die Höhe H des Prüfraums beträgt H = 3 m. Damit beträgt das Volumen des Prüfraums V = 84 m³. Der Prüfraum wurde mit 6 unterschiedlichen Türen ausgestattet. Die Türen unterscheiden sich in der Öffnungsfläche, der Anschlagseite sowie in der Ausstattung mit Türschließer. Das Bild 1 zeigt den Prüfraum mit einer seitlichen Ansicht auf drei Außentüren.

Weiterhin verfügt der Prüfraum über eine bodennahe Einblasstelle auf einer Stirnseite und je eine Auslassöffnung in einer Wand und in der Decke (siehe Bild 2 mit der Ansicht der Auslassöffnungen). Die Auslassöffnungen liegen der Einblasstelle gegenüber. An der Auslassöffnung in der Decke kann auf der Außenseite eine Regelklappe installiert werden. An der Auslassöffnung in der Wand kann ebenfalls eine Regelklappe installiert werden und zusätzlich besteht die Möglichkeit, eine Stahlblechleitung anzuschließen. Diese Stahlblechleitung kann als Abströmwiderstand verwendet werden. Alternativ besteht die Möglichkeit, einen Absaugventilator anzuschließen.

Bild 1 Seitliche Ansicht des Prüfraums

Bild 2 Innenansicht des Prüfraums mit den beiden Öffnungsflächen in der Wand und in der Decke

Der installierte Axialventilator für die Zuluft hat einen Volumenstrom von 20.000 m³/h. Die Abluftfläche, die direkt neben dem Ventilator als „Überdruck-klappe“ freigegeben werden kann, hat eine Größe A_{ab} = 9 m² (siehe Bild 3).

Zur Druckmessung für den Überdruck im Prüfraum gegenüber der Umgebung wurden zwei Ringleitungen installiert. Diese Ringleitung verfügen über jeweils 6 Abnahmestellen. Die Höhe der Abnahmestellen beträgt 0,5 m und 2,25 m über dem Bodenniveau des Prüfraums. Der Prüfraum und die umgebende Halle befinden sich auf gleicher Höhe.

Bild 3 *Innenansicht der Einblasstelle mit Axialventilator und umgebender Abluftfläche*

Das Diagramm in Bild 4 zeigt den Druckverlauf, der sich bei laufender Druckregelanlage eingestellt hat. Die Anlage wird bei einem Überdruck von ca. 50 Pa betrieben. Nach ca. 2 Sekunden wird die Tür A (nach außen öffnende Tür) zweimal nacheinander geöffnet und sofort wieder geschlossen Die Druckdifferenz fällt in beiden Phasen der geöffneten Tür auf ca. 8 Pa ab. Kurz nach dem Schließen der Tür stellt sich eine kurzfristige Druckspitze ein, die nach ca. 0,5 Sekunden wieder abgebaut ist. In der Schlussphase der Aufzeichnung ist zu erkennen, dass es ca. 1 bis 2 Sekunden dauert, bis die 50 Pa Überdruck, die zu Beginn der Messung vorgelegen haben, wieder eingeregelt sind.

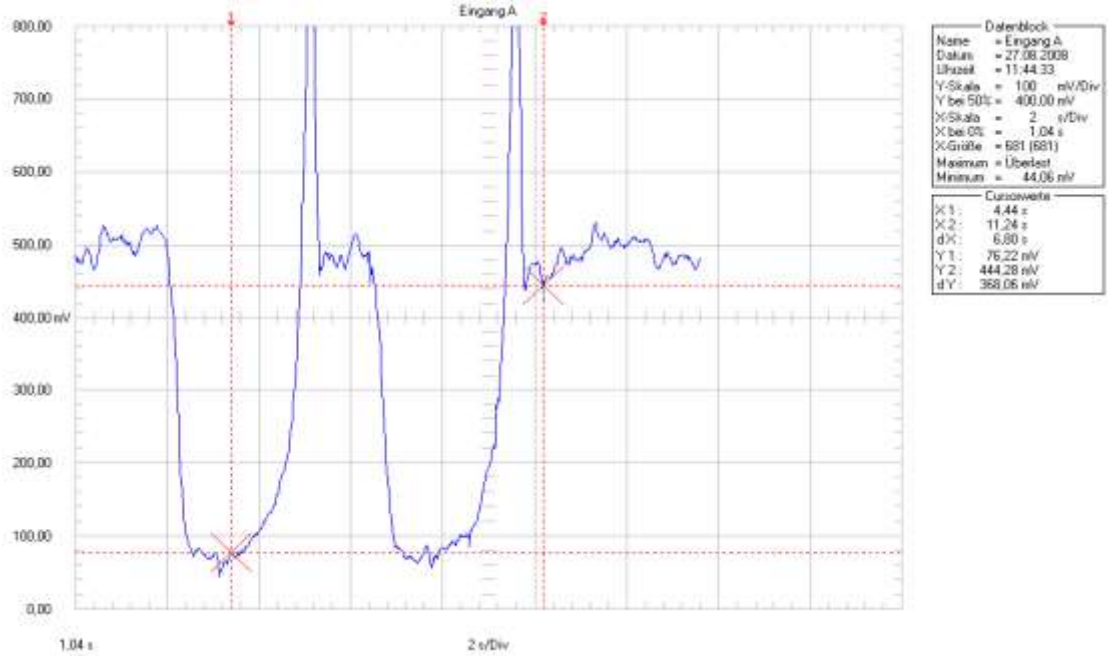


Bild 4 *Messung des Druckverlaufs durch die Störgröße „Öffnen“ und Schließen“ einer Tür*

Natürlich können bei dieser Anlage auch die vorliegenden Türöffnungskräfte gemessen werden. Dazu ist noch eine entsprechende Messvorschrift zu erarbeiten, da die Fehler bei der Messung mit Handfederwaagen in einer Größenordnung von 10 Prozent des Messwertes liegen können.

Ebenso ist die Messung der Strömungsgeschwindigkeit in der Tür möglich. Aber auch hierfür liegen bislang noch keine Vorschriften vor, wie die Messung vorzunehmen ist.

ÜBERTRAGBARKEIT VON PRÜFUNGSERGEBNISSEN EINER DIFFERENZDRUCKANLAGE AUF PRAKTISCHE EINSATZFÄLLE

Voraussetzung

Die Varianten und das Design sowie die Höhe der Treppenräume sind zahlreich. Kann ein so einfacher Prüfraum denn nun diese Varianten alle abdecken, um nachzuweisen, dass die geprüften Bauteile tatsächlich in der Anwendung funktionieren?

Differenzdruckanlagen werden mit Über- bzw. Unterdruck im Bereich ≤ 100 Pa betrieben und weisen so Dichteerhöhungen bzw. Dichtereduzierungen auf, die mit ausreichender Genauigkeit als isotherme, inkompressible Vorgänge betrachtet werden können. Dafür gilt die allgemeine Gasgleichung

$$p = \rho \cdot R \cdot T = \rho_0 \cdot R \cdot T_0 \quad \text{mit} \quad \frac{\Delta p}{\rho} = \text{konstant}. \tag{2}$$

Die zu erzielende Druckdifferenz Δp kann als volumetrische Differenz ΔV des zusätzlich einströmenden/abströmenden Luftvolumens gegenüber dem Druckraumvolumen/Prüfraumvolumen V_{TR} dargestellt werden:

$$\Delta V = \frac{\Delta p}{p_B} \cdot V_{TR} \tag{3}$$

In Gleichung (3) geht p_B als Bezugsatmosphärendruck in Pa und V_{TR} als Prüfraum-/Treppenraumvolumen in m^3 ein.

Das Diagramm in Bild 5 zeigt für ausgewählte Überdrucke ∆p die Größenordnung des Luftvolumens ΔV, welches zusätzlich in den Raum eingebracht werden muss, um die ausgewählte Druckdifferenz zu erreichen.

Es ist erkennen, dass die Aufgabe einer Differenzdruckanlage, die im Druckbereich ≤ 100 Pa betrieben wird, in der Beherrschung kleinster Luftvolumina ΔV besteht. Die Differenzdruckanlage muss also stets für nicht mehr als den zulässigen Luftvolumenüberschuss ΔV sorgen, um den zulässigen Überdruck zu gewährleisten(Türöffnungskräfte). Gleichzeitig ist aber genaue Kenntnis und Reaktionsvermögen bezüglich des abfließenden Luftvolumens ΔV erforderlich.

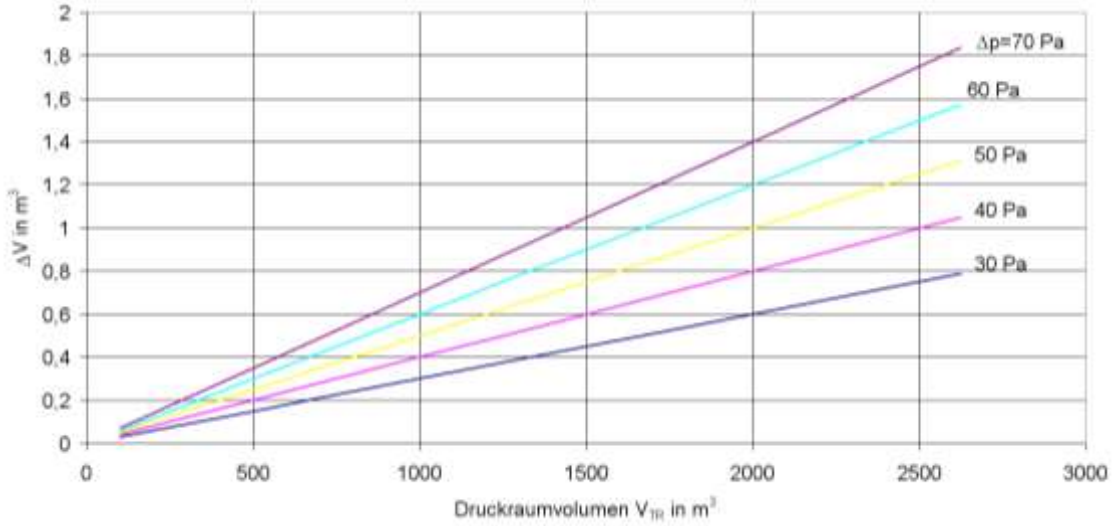


Bild 5 Zusammenhang zwischen Druckraumvolumen V_{TR} und notwendigem Luftvolumenüberschuss ΔV in Abhängigkeit von der Druckdifferenz Δp

Das Regelsystem von Differenzdruckanlagen erhält damit eine zentrale Bedeutung. Entsprechend dem Mandat M/109 für DIN EN 12101-6 sollte das Regelsystem durch Prüfstellen überprüfbar sein.

Dynamische Anforderungen an eine Differenzdruckanlage

Mit der DIN EN 12101-6 sind Regelzeitanforderungen an eine Differenzdruckanlage festgeschrieben. Demnach sind innerhalb von 3 Sekunden nach Druckabfall wieder 90 % der physikalischen Ausgangszustände im Druckraum nachzuweisen. Beim Bemühen, diese Anforderung experimentell durch Prüfstellen nachweisen zu lassen, ist daher nicht nur die Problematik des Prüflings und des Prüfstandsaufbaus bedeutsam, sondern auch die Frage der Übertragbarkeit von Prüfstandsergebnissen auf reale Bauvorhaben.

Des Weiteren ist zu untersuchen, ob Stufungsmöglichkeiten von Differenzdruckanlagen darstellbar sind, welche die Anzahl zu prüfender Baugrößen in Grenzen halten können. Nachstehende Ausarbeitung über das dynamische Verhalten einer Differenzdruckanlage sollen helfen, diese einstufen zu können und weitere Prüfungsinhalte aufzuweisen.

Dynamisches Verhalten einer Differenzdruckanlage

Der für die erzielbare Druckdifferenz notwendige Luftvolumenüberschuss ΔV lässt sich mittels des Zuluftvolumenstromes $\dot{V}_{zu}$ in m^3/s in eine zeitliche Kenngröße der Differenzdruckanlage fassen. Mit der allgemeinen Abhängigkeit nach Gleichung (3) und dem Bezug auf den Zuluftvolumenstrom $\dot{V}_{zu}$ ergibt sich mit Gleichung (4) quasi eine zeitliche Bewertungsgröße/Klassifizierungsmöglichkeit einer Differenzdruckanlage:

$$\frac{\Delta V}{\dot{V}_{zu}} = \frac{\Delta p}{p_B} \cdot \frac{V_{TR}}{\dot{V}_{zu}} \qquad \text{in Sekunden} \qquad (4)$$

Demnach ist bei gleich bleibender Druckdifferenz $\Delta p/p_B$ das Verhältnis $V_{TR}/\dot{V}_{zu}$ bestimmend dafür, dass gleiches zeitliches/dynamisches Verhalten einer Differenzdruckanlage mit $\Delta V/\dot{V}_{zu} = konst.$ zu erwarten ist. Das Diagramm in Bild 6 zeigt Gleichung (4) ausgewertet für verschiedene Druckraumvolumen V_{TR} und Zuluftvolumenströme $\dot{V}_{zu}$.

Die variablen Prüf- oder Treppendruckräume sind mit in Klammern gesetzten Höhenangaben versehen, um auf die wachsenden Durchströmdruckverluste im Treppenraum zu verweisen, die die Grunddimensionierung $V_{TR}/\dot{V}_{zu}$ der Anlage beeinflussen.

Wirtschaftlich vertretbare Prüfräume könnten eine Baugröße und damit ein Raumvolumen von V_{TR} = 100 m^3 aufweisen.

Die Wahl der Prüflingsbaugröße und des Zuluftvolumenstromes $\dot{V}_{zu}$ bestimmen dann entlang der gestrichelten horizontalen Linie die Anlagengrößen mit dem gleichen dynamischen Verhalten.

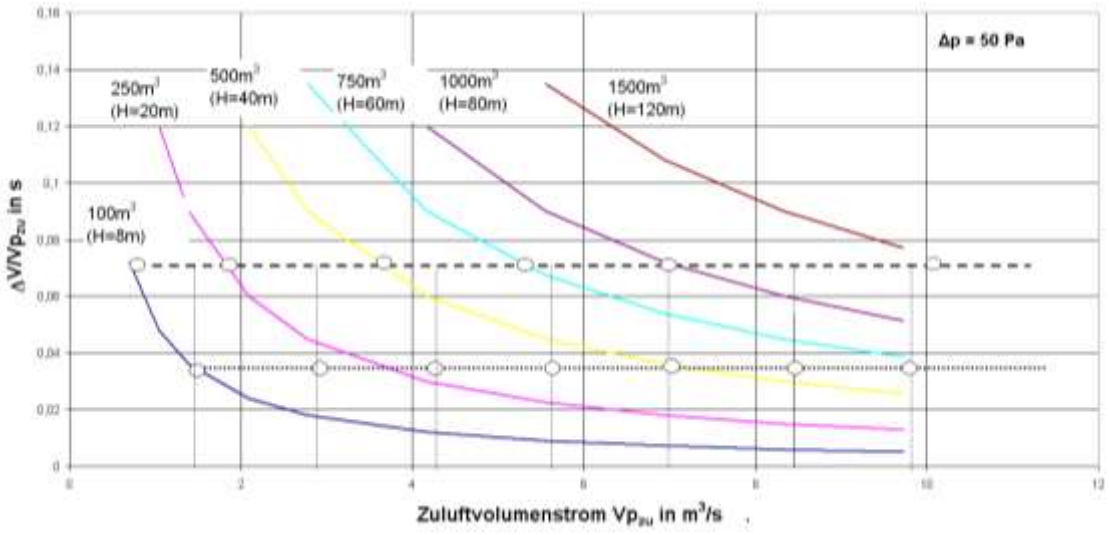


Bild 6 *Zusammenhang zwischen dem Zuluftvolumenstrom beim Prüfteil einer Differenzdruckanlage und dem dynamischen Verhalten in Abhängigkeit von der Größe des Prüfraums bzw. Treppenraums*

In der Stufung 5.000 m^3/h, 10.000 m^3/h, 15.000 m^3/h,..., 35.000 m³/h verweist die gepunktete horizontale Linie ebenfalls, ausgehend vom Prüfkörper auf Anlagenkonfigurationen gleichen dynamischen Verhaltens. Die vorgeschlagene Zeitgröße $\Delta V/\dot{V}_{zu}$ für die Beurteilung der Anwendbarkeit geprüfter Differenzdruckanlagen auf vom Prüfraum abweichende Druckräume liegt mit ≤ 0,25 s

etwa eine Zehnerpotenz unterhalb der Regelzeitanforderung von 3 Sekunden. Sie bietet somit Sicherheit dafür, dass die Anlage mittels ihrer Grunddimensionierung $V_{TR}/\dot{V}_{zu}$ abfallende Druckdifferenzen (abfließender Volumenstrom, Ausfließzeit t_A) wesentlich schneller auffüllen kann, als es die Regelzeitanforderung t_{RA} abverlangen. Dies scheint eine Grundvoraussetzung dafür zu sein, dass unter Rücksichtnahme auf die Signalzeit t_S (Erkennungszeit der Druckänderung) und Regelzeit t_R der Anlage, die Regelzeitanforderungen der DIN EN 12101-6 erfüllbar werden:

$$t_R + t_S + \frac{\Delta V}{\dot{V}_{zu}} \leq t_A \qquad \text{in Sekunden} \tag{5}$$

Für A_{eff} = 2 m² als mittlerer Wert für Standardtreppenräume könnte also folgende Stufung/Klassifizierung der Differenzdruck-Anlagentypen durch Darstellung von $\Delta V/\dot{V}_{zu}$ wie in Tabelle 1 erfolgen.

Die unterstrichenen Werte geben an, welche Kombinationen mindestens geprüft werden sollten. Die oberhalb der doppelten Linien liegenden Kombinationen geben den Geltungs-/ Abdeckungsbereich der Baureihe anhand eines Grenzwertes für $\Delta V/\dot{V}_{zu}$ ≤ 0,25 an. Für einen Zuluftvolumenstrombereich von 5.000 m³/h – 25.000 m^3/h sollten mindestens zwei Baugrößen, 7.500 m³/h und 20.000 m^3/h, geprüft werden.

Tabelle 1 Zeitgröße $\Delta V/\dot{V}_{zu}$ für A_{eff} = 2 m² in Abhängigkeit vom Zuluftvolumenstrom $\dot{V}_{zu}$

Zeitgröße $\Delta V/V_{zu}$ bei V_{zu}/m^3/s						
1,39 m³/s	2,08	2,77	4,16	5,55	6,94	Anzahl Etagen
0,075 s	0,050 s	0,038 s	0,025 s	0,019 s	0,015 s	6
0,187 s	0,125 s	0,094 s	0,063 s	0,047 s	0,037 s	15
0,374 s	0,250 s	0,188 s	0,125 s	0,094 s	0,075 s	30
0,561 s	0,375 s	0,282 s	0,188 s	0,141 s	0,112 s	45
0,756 s	0,504 s	0,379 s	0,252 s	0,189 s	0,151 s	60
0,943 s	0,629 s	0,473 s	0,315 s	0,236 s	0,189 s	75

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit der Veröffentlichung der EN 12101-6 und dem Ablauf der Koexistenzperiode (zu diesem Zeitpunkt werden die entgegenstehenden nationalen technischen Spezifikationen (Normen) ungültig) am 1. April 2007 sowie der Aufnahme der Norm in die Bauregelliste B Teil 1, lfd. Nr. 1.17.4 ist diese Norm in der Bundesrepublik Deutschland verbindlich anzuwenden. Erst nach der Veröffentlichung

wurde durch die Europäische Kommission festgestellt, dass die Norm keine Prüfmethode für Differenzdruckanlagen enthält, nach der durch die notifizierten Prüfstellen eine Erstprüfung durchgeführt werden kann. Die Erstprüfung ist jedoch Grundlage für die CE-Kennzeichnung dieser als Bausätze handelbaren Differenzdruckanlagen.

Daher wurde dieser Auftrag mehr oder minder von den an der Normung beteiligten Ländern angenommen, und es wird an einer entsprechenden Prüfmethode gearbeitet. Auf der Grundlage der ersten Ansätze wurde in diesem Beitrag ein Prüfraum vorgestellt, in dem eine Differenzdruckanlage mit den wesentlichen Komponenten eingebaut und geprüft werden kann. Die maßgeblichen Größen sind die Kraft, die an der Tür gemessen werden muss, die Strömungsgeschwindigkeit und die Regelgeschwindigkeit. Ergänzend dazu kann die mechanische Stabilität (Dauerfunktion) der Komponenten vor dem Einsatz im Prüfraum getestet werden.

Damit nicht jede denkbare Kombination der Komponenten geprüft werden muss, wurde eine mögliche Kenngröße vorgestellt, die eine Übertragung der Messergebnisse aus dem Prüfraum auf reale Größen von Treppenräumen erlauben.

Ein weiterer Aspekt, der in den aktuellen Überlegungen zur Prüfmethode noch nicht betrachtet wurde, ist die Betriebssicherheit in Folge von Eigenfrequenzen. Für Treppenräume (Druckräume), die mit einem Zuluftvolumenstrom durchströmt werden, stellt die Einblasstelle einen raumakustischen Erreger dar. Es ist plausibel, dass der Druckraum infolge seiner Geometrie und der Anzahl der notwendigen geöffneten und geschlossenen Abströmöffnungen ein typisches Antwortverhalten auf diese Erregung bereithält. Deswegen sollten die wichtigsten Eigenfrequenzen der Differenzdruckanlagen ermittelt werden, um dadurch den möglichen Resonanzfall zu vermeiden.

Differenzdruckanlagen werden in den Prüfgrundsätzen für wiederkehrende Prüfungen nicht in allen Landesbauordnungen aufgeführt. Wenn von der Bauaufsicht das Mandat gegeben wird, dann können für die wiederkehrenden Prüfungen die Grundsätze erarbeitet werden. In diesem Zusammenhang ist die Anpassung der Prüfmethode auf die Beschreibung der Abnahmeprüfung möglich.

LITERATUR

[1] Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (Muster-Hochhaus-Richtlinie - MHHR), Fassung April 2008.

[2] DIN EN 12101-6:2005-09: Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 6: Festlegungen für Differenzdrucksysteme, Bausätze.

[3] Leitpapier C – Behandlung von Bausätzen und Systemen nach der Bauproduktenrichtlinie. Schriften des Deutschen Institutes für Bautechnik, Reihe LP, Heft C

INNOVATIONEN BEIM ANLAGENTECHNISCHEN BRANDSCHUTZ UND ANWENDUNGEN

Karl Heinz Stahl
VdS Schadenverhütung GmbH, Köln

EINLEITUNG

Stationäre Feuerlöschanlagen sind seit vielen Jahrzehnten ein wichtiger Bestandteil in Brandschutzkonzepten. Die verwendeten Feuerlöschmittel und Anlagentechniken wurden im Laufe der Jahre immer weiterentwickelt und die Schutzkonzepte an die jeweiligen Anwendungen angepasst. Dabei handelt es sich um den Einsatz neuer Löschmittel bzw. um die Verwendung bereits bekannter Löschmittel in neuen Anlagentechniken oder neuen Schutzkonzepten.

Der nachfolgende Beitrag soll einen Überblick über verschiedene Innovationen des anlagentechnischen Brandschutzes geben.

WASSERLÖSCHANLAGEN

Bei den Wasserlöschanlagen wird zwischen verschiedenen Löschanlagentechniken unterschieden. Neben Sprinkleranlagen werden für verschiedene Risikoarten noch Schaumlöschanlagen, Sprühwasserlöschanlagen oder Feinsprühlöschanlagen mit unterschiedlichen Druckstufen eingesetzt.

Sprinkleranlagen

Die Sprinklerlöschanlagen zählen dabei zu den ältesten und bewährtesten Löschanlagen. Auf Grund von Veränderungen in den zu schützenden Risiken sind auch hier ständig Anpassungen der Schutzkonzepte notwendig, wie das nachfolgende Beispiel für die Lagerung mit Kleinladungsträgern zeigt.

In den letzten Jahrzehnten ist sowohl der Einsatz von Kunststoffmaterialien in Produkten als auch als Verpackungsmaterial immer stärker angestiegen. Während Hersteller und Verbraucher viele Vorzüge darin sehen, ist der Einsatz von Kunststoff aus brandschutztechnischer Sicht problematisch, da Kunststoffe wie Polypropylen und Polyethylen sehr gut brennen und sich durch Hitzeeinwirkung verflüssigen, was zu einer schnellen Brandausbreitung führen kann. Erschwerend kommt hinzu, dass bei Kunststoffen keine gute Benetzung mit dem Löschwasser erfolgt. Um dieses Risiko zu beherrschen, wurden bereits im Jahr 1991 die ersten Versuche durchgeführt, um ein geeignetes Löschkonzept für die Lagerung mit KLT-Behältern zu finden. Da diese Konzepte für die heutigen Lagerungsgrößen und -höhen nicht mehr ausreichend waren, wurden in den Jahren 2006 und 2007 erneut Versuche mit internationaler Beteiligung durchgeführt.

Für diese Versuche im Maßstab 1:1 wurden KLT-Behälter auf einer Grundfläche von 5 m x 5 m bis zu einer Höhe von 4,60 m auf Holzpaletten gestapelt. Die Wasserbeaufschlagung für die Versuche wurde mit 30 mm/min festgelegt. Die beiden Versuchsreihen wurden mit und ohne Schaumbeimischung durchgeführt.

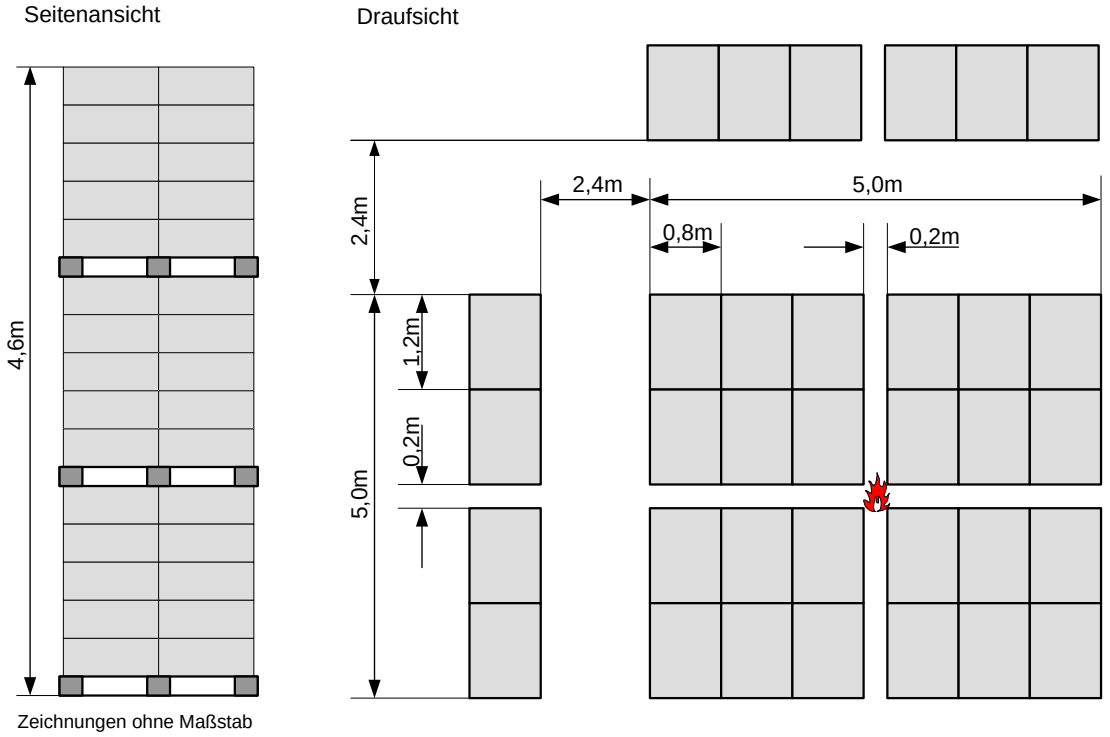


Bild 1 Versuchsaufbau KLT-Lagerung

Als Ergebnis aus den Versuchen konnte das folgende Schutzkonzept gefunden werden, mit dem ein Brand in einem KLT-Lager zwar nicht gelöscht, jedoch kontrolliert werden kann, so dass ein Löschangriff der Feuerwehr möglich ist.

Die folgenden Auslegungsparameter beziehen sich auf eine maximale Lagerhöhe von 4,6 m, eine maximale Teillagerfläche von 25 m² und einen minimalen Freistreifen zwischen den Lagerflächen von 2,4 m:

- Wirkfläche von 300 m²,
- Sprinklerschutzfläche von 9 m²,
- Wasserbeaufschlagung von 30 mm/min,
- max. Deckenhöhe von 10,5 m,
- Verwendung von Sprinklern K160, Ansprechempfindlichkeitsklasse „Schnell“,
- die Empfehlung, dem Löschwasser filmbildende Schaummittel zuzusetzen.

Neben den löschanlagentechnischen Details sind jedoch weitere organisatorische Rahmenbedingungen einzuhalten. Generell ist das Schutzkonzept mit dem Sachversicherer im Hinblick auf Feuerwehr, Löschwasserversorgung, Brandabschnitte, Rauchabschnitte, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen u. a. abzustimmen.

Die detaillierten Anforderungen werden in der Übergangsregelung zur Richtlinie VdS CEA 4001 veröffentlicht.

Feinsprühlöschanlagen

Im Gegensatz zu Sprinkleranlagen existieren für Feinsprühlöschanlagen derzeit keine allgemein gültigen Installationsrichtlinien. Auch die CEN-Arbeitsgruppe, die eingerichtet wurde, um eine Planungs- und Einbaunorm zu erarbeiten, kam darin überein, dass die Wirksamkeit der Feinsprühlöschanlage für das jeweilige Brandrisiko in Brandversuchen nachzuweisen ist.

Da die prEN TS 14972 (Fixed firefighting systems - Watermist systems - Design and installation) sehr allgemein gehalten ist, bietet sie gerade dem Hersteller keine Anwendungsgrenzen und stellt auch keine Anforderungen an die Bauteile der Löschanlage selbst. Aus diesem Grund wurde die prEn TS 14972 als „Technical Specification“ und nicht als Norm veröffentlicht. Entscheidend ist nur, dass gemäß den Anhängen der TS zum Nachweis der Wirksamkeit Brandversuche durchgeführt werden.

Neben der Beschreibung von Testverfahren für den Schutz von „brennbaren Flüssigkeiten“, „Kabelkanälen“ und „OH1-Risiken (Büros)“ sind auch allgemeine Beschreibungen zur Durchführung von Brandversuchen enthalten.

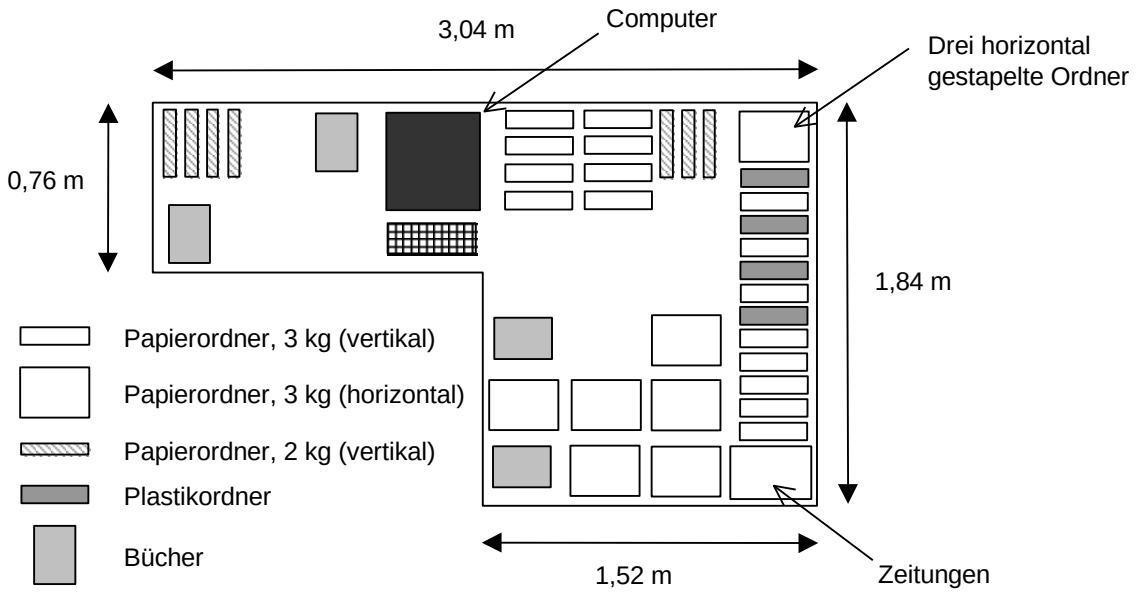


Bild 2 Beispiel: Versuchsaufbau OH1 Risiken Büro

Bereits durchgeführte Versuche haben gezeigt, dass – anders als bei der Ermittlung der notwendigen Löschgaskonzentrationen für Gaslöschanlagen – nicht nur die erforderliche Wassermenge, sondern auch die Art und Anordnung der Düsen für den jeweiligen Anwendungsfall Auswirkungen auf die Löschfähigkeit hat.

Bei Feinsprühlöschanlagen werden durch die Düse kleine Tropfen erzeugt. Die größere Oberfläche der kleinen Tropfen bewirkt einen großen Wärmeübergang, so dass dem Brand effektiv Wärme entzogen wird. Neben dem Kühleffekt tritt durch das Verdampfen der kleinen Tröpfchen zusätzlich eine Inertisierung auf. Die relativ kleinen Tröpfchen können jedoch durch Luftströmungen abgelenkt werden, was wiederum die Löschwirkung beeinträchtigen kann.

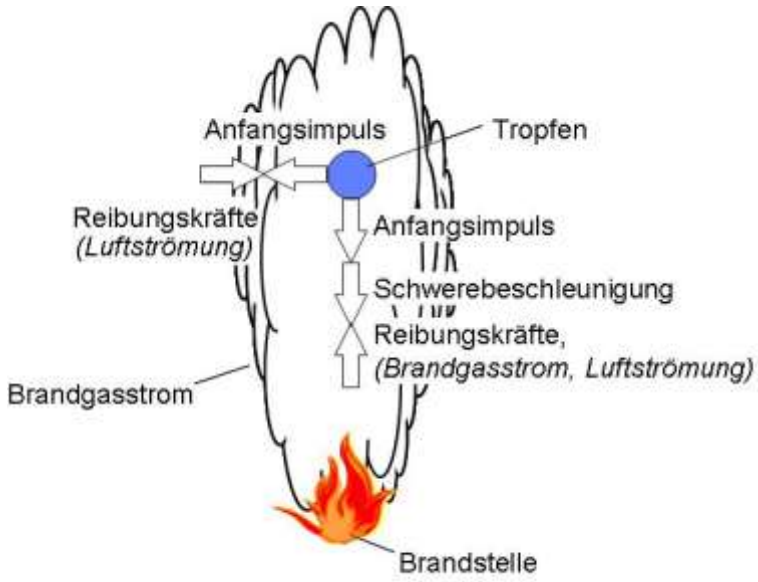


Bild 3 Einflussgrößen auf die Tröpfchen von Feinsprühlöschanlagen

Feinsprühlöschanlagen können mit geschlossenen Düsen und einem Auslöseelement wie bei einer Sprinkleranlage oder mit offenen Löschdüsen ähnlich einer Sprühwasserlöschanlage gebaut werden. Je nach Anlagentechnik wird auch noch zwischen Hoch-, Mittel-, und Niederdruckanlagen unterschieden.

Diese Löschanlagenart kann neben dem Raumschutz (OH1- und OH2-Risiken) auch für den Einrichtungsschutz, wie z.B. bei Spannplattenpressen, Kabelkanälen, Turbinen und Maschinenschutz entsprechend den Produkthandbüchern der Hersteller eingesetzt werden.

ESFR-Sprinkleranlagen

ESFR-Sprinkler (Early Suppression Fast Response) sind schnell ansprechende Sprinkler mit hohen Wasserraten, die zur Löschung bzw. Kontrolle von Bränden in bestimmten Risiken geeignet sind. ESFR-Anlagen sind bis auf wenige Aus-

nahmen ausschließlich mit Deckensprinklern ausgestattet und werden daher überwiegend dann eingesetzt, wenn aus technischen Gründen Sprinkler innerhalb von Regalen nicht installiert werden können. Die Eignung von ESFR-Anlagen muss in jedem Einzelfall im Hinblick auf die gelagerten Materialien bzw. die Lagerkonfiguration überprüft werden. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass der Schutz von Lagergütern, die einen besonderen Brandverlauf aufweisen wie offene Kunststoffbehälter, nicht möglich ist.

Das oft genannte Argument einer großen Flexibilität dieser Anlagen bezogen auf die Nutzung eines Lagers muss für jedes Objekt genau untersucht werden, da gerade bei ESFR-Anlagen die Rahmenparameter wie Lagerhöhen/-verteilungen, erforderliche Schächte im Regal- und Blocklager sowie Gebäudeanforderungen sehr genau eingehalten werden müssen, um die Wirksamkeit sicherzustellen. Sprühbehinderungen wie Dacheinbauten, Beleuchtungskörper oder Rohre wirken sich erheblich auf die Funktionstüchtigkeit einer ESFR-Anlage aus und müssen daher vermieden werden. Auch an den Einsatz von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen werden konkrete Anforderungen gestellt. So sind z. B. automatisch auslösende RWA in den Regelwerken ausgeschlossen. Aus diesen Gründen sollten bereits im Planungsstadium eines Bauobjektes die zuständigen Stellen mit eingebunden werden um sicherzustellen, dass alle entsprechenden Anforderungen an eine ESFR-Anlage berücksichtigt werden.

ESFR-Anlagen sind weniger fehlertolerant als Standard-Sprinkleranlagen, deshalb müssen die in den Regelwerken für Planung und Einbau detailliert beschriebenen Rahmenbedingungen – sowohl die Gebäudetechnik als auch die Parameter der Anlagentechnik betreffend – genau eingehalten werden, damit diese Anlagen im Brandfall auch wirksam und zuverlässig sind. Insgesamt ist das ESFR-Konzept eine interessante Alternative zur konventionellen Sprinkleranlage, wegen der wesentlich strengeren Rahmenbedingungen ist dieses Konzept allerdings nicht für jedes Gebäude geeignet.

GASLÖSCHANLAGEN

Gaslöschanlagen spielen in vielen Brandschutzkonzepten eine bedeutende Rolle, insbesondere dort, wo mit anderen Löschanlagen (z. B. Wasserlöschanlagen) die Schutzziele nicht erreicht werden können. In den vergangenen Jahren und besonders nach dem Verbot von Halon im Jahr 1994 wurde verstärkt an der Entwicklung neuer Löschgase gearbeitet. Zurzeit verzeichnet die International Organization for Standardization (ISO) dreizehn Löschgase. Dabei wird zwischen Inertgasen wie CO_2, Argon, Stickstoff und deren Gemischen sowie den halogenierten Kohlenwasserstoffen wie zum Beispiel NOVEC 1230 und FM 200 unterschieden.

Die Bestimmung der erforderlichen Löschgaskonzentration für die verschiedenen Löschgase erfolgt üblicherweise mit Hilfe von Löschversuchen. Dies können Löschversuche im Labormaßstab (z. B. sogenannte „cup burner“-Versuche) oder unter „realen“ Bedingungen (Raumbrandversuche) sein.

Tabelle 1 Überblick Löschgase

Handelsname	Löschgas	Chemische Formel	Bezeichnung nach ISO 6183 ISO 14520-1
Kohlendioxid	Kohlendioxid	CO_2	Kohlendioxid
Argon	Argon	Ar_2	IG-01
Inergen	Gemisch aus 52% N_2, 40% Ar_2, 8% CO_2		IG-541
Stickstoff	Stickstoff	N_2	IG-100
Argonite	Gemisch aus 50% N_2, 50% Ar		IG-55
FM-200	Heptaflourpropan	CF_3CHFCF_3	HFC-227ea
NOVEC 1230	Dodecafluor-2-methylpentan-3-on	$CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$	FK-5-1-12

Die meisten derzeit gebräuchlichen halogenierten Kohlenwasserstoffe wie FM 200 und NOVEC 1230 sind unter normalen Umgebungsverhältnissen gasförmig. Bezüglich der Befüllung von Druckgasbehältern verhalten sie sich wie CO_2, jedoch erfolgt die Verflüssigung schon bei geringerem Druck, der für das Ausbringen des Löschmittels durch ein Leitungssystem mit Düsen in der Regel nicht ausreicht. Daher wird das flüssige Löschgas im Behälter mit einem Stickstoffpolster überlagert, wodurch der erforderliche Förderdruck erzeugt wird.

Bei dieser flüssigen Bevorratung ist es von wesentlichem Vorteil gegenüber der gasförmigen Bevorratung der Löschmittel, dass der Platzbedarf geringer ist. Die Bevorratung muss dafür aber möglichst nah am Flutungsbereich erfolgen. Aber auch bei den Inertgasen konnte durch die stetige Weiterentwicklung der Anlagentechnik und der Bevorratungsdrücke von ehemals 150/160 bar auf heute 200 bar bzw. 300 bar der Platzbedarf für die Vorratsbehälter reduziert werden.

Da jedoch das Rohrnetz bei den Inertgaslöschanlagen auf 60 bar ausgelegt wird, ist es notwendig den, Bevorratungsdruck zu reduzieren. Hierfür wurden in der Vergangenheit Blenden in das Rohrnetz eingebaut. Um den maximal zulässigen Druck nicht zu überschreiten und auch einen konstanten Betriebsdruck zu erreichen, wurden spezielle Flaschenventile entwickelt und VdS-anerkannt, die den Flaschendruck bereits am Ventil reduzieren und über die Flutzeit konstant halten.

Bei der Anlagendimensionierung mit halogenierten Kohlenwasserstoffen ist zu beachten, dass abweichend von den Inertgasen die Flutungszeit maximal 10 Sekunden betragen darf, da die bei einem Brand entstehenden Radikalen chemisch gebunden werden und somit der Flamme die Energie entziehen, so dass diese abkühlt. Bei dieser Reaktion entsteht als Zerfallsprodukt Fluorwasserstoff (HF), der in Verbindung mit Wasser bzw. Feuchtigkeit die aggressive Flusssäure bildet und ggf. zu Beschädigungen im Schutzbereich führen kann.

Weitere Vorteile der halogenierten Kohlenwasserstoffe gegenüber den Inertgasen sind der auf Grund der geringen Löschgaskonzentration relativ hohe Restsauerstoffgehalt und die damit geringeren Anforderungen an den Personenschutz.

Auch ist in der Regel die Größe der für die Druckentlastung notwendigen Öffnung geringer als bei Löschanlagen mit Inertgasen, da die für den Löscherfolg geflutete Menge geringer ist. Eine Druckentlastung ist aber in jedem Fall erforderlich.

Analog zu den Inertgasen können die halogenierten Kohlenwasserstoffe nur für Raumschutzanlagen eingesetzt werden. CO_2 dagegen kann auf Grund der physikalischen Eigenschaften auch für Objektschutzanlagen wirksam eingesetzt werden. Um die Wirksamkeit der Löschanlage zu erhöhen, wird empfohlen, das Schutzobjekt nach Möglichkeit einzuhausen. Da dies auf Grund von Betriebsprozessen nicht in allen Situationen möglich ist, soll in einem Forschungsprojekt untersucht werden, welche Auswirkung der Einsatz von flexiblen Rauchschürzen auf die Löschanlage hat. Es wird erwartet, dass beim Einsatz von Rauchschürzen die notwendigen Konzentrationen länger gehalten und ggf. auch die Einsatzmengen reduziert werden können.

SAUERSTOFFREDUZIERUNGSANLAGEN

Neben den Gaslöschanlagen werden vermehrt für den Schutz von EDV-Risiken und Lägern auch Sauerstoffreduzierungsanlagen eingesetzt.

Eine Sauerstoffreduzierungsanlage ist keine Löschanlage im eigentlichen Sinne, da die Wirkungsweise der Sauerstoffreduzierungsanlagen auf der dauerhaften Absenkung der Sauerstoffkonzentration in einem Raum beruht. Ziel ist dabei, die Konzentration auf einen Wert einzustellen, bei dem potentiell brennbare Stoffe nicht mehr entzündet werden können.

Zur Reduzierung des Sauerstoffgehaltes wird in der Regel Stickstoff oder eine mit Stickstoff angereicherte Atmosphäre in den Raum eingeleitet.

Sauerstoffreduzierungsanlagen können jedoch nur dort betrieben werden, wo keine Dauerarbeitsplätze im Sinne der Arbeitsstättenverordnung eingerichtet sind bzw. keine Notwendigkeit für eine hohe Zugangsfrequenz besteht.

Somit finden Sauerstoffreduzierungsanlagen z. B. in automatisierten Hochregallägern, auch mit Gefahrstoffen oder brennbaren Flüssigkeiten, und Tiefkühllägern ihre Anwendung.

Nicht eingesetzt werden können Sauerstoffreduzierungsanlagen,

- wenn der für einen möglichen Verbrennungsprozess notwendige Sauerstoff durch das Lagergut selbst mit eingebracht wird,
- wenn exotherme Prozesse stattfinden können, die keinen Sauerstoff benötigen
- oder wenn katalytische Effekte stattfinden können.

Grundlage für die Auslegung einer Sauerstoffreduzierungsanlage sind die im Jahr 2007 veröffentlichten „Richtlinien für Planung und Einbau von Inertisierungs- und Sauerstoffreduzierungsanlagen – VdS 3527“.

Neben den Anforderungen an die Bauteile und die Systemtechnik sind in den Richtlinien auch Auslegungskonzentrationen und die Entzündungsgrenzen für verschiedene Brandstoffe definiert. Da es zum Zeitpunkt der Erstellung der Richtlinien keine standardisierten Versuchsmethoden zur Bestimmung der Entzündungsgrenzen gab, wurden die in den Richtlinien beschriebenen Versuchsmethoden von VdS Schadenverhütung in Zusammenarbeit mit den Versicherungen und der Industrie entwickelt und werden als Basis für die Ermittlung weiterer Entzündungsgrenzen genutzt, um auch hier reproduzierbare Werte zu erhalten.

RAUCH- UND WÄRMEABZUGSANLAGEN

Neben den stationären Löschanlagen spielen Rauch- und Wärmeabzugsanlagen eine große Rolle in den Brandschutzkonzepten. Rauchabzüge haben die Aufgabe, durch Entfernen des heißen Rauchs eine raucharme Schicht über dem Boden zu schaffen.

Grundlage für den natürlichen Rauch- und Wärmeabzug ist der thermische Auftrieb von Rauchgasen. Es gibt jedoch eine Reihe von Bauten und Sonderfällen, bei denen die Entrauchung über das Dach nicht möglich ist (z. B. mehrstöckige Gebäude oder Gebäude, bei denen ausgeprägte Zwischendeckenbereiche dafür sorgen, dass Decke nicht gleich Dach ist). Ebenso kann in manchen besonders windexponierten Bereichen eine Entrauchung über das Dach nicht ohne Weiteres möglich sein, z. B. wenn die Gebäudegeometrie der Nachbarbebauung eine ungestörte Dachentrauchung nicht zulässt. Hier bietet sich eine Entrauchung über Seitenwände an. Erstmals im Jahr 2003 wurde in einer DIN-Norm, der DIN 18232-2 Planung und Einbau von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, die Entrauchung über die Seitenwände informativ erfasst. Für die Ansteuerung, die über Rauchmelder erfolgen soll, wurde dabei festgelegt, dass abhängig von der Windbelastung bzw. -geschwindigkeit unterschiedliche

Abluft- bzw. Zuluftgeräte in den Außenwänden des Rauchabschnittes geöffnet oder geschlossen werden sollen. Dabei lautet die Forderung, dass bei der Seitenwandentrauchung die Windgeschwindigkeiten und die Windrichtung oberhalb des Daches gemessen und über 10 (± 2) Minuten gemittelt werden.

Ohne zweckmäßige und hinreichend genaue Windrichtungs- und -geschwindigkeitsmessung kann die in der DIN 18232-2 geregelte Seitenwandentrauchung also nicht betriebssicher funktionieren. VdS Schadenverhütung hat die im Markt vorhandenen Windgeber analysiert und festgestellt, dass der Genauigkeitswert bzw. die Funktionstüchtigkeit auch bei widrigen Wetterbedingungen der vorhandenen Geräte ggf. nicht dem für die Entrauchungszwecke notwendigen Niveau entsprechen. Aus diesem Grunde wurden in Zusammenarbeit mit der Industrie und einer Forschungsstelle Richtlinien entwickelt, die eine Prüfgrundlage für Windgeber, die für Entrauchungs zwecke eingesetzt werden sollen, darstellt.

2008 wurden die Richtlinien VdS 3530 „Windgeber und Differenzdruckaufnehmer – Anforderungen und Prüfmethoden“ veröffentlicht, die Grundlage für eine VdS-Anerkennung des Bauteils sind.

BRANDMELDEANLAGEN

Neue Übertragungsmedien für den Fernalarm von Brandmeldeanlagen

Die Zeit der Alarmübertragung per fest verlegter bzw. von der Post verschalteter Mietleitung ist definitiv vorbei. Die Abkündigung aller Standleitungen für diesen Zweck liegt vor.

Bild 4 Stehende Verbindung

Für lange Wege, wie sie in den neuen Bundesländern gegeben waren, wurden diese Leitungen schier unbezahlbar. Eine Verbindungsart über das ISDN schien der Ausweg zu sein. Bei nicht möglicher Verbindung über diesen Übertragungsweg wurde als Ersatzweg eine Wählverbindung ins Festnetz („bedarfsgesteuerte Verbindung“) aufgebaut.

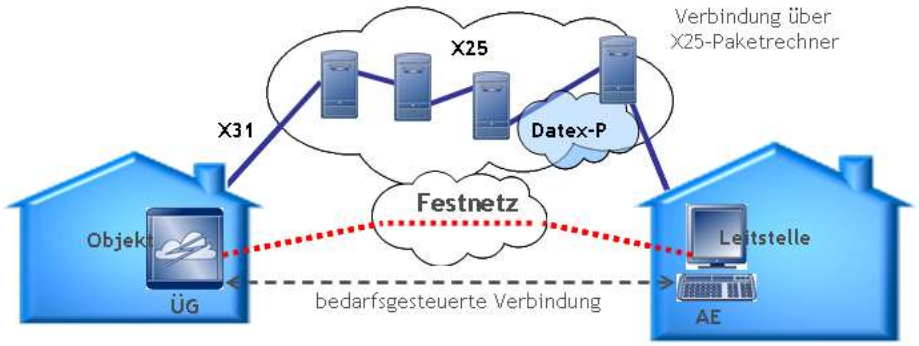


Bild 5 ISDN-Verbindung

Ein dritter Übertragungsweg als sogenannte „Doppeltrasse“ stellt eine, von den Übertragungskosten her ebenfalls günstige Alternative dar. Hier wird im Alarmfall eine Wählverbindung ins Festnetz aufgebaut. Ist diese Verbindung gestört, so wird die gleiche Wählverbindung über einen alternativen Verbindungsweg (andere „Trasse“, z. B. das GSM-Netz) hergestellt.

Bild 6 Doppeltrasse

Aber auch ISDN wird in einigen Jahren nicht mehr unterstützt werden. So wie die Telefonie und Datenübertragung per Internet seit geraumer Zeit Stand der Technik sind, wird auch die Übertragung des Fernalarms zur Leitstelle der Feuerwehr zukünftig erfolgen. Eine Bestätigung der Alarmübermittlung ist Bestandteil der Übertragung. Unterbleibt diese Bestätigung, so wird die Übertragung über einen anderen Weg (z. B. eine Festnetzverbindung) umgeleitet.

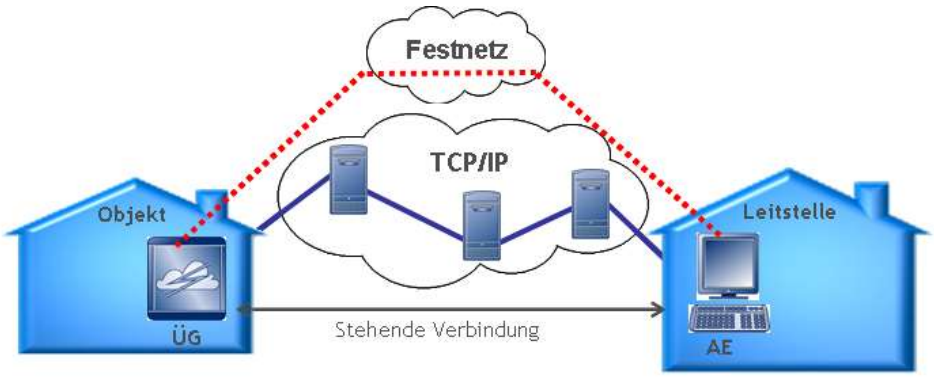


Bild 7 Internet-Verbindung

Die ersten Übertragungsgeräte sind bereits anerkannt und einige Übertragungseinrichtungen bereits in Betrieb.

Neue Richtlinien „Anlagenübergreifende Vernetzung“

Diverse Einrichtungen für den Brandschutz und für brandschutzfremde Anlagen müssen miteinander in Verbindung stehen und zusammenwirken. Dabei spielt die Brandmeldetechnik eine zentrale Rolle.

Für die einzelnen Gewerke oder Systeme, z. B. Feuerlöschanlagen, Entrauchungsanlagen, Feuerschutzabschlüsse, Sprachalarmanlagen, Aufzugssteuerungen, bestehen bereits seit Jahren Anforderungen an Geräte sowie Planung und Einbau. Für jedes System gibt es eine mehr oder weniger detaillierte Beschreibung seiner Schnittstellen zur „Außenwelt“.

Werden diese Systeme nun zusammengeschaltet, beginnen häufig die Probleme.

- Muss überhaupt überwacht werden?
- Von wo aus wird überwacht? Von der Quelle oder der Senke?
- Wird aktiv gesteuert (also eine Spannung geliefert) oder wird nur ein Kontakt geschlossen?
- Muss die Verbindung redundant erfolgen?
- Muss potentialfrei gesteuert werden?

Dies sind einige der Fragen, mit denen die beteiligten Errichterfirmen häufig zu tun haben und sich nicht selten allein gelassen fühlen.

Die neuen Richtlinien von VdS Schadenverhütung VdS 3531 („Anlagenübergreifende Vernetzung“) erhellen hier das Dunkel.

Auf Grund einfacher Rückschlüsse auf Basis der Anforderungen der zu steuernden Anlage sind die Übertragungswege für jeden Anwendungsfall festlegbar.

Anwendungsnorm und Geräteanforderungen für Sprachalarmanlagen in Kraft

Nachdem Ende vergangenen Jahres die Anwendungsnorm DIN VDE 0833-4 (Festlegungen für Anlagen zur Sprachalarmierung im Brandfall) in Kraft gesetzt wurde, sind im August dieses Jahres die Anforderungen an die Produkte mit den harmonisierten Normen DIN EN 54 Teil 16 (Sprachalarmzentralen) und Teil 24 (Lautsprecher) gefolgt. Zukünftig müssen alle Geräte für Sprachalarmanlagen (SAA), nach einer voraussichtlichen Übergangsfrist bis 2011, den oben genannten Gerätenormen entsprechen.

Wie alle Geräte der Normenreihe EN 54, werden auch diese Geräte in den Laboratorien von VdS Schadenverhütung geprüft.

Diese Anlagen werden zur Ausgabe eines Alarms und zur „...Erteilung von Anweisungen an Beschäftigte und Besucher...“(häufige Formulierung aus den Baugenehmigungsbescheiden) von einer Brandmelderzentrale angesteuert und sind Bestandteil der Brandmeldeanlage. Die Anforderungen wurden früher in DIN EN 60849 (DIN VDE 0828) beschrieben. Diese Norm stellt derzeit nur noch eine Rahmennorm dar. Es ist beantragt, den Scope dieser Norm so zu ändern, dass sie künftig nicht mehr für diesen Anlagentyp gilt.

Ein wichtiges Kriterium für die Qualität der Anlagen ist die Verständlichkeit der Durchsagen. Nur mit einer als ausreichend gemessenen Sprachverständlichkeit kann die Wirksamkeit dieser wichtigen Brandschutzanlage durch die staatlich anerkannten Sachverständigen nach den Prüfverordnungen, z.B. von VdS-Sachverständigen, bestätigt werden.

Der Durchsagetext, der je nach Objekt auch mehrsprachig vorhanden sein muss, liegt als gespeicherte Datei vor. Die Durchsage kann durch eine Live-Durchsage, z. B. des Einsatzleiters, ergänzt werden.

Bei komplexen Gebäuden ist eine gestaffelte Alarmierung sinnvoll. Alternativ oder zusätzlich kann eine ereignisabhängige Fluchweglenkung erfolgen.

SITZUNG 2

NORMEN, RICHTLINIEN, VERORDNUNGEN

Sitzungsleitung: G. Hoppe, Berlin

ÜBERARBEITUNG DER DIN 18230-1

Helge-Jürgen Dargel
Bayer Technology Services GmbH, Leverkusen

AUSGANGSLAGE

Die DIN 18230-1 ist im Mai 1998 als Weißdruck veröffentlicht worden. Etwa zwei Jahre später – im März 2000 – erschien die Muster-Industriebaurichtlinie, die im Abschnitt 7 direkten Bezug auf die DIN 18230-1 nimmt. Im November 2002 wurde die Novellierung der Musterbauordnung, auf der beide Regelwerke aufbauen, abgeschlossen. Darüber hinaus haben seit dem Erscheinen weitere neu erschienene Regeln und Normen in den Regelungsbereich der DIN 18230-1 eingegriffen.

Grund genug für die AGI, im Jahre 2004 die Überarbeitung der DIN 18230-1 zu beantragen. Begründet wurde der Antrag mit Anpassungs- und Überarbeitungsbedarf auf Grund der:

- neuen DIN 18232-2
- neuen DIN 18234
- Industriebaurichtlinie 2000
- genaueren Berücksichtigung von Rauch- und Wärmeabzügen
- genaueren Berücksichtigung mehrgeschossiger Gebäude
- Berücksichtigung der Geschossigkeit bei Deckenöffnungen
- Berücksichtigung von gekapselten/abgeschotteten Bereichen
- Berücksichtigung der Auslegungen des Beuth-Kommentars „Baulicher Brandschutz im Industriebau – DIN 18230“.

Am 07.09.2004 kam der Arbeitsausschuss NABau AA 00.38.00 nach über 7 Jahren erstmalig wieder zusammen. Die Erfahrungen mit der Norm wurden überwiegend als positiv beschrieben, eine Überarbeitung jedoch für notwendig gehalten. Doch bevor es richtig losging, musste die Finanzierung gesichert und die Aufgabenstellung konkretisiert werden. Hierzu wurde eine kleine Arbeitsgruppe gebildet.

Am 25.08.2005 traf sich der Arbeitsausschuss erneut, inzwischen unter der neuen Bezeichnung NA 005-52-30. Auf Basis des erarbeiteten Programms und vor dem Hintergrund der geklärten Finanzierung wurde das Projekt dem Koordinierungsausschuss Brandschutz (KOA 02) zur Annahme vorgeschlagen.

ZIEL DER ÜBERARBEITUNG

Auf Basis des bestehenden Verfahrens und unter Beibehaltung des hinterlegten Sicherheitskonzeptes sollte die Norm überarbeitet werden, die Schnittstellen zu neu erschienenen Normen sollten angepasst und die Zuständigkeit der Industriebaurichtlinie für baurechtliche Festlegungen beachtet werden. Weiterhin sollten Lücken im Nachweiskonzept mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte, die bei der letzten Bearbeitung verblieben waren, beseitigt werden. Sonderthemen wie die Abschnittsbildung durch brandlastfreie Streifen im Geschossbau, auch unter dem Arbeitstitel „Luftbrandwand“ geführt, und der Ansatz zur Einführung von Ingenieurmethoden wurden intensiv diskutiert, letztendlich jedoch in Richtung Industriebaurichtlinie und eines neuen Normenwerkes DIN 18230-4 bzw. eines Beiblatts zu Teil 1 verschoben. Zeitnah wurde der Arbeitsbeginn der Projektgruppe zur Überarbeitung der Industriebaurichtlinie initiiert und mit einer ausführlichen Merkliste unterstützt.

ERGEBNIS DER ÜBERARBEITUNG

Der Normenentwurf (Gelbdruck) befindet sich derzeit im Anhörungsverfahren. Die Einspruchsfrist endet am 2. Oktober 2008.

Die Neuordnung und redaktionelle Bearbeitung haben die Norm leichter lesbar gemacht. Viele Begrifflichkeiten wurden präziser definiert. Im Folgenden wird über die wesentlichen Änderungen und solche mit Auswirkungen auf das Ergebnis berichtet.

Ebenen

Als erster und vielleicht auffälligster oder ungewöhnlichster Begriff sei der Begriff der Ebene genannt. Er stellt das Pendant zum Geschossbegriff nach Bauordnung dar. Da der Geschossbegriff im Baurecht eindeutig definiert ist und auch in der Industriebaurichtlinie in Tabelle 1 des Abschnitts 6 für mehrgeschossige Brandabschnitte benötigt wird, war für die „mehrebenigen“ Brandbekämpfungsabschnitte ein neuer Begriff erforderlich. Ein Geschoss wird durch Boden und Geschossdecke mit einer bestimmten Feuerwiderstandsklasse abgeschlossen. Öffnungen ohne Abschottungen sind unzulässig. Im Gegensatz dazu kann der Boden einer Ebene bzw. die Decke über einer Ebene eines Brandbekämpfungsabschnittes Öffnungen aufweisen oder/und aus Teilstücken (Emporen, Balkonen) zusammengesetzt sein. Flächen, die für die erforderliche Feuerwiderstandsdauer bemessen sind und mehr als 50 % der Grundfläche des Brandbekämpfungsabschnitts bedecken, führen zur Bildung einer Ebene. Mehrere kleinere Teilflächen gleicher Qualität können zusammengefasst werden und bilden eine eigene Ebene, wenn 50 % der Grundfläche erreicht werden.

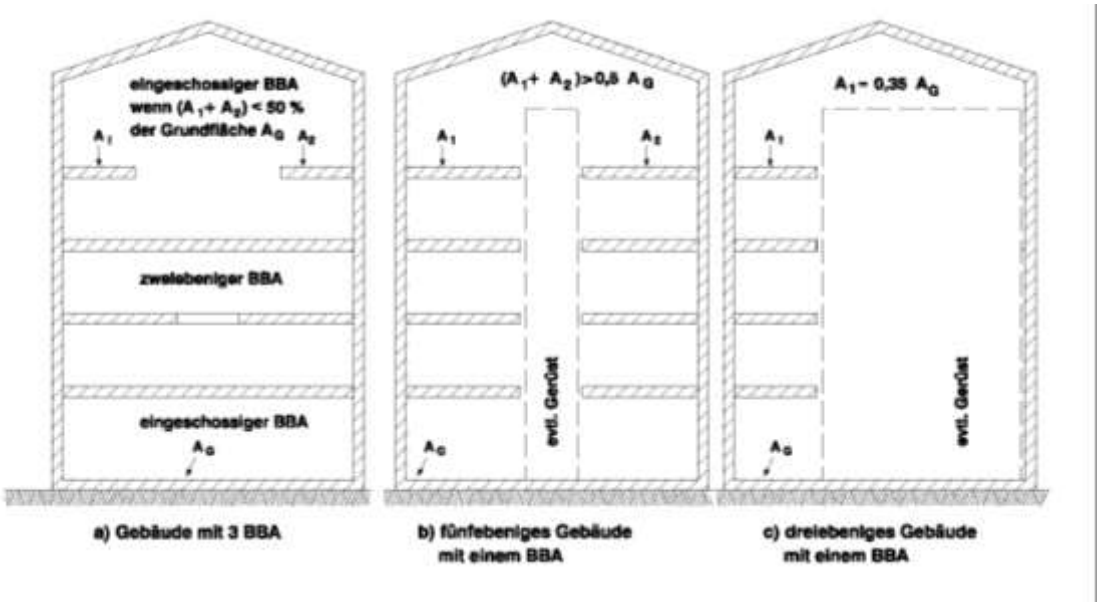


Bild 1 Definition von Ebenen

Brandbekämpfungsabschnittsfläche

Die Brandbekämpfungsabschnittsfläche setzt sich aus der Bruttogrundfläche des Brandbekämpfungsabschnittes und aus der Summe der anrechenbaren Flächen darüber liegender Ebenen zusammen. Öffnungen und Gitterrostflächen zählen wie bisher nicht zur Brandbekämpfungsabschnittsfläche. Neuerdings zählen aber auch Abdeckungen und Blechbühnen nicht zur anrechenbaren Fläche der Ebene, wenn sie nicht die erforderliche Feuerwiderstandsdauer des Brandbekämpfungsabschnittes haben (siehe Ebenen). Die sich auf ihnen befindliche Brandlast ist der nächsten darunterliegenden anrechenbaren Fläche zuzuschlagen. Während die alte DIN sich mit der Abschirmwirkung solcher geschlossener Flächen begnügte, hat der Normenausschuss hier die Norm eindeutig verschärft. Das wird vor allem Auswirkungen auf mehrgeschossige Anlagen mit geschlossenen Blechbühnen und einer nicht mehr geringen Brandlast haben.

Einrichtungsschutz

Ein weiterer neuer Begriff ist der Einrichtungsschutz. Mit Einrichtungsschutzanlagen lassen sich einzelne Einrichtungen (Maschinen, Apparate, Lagerbehälter, aber nicht Lagerflächen) so sicher schützen, dass diese Einrichtungen nicht zur Brandentwicklung und Brandausbreitung beitragen. Die dafür dimensionierten selbsttätigen Feuerlöschanlagen stehen nur für diese Einrichtung zur Verfügung. Sie dürfen nicht bei der Ermittlung des Zusatzbeiwerkes α_L angerechnet werden. Das Restrisiko wird durch Ansatz der Mindestbrandlast von 15 kWh/m² berücksichtigt.

Analog lassen sich erhöhte, lokal begrenzte Brandlasten auf definierten Teilflächen, z. B. Bereitstellungsflächen, durch selbsttätige Feuerlöschanlagen oder halbstationäre Löschanlagen schützen. Die Gefahr des Überlaufens solcher Flächen durch einen Brand von außen ist durch ausreichend breite Freistreifen zu verhindern. Im Falle von mehreren solchen Teilflächen dürfen diese nicht an einender stoßen und müssen jeweils ihren eigenen Löschmittelvorrat vorhalten. Die Wirksamkeit der Löschanlagen ist im Einzelfall nachzuweisen.

Globaler Nachweis

Im Gegensatz zur gültigen DIN 18230-1 wird die äquivalente Branddauer $t_ä$ als Eingangsgröße für die Industriebaurichtlinie als arithmetisches Mittel der einzelnen $t_{äi}$ der Ebenen i des Brandbekämpfungsabschnittes ermittelt. Bei mehreren Teilabschnitten i eines eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnittes wird ebenfalls das arithmetische Mittel für die Ermittlung von $t_ä$ herangezogen.

Anrechenbare Wärmeabzugsöffnungen

Anrechenbar sind ständig vorhandene Öffnungen, die ins Freie oder einen anderen Abschnitt oder eine andere Ebene führen, sofern sie eine Mindestgröße von neu 1 m² haben, sowie Flächen von Toren und Türen, die durch die Feuerwehr geöffnet werden können. Weiterhin anrechenbar sind solche Öffnungen, die mit Materialien verschlossen sind, die im Brandfall erst bei größeren Brandwirkungen zerstört werden. Dies gilt für Verschlüsse von Öffnungen,

- die aus Kunststoffen mit einer Schmelztemperatur < 300 °C bestehen,
- die spätestens nach 15 min im Normbrandversuch zerstört werden,
- die mit handelsüblichem Zweischeiben-Isolierglas ausgeführt sind.

Insbesondere für Brandbekämpfungsabschnitte mit geringen Brandbelastungen (d. h. bei niedrigen äquivalenten Branddauern) treten im Brandfall üblicherweise erst spät bzw. gar nicht entsprechende Temperaturbeanspruchungen an den vorstehenden Konstruktionen auf, so dass deren Zerstörung nur bedingt anzunehmen ist. In Tabelle 1 sind die Bedingungen bezüglich der Anrechenbarkeit von Öffnungen zusammengestellt, die sich aus den Regelungen in 8.2 der Norm in Abhängigkeit von der Art der Öffnungsverschlüsse ergeben. Für Öffnungen nach den Zeilen 4 und 5 darf der angegebene Wert bei Vorhandensein einer Werkfeuerwehr verdoppelt werden. Dies wird damit begründet, dass einer Werkfeuerwehr zugemutet werden kann, Öffnungen mit Gewalt zu schaffen. Dies sollte im Rahmen der Planungen überprüft werden.

Tabelle 1 Anrechenbarkeit von Öffnungen bei der Berechnung des w-Faktors

Zeile	Art des Öffnungsverschlusses	Anrechenbarkeit
1	ständig offen	ab 1 m² Mindestgröße
2	Flächen von RWA-Geräten	immer
3	von außen ohne Gewaltanwendung zu öffnen	immer
4	Verglasungen mit Kunststoffen mit einer Schmelztemperatur < 300°C	im Dachbereich zu 100 % in der oberen Hälfte des Außenwandbereiches: bei $t_{ä}$ ≤ 15 min zu 50 % [a] bei $t_{ä}$ ≥ 30 min zu 100 % (Zwischenwerte durch Interpolation)
5	Verglasungen, die bei Brandeinwirkung ganz oder teilweise zerstört werden	Einfach-Fensterglas: bei $t_{ä}$ ≤ 15 min zu 80 % [b] bei $t_{ä}$ ≥ 30 min zu 100 % handelsübliches Zweischeiben-Isolierglas: bei $t_{ä}$ ≤ 15 min zu 35 % [a] bei 15 min < $t_{ä}$ 30 min zu 50 % [a] bei $t_{ä}$ ≥ 30 min zu 100 %
6	Flächen von Wärmeabzugsöffnungen	mit Nachweis, wenn die äquivalente Branddauer (ohne Berücksichtigung der betrachteten Öffnungen) größer ist als die Auslösezeit nach DIN 18232-7
7	Flächen von Öffnungen mit Abdeckungen, die im Brandfall zerstört werden	mit Nachweis flächiger Freigabe der Öffnungen durch Brandeinwirkung nach ETK

[a] Bei Vorhandensein einer Werkfeuerwehr darf der Wert verdoppelt werden
[b] Bei Vorhandensein einer Werkfeuerwehr darf der Wert 100 % angesetzt werden

Kunststoffbekleidungen werden als Wetterschutz bei Gebäuden häufig vollflächig über den gesamten Fassadenbereich ausgeführt. Ihre Anrechenbarkeit als Wärmeabzugsfläche im Brandfall ist dabei in Tabelle 1, Zeile 4, verdeutlicht. Danach ist zunächst nur die obere Hälfte des Außenwandbereiches in einer Ebene behandelt und als Wirkungsbereich für den Wärmeabzug ausgewiesen. Damit wird dem Sachverhalt entsprochen, dass sich bei einer Fassade in der Regel nur in der oberen Hälfte des Außenwandbereiches die erforderlichen Öffnungstemperaturen einstellen. Wenn jedoch nachgewiesen wird, dass bei Vorhandensein einer Werkfeuerwehr diese technisch und organisatorisch in der Lage ist, die Kunststoffbekleidung auch in der unteren Hälfte rasch zu zerstören, so darf die gesamte Öffnungsfläche angesetzt werden. Die horizontalen Öffnun-

gen im Dach sind im Allgemeinen Rauch- und Wärmeabzugsanlagen z. B. nach DIN EN 12101-2 mit geprüften Wärmeabzugsöffnungen. Ansonsten gilt als Wärmeabzugsöffnung die lichte Fläche. Für die Berechnung aus den Rohbaumaßen darf 85 % der Bruttofläche angesetzt werden, früher 90 %. Flächen, die im Brandfall nicht zerstört werden oder die nicht geöffnet werden können, z. B. Brandschutzverglasungen oder Verbundsicherheitsverglasungen, dürfen nicht angesetzt werden.

Brandbekämpfungsabschnitte mit mehreren Ebenen

In Brandbekämpfungsabschnitten mit mehreren Ebenen findet bei einem Brand unterhalb des Dachgeschosses eine Rauchgasströmung zwischen den einzelnen Ebenen durch Öffnungen in den Decken statt. Die Wärme wird, neben dem Wärmeabfluss durch die Umfassungsbauteile, über die Rauchgase durch die Öffnungen in den Außenwänden und im Dach in die Umgebung abgegeben. In welchem Maß eine Rauchgasabfuhr aus der unten liegenden Ebene in die darüber liegenden Ebenen und über die außen liegenden Öffnungen sowie Umfassungsbauteile in die Umgebung stattfindet, hängt u. a. wesentlich von den Öffnungsflächen ab, die in den Decken zur Verfügung stehen.

Bei mehrebenigen Brandbekämpfungsabschnitten und Deckenflächen mit nachgewiesener Feuerwiderstandsdauer und Öffnungen in den Decken von > 20 % der Grundfläche und mindestens 20 % Dachöffnungen darüber ist davon auszugehen, dass im Brandfall Wärme über die Rauchgase ohne größere Beeinträchtigungen aus den unten liegenden Ebenen in die darüber liegenden Ebenen und von dort über die Öffnungen im Dach in die Umgebung abgeführt wird.

In der DIN 18230-1: 1998-05 war der Nachweis für die Ebenen in mehrebenigen Brandbekämpfungsabschnitten lediglich für übereinander liegende horizontale Öffnungen in den Decken und im Dach für die Bereiche $\leq$ 2 % sowie $\geq$ 20 % geregelt. Der Grund für den ungeregelten Zwischenbereich ist die nicht so ohne Weiteres ableitbare Berücksichtigung der Brandeffekte zwischen den Geschossen, insbesondere der sogenannten „Kaminwirkung“ der übereinander angeordneten horizontalen Öffnungen. Eines der wesentlichen Ziele dieser Normenbearbeitung war es daher, die Lücke 2 % $\leq A_{hi}/A_{E,i} \leq$ 20 % im Anwendungsbereich der Norm zu schließen.

Zu diesem Zweck wurde unter Verwendung des Rechenprogramms MRFC in einer Parameterstudie durch die TU Wien das Brandverhalten in den jeweiligen Ebenen eines mehrebenigen Brandbekämpfungsabschnittes näher untersucht.

Unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen gelang es, die herausgeschnittene Ebene auf den eingeschossigen Nachweis zurückzuführen (Bild 2).

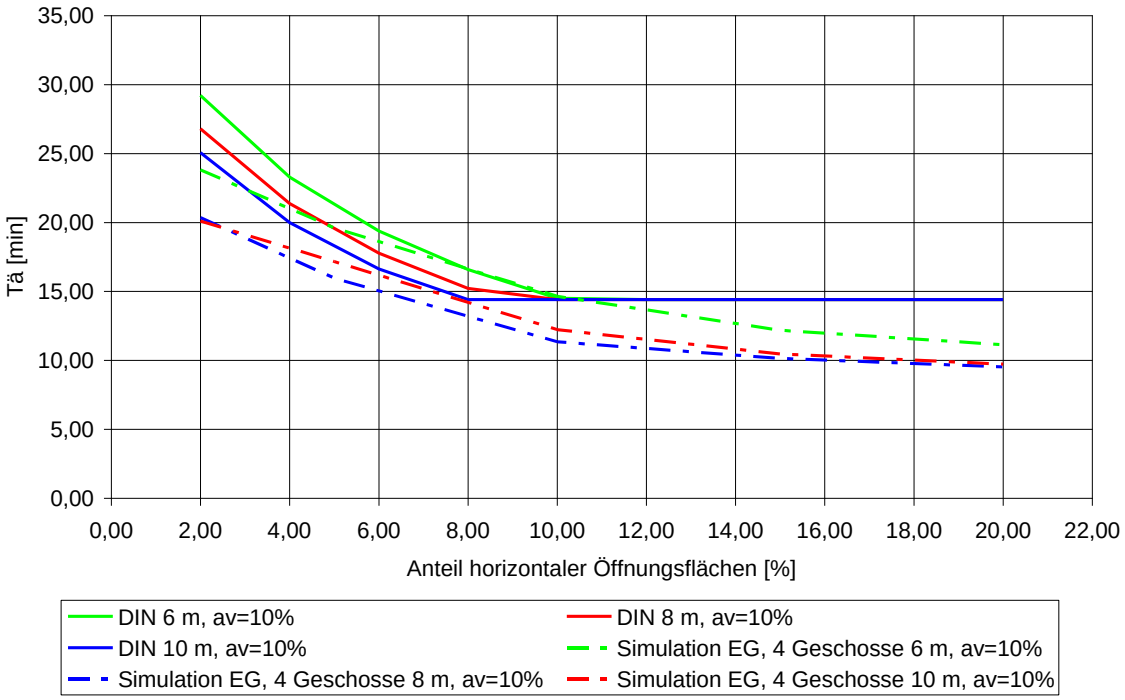


Bild 2 *Vergleich der Ergebnisse für $t_{ä}$ des EG als eingeschossiger BBA nach DIN 18230-1 und den Simulationsergebnissen bei einem 4-geschossigen Gebäude mit Geschosshöhen von 6 m, 8 m und 10 m (aus Bericht TU-Wien 12.07).*

Im entwickelten Rechenmodell werden die beiden Bereiche 0 % $\leq A_{hi}/A_{E,i} <$ 20 % sowie $A_{hi}/A_{E,i} \geq$ 20 % voneinander unterschieden. Bei der Anwendung der bezogenen horizontalen Öffnungsgrößen ≥ 20 % wird der bisherige Besitzstand der Norm beibehalten. Dagegen wurde der Anwendungsbereich zwischen 0 % und 20 % auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse neu definiert.

Für die Erstellung der Ebenennachweise im Bereich 0 % $\leq A_{hi}/A_{E,i} <$ 20 % wird vorausgesetzt, dass die Öffnungen in den Decken und im Dach gleichmäßig verteilt sind und zur Verhinderung der Weiterleitung von Feuer von einer Ebene in die darüber liegende Ebene sich keine ungeschützten Brandlasten in einem Abstand $a \leq$ 2,0 m um die Öffnungen in der Decke herum befinden. Die Öffnungen gelten als gleichmäßig verteilt, wenn jeweils mindestens eine Öffnung auf 400 m² in übereinander liegenden Bezugsflächen vorhanden ist. Als vorteilhaft sind übereinander liegende Öffnungen in den Decken und im Dach anzusehen.

Beim Ansatz der Ebenennachweisweise wird zunächst unterstellt, dass die Höhe aller Ebenen gleich groß ist. Bei der Untersuchung des Brandverhaltens in den jeweiligen Ebenen hat sich jedoch gezeigt, dass eine kleinere Höhe h_{i+1} im darüber liegenden Geschoss i+1 im Vergleich zur Höhe h_i des betrachteten Geschosses i zu ungünstigeren Werten führt, als dies bei gleichen oder größeren Höhen der Fall wäre (Bild 3). Zur Berücksichtigung des negativen Effektes

bei $h_{i+1} < h_i$ ist daher der Wärmeabzugsfaktor w_i der Ebene i bei $h_{i+1} < 0{,}5\ h_i$ zu vergrößern. Bei Werten $0{,}5 < h_{i+1}/h_i < 1{,}0$ kann interpoliert werden.

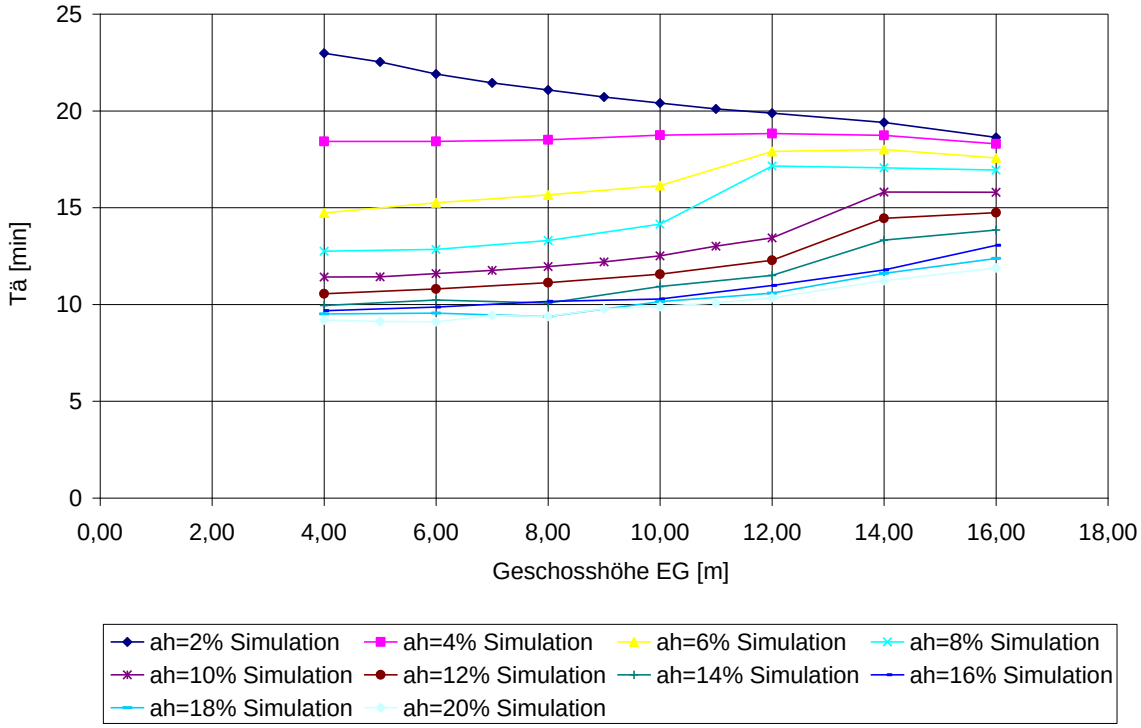


Bild 3 *Höhenabhängigkeit des tä im EG bei variablen Höhen EG (4 bis 16 m) und 1.OG (16 bis 4 m, Höhe EG + Höhe 1.OG =20 m, av=0,1) (aus Bericht TU-Wien 12.07).*

RESÜMEE

Die Überarbeitung der DIN 18230-1 war ein gutes Stück Arbeit, mit hohem Einsatz aller Beteiligten. Ich bin zuversichtlich, dass das Normenwerk in der Praxis auf Zustimmung stößt, und wünsche eine erfolgreiche Anwendung.

RAUCH- UND WÄRMEABZUG - WELCHE NORM DARF ES BITTE SEIN?

Thomas Hegger
Fachverband Lichtkuppel, Lichtband, RWA Dienstleistungs GmbH (FVLR), Detmold

EINLEITUNG

Wie bei vielen anderen Normen auch stürzt beim Rauchabzug auf den Planer und Unternehmer zurzeit eine Fülle von neuen Normen ein.

Einer der Gründe liegt in der Schaffung des gemeinsamen europäischen Marktes, bei dem es notwendig ist, einheitliche Regeln für die Anforderungen, Prüfungen und Zulassungen der Produkte zu kreieren. Nur so ist der freie Warenverkehr in einem Europa ohne Grenzen möglich.

Dies bedeutet aber nicht, dass alles immer in ganz Europa gleich ist. Denn schon bei den Produkten gibt es bei den verschiedenen Anforderungen (z. B. Verschleißfestigkeit) unterschiedliche Niveaus, die meist durch unterschiedliche Klassen ausgedrückt werden. Und es liegt nun am einzelnen Mitgliedsstaat oder der einzelnen Bauanforderung, welche Klasse bei der jeweiligen Eigenschaft (z. B. Schneelast, Windlast) dann für das Produkt jeweils nachgewiesen sein muss, damit es in dem individuellen Objekt eingebaut werden darf.

Und auch bei der Projektierung - z. B. beim Rauchabzug die Frage: wie viel Stück in welcher Größe und Aufteilung für welche Aufgabe - hat jedes Mitgliedsland eigene Regeln.

Damit ist zwar nun der freie Warenverkehr der Komponenten in Europa zunehmend möglich, aber die Frage, welches Produkt nun wie eingebaut werden darf und wie die Verwendbarkeit nachzuweisen ist, wurde komplizierter.
Die notwendigen Normen umfangreicher. Und es gibt keinen Rauchabzug, der immer und für alle Anforderungen passt.

NORMUNGSKREISE

Bis 2002 gab es in Deutschland bei Fragen zum Rauchabzug nur einen Normungskreis, den man kennen musste: die DIN 18232 mit ihren unterschiedlichen Teilen:

- Teil 1 Allgemein
- Teil 2 Projektierungsregeln für den natürlichen Rauchabzug
- Teil 3 Anforderungen und Prüfungen für den natürlichen Rauchabzug (Grundlage für das ZPZ bzw. das ABP)
- Teil 5 Projektierungsregeln für den maschinellen Rauchabzug

- Teil 6 Anforderungen und Prüfungen für den maschinellen Rauchabzug (Ventilator, Grundlage für die ABZ)

In den folgenden Jahren kamen im Normungskreis der DIN 18232 noch folgende Normteile hinzu:

- Teil 4 Anforderungen und Prüfungen für den Wärmeabzug
- Teil 7 Projektierungsregeln für den Wärmeabzug
- Teil 8 Anforderungen an Öffnungsaggregate für ungeregelte Öffnungen (Vornorm)

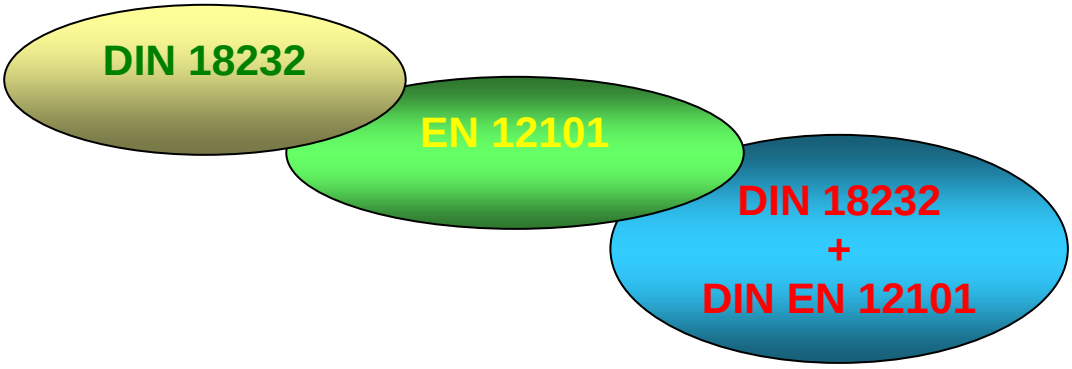


Bild 1 *Anforderungen an den Rauchabzug sind heute sowohl in DIN 18232 als auch in DIN EN 12101 geregelt*

Ab 2003 wurden dann sukzessiv die Europäischen Regeln zu den Produkten, die zu einer Rauchabzugsanlage gehören, veröffentlicht.

Die Folgen waren,

- wenn es sich um eine harmonisierte mandatierte Norm für Produkte handelte,
    - Rauchschürze DIN EN 12101-1,
    - Natürliches Rauchabzugsgerät DIN EN 12101-2,
    - Maschineller Rauchabzug DIN EN 12101-3,

  wurden diese Normen im europäischen und zeitversetzt im jeweiligen nationalen Gesetzblatt mit einer Koexistenzperiode veröffentlicht. Während dieser Zeit waren die bisherige nationale Norm und die neue europäische Norm parallel gültig, nach Ablauf dieser Zeit war nur noch die europäische Norm gültig, die nationale danach zurückzuziehen.
- wenn es sich um einen technischen Report handelte (z. Z. für die Projektierung TR 12101-5 und für Bausätze TR 12101-4), dass die nationalen Normungsgremien jeweils über die nationale Veröffentlichung entscheiden können. Deutschland hat so z. B. diese beiden Technischen Reports nicht veröffentlicht.

In Kürze werden wohl noch die harmonisierten und mandatierten Europäischen Normen für Entrauchungsleitungen (DIN EN 12101-7), Entrauchungsklappen (DIN EN 12101-8), Steuerungssysteme (DIN EN 12101-9) und zur Energieversorgung (DIN EN 12101-10) im Gesetzesblatt veröffentlicht.

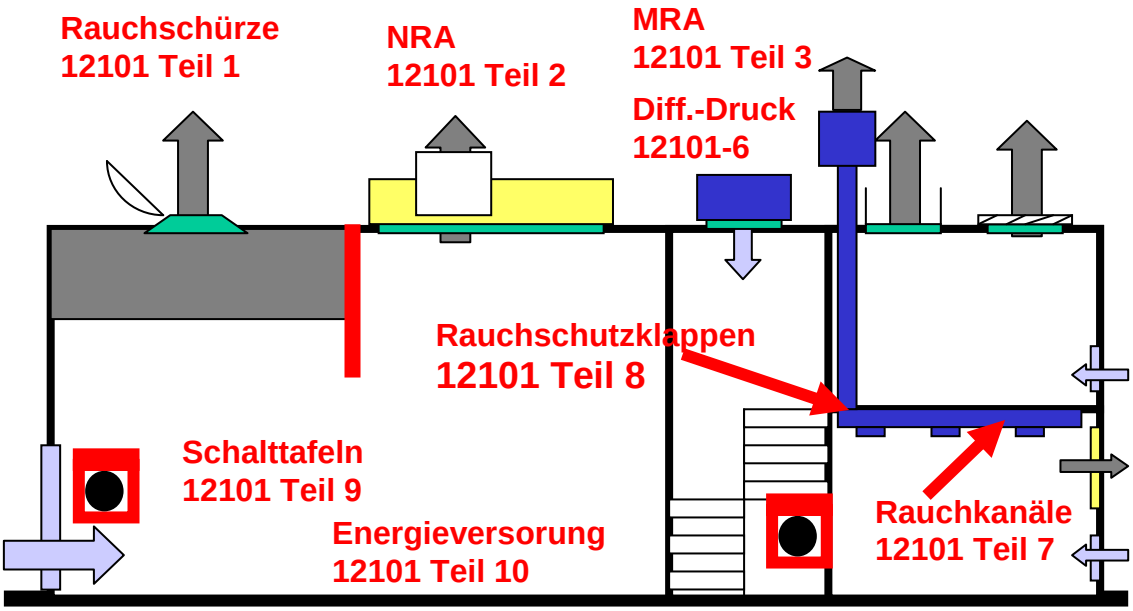


Bild 2 Anforderungen und Prüfungen an die Produkte einer Rauchabzugsanlage nach DIN EN 12101

Das DIN musste damit aus der DIN 18232 den bisherigen

> Teil 3 (Anforderungen und Prüfungen für natürliche Rauchabzugsgeräte, hier gilt jetzt nur noch DIN EN 12101-2) und
>
> Teil 6 (Anforderungen und Prüfungen für maschinelle Rauchabzugsgeräte, hier gilt jetzt nur noch DIN EN 12101-3)

zurückziehen.

Vereinfacht gesagt, findet man zukünftig in dem europäischen Normungskreis EN 12101 überwiegend Normen, die die Anforderungen an die Produkte und die damit zu absolvierenden Prüfverfahren festlegen. Und dies ist auch wegen der damit verbundenen Grundlage für den gemeinsamen freien Warenverkehr gut nachvollziehbar.

Normen zu Projektierung, hier fließen u. a. auch die Auswirkungen der in den einzelnen Mitgliedsstaaten verschiedenen Randbedingungen (verschiedene baurechtliche Anforderungen, zulässige Fluchtweglängen, Reaktionszeiten der Feuerwehr usw.) ein, bleiben dagegen meist dem nationalen Normungsgeber vorbehalten. Also weiter im Bereich der DIN 18232.

Eine gute Übersicht über die für den Rauchabzug zurzeit gültigen Richtlinien und Normen und deren Zuständigkeiten (Regelungsinhalte) ist dem Bild 4 zu entnehmen.

Der deutsche Baugesetzgeber gibt in den Landesbauordnungen und den entsprechenden Sonderbauvorschriften (z. B. Verkaufsstätten-VO, Versammlungsstätten-VO, Industriebaurichtlinie) die baurechtlichten Vorgaben, wann und wo zur Erfüllung der drei vom Gesetzgeber zu betreuenden Schutzziele (Personenschutz, Nachbarschaftsschutz und Umweltschutz) ein Rauchabzug vorzusehen ist.

Weiter gibt er z. B. in der Bauregelliste an, wie ein entsprechender Verwendbarkeitsnachweis für diese baurechtlich vorgeschriebenen Produkte zu führen ist, damit z. B. der Rauchabzug eingebaut werden kann. Leider sind in Deutschland mit Ausnahme der Wärmebeständigkeit (mind. B 300) die anderen mindestens einzuhaltenden Klassifizierungen baurechtlich nicht vorge-schrieben. Deshalb empfehlen der VdS (Verband der Schadensversicherer) und der FVLR (Fachverband Tageslicht und Rauchschutz) mindestens die Werte (siehe Bild 3) aus dem früheren APB nach DIN 18232-3 zu fordern.

Funktions-sicherheit	Öffnen mit Schneelast	Niedrige Temperaturen	Windlast	Wärmebe-ständigkeit
Re A	SL A	T A	WL A	B A
Re 50	SL 0	T 0°C	**WL 1.500**	**B 300**
Re 1.000	SL 125	**T - 5°C**	WL 3.000	B 600
	SL 250	T - 15°C		
	SL 500	T - 25°C		
	SL 1.000			

Bild 3 Empfohlene Mindestklassifizierungen für Natürliche Rauchabzugsgeräte

Die europäische Bauprodukten-Richtlinie gibt vor, welche Voraussetzungen vorliegen müssen, damit ein Bauprodukt in den Verkehr gebracht und frei gehandelt werden darf. Dazu dienen in erster Linie europäische Normen, die in allen Mitgliedsstaaten identisch sind. Der Versicherer kann darüber hinaus bei speziellen Risiken oder, wenn ein höherer Versicherungsrabatt gewährt werden soll, zusätzliche Anforderungen an das Produkt stellen.

In den jeweils wieder national verschiedenen technischen Projektierungsregeln - in Deutschland: DIN 18232-2 für die natürliche und DIN18232-5 für die maschinelle Rauchabzugsanlage - wird der Einbau in das individuelle Gebäude geregelt. Auch hier kann der Versicherer bei speziellen Risiken oder, wenn ein

höherer Versicherungsrabatt gewährt werden soll, zusätzliche Anforderungen an die Projektierung der Rauchabzugsanlage stellen.

Zur besseren Kontrolle einer sachgemäßen Ausführungsplanung, der Installation und auch der späteren qualifizierten Instandhaltung haben die Versicherer noch spezielle Richtlinien veröffentlicht. Diese zielen durch eine sogenannte Errichteranerkennung darauf ab, den ausführenden Fachbetrieb zu auditieren und seine Arbeit regelmäßig zu kontrollieren.

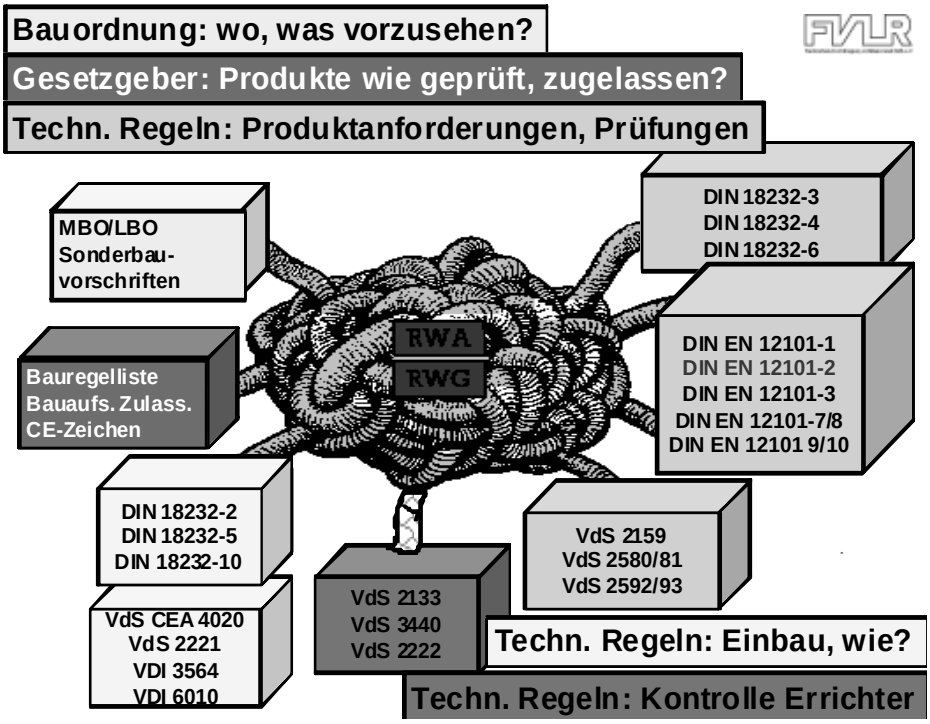


Bild 4 Übersicht über die zu beachtenden Regeln für den Rauchabzug

Beschäftigt man sich mit dem Thema „Rauchabzug“, stellt man schnell fest, dass unter diesem Begriff eine Vielzahl verschiedener Technologien (Bild 5) zusammen gefasst sind.

RWA ist der Oberbegriff für eine Rauch- und Wärmeabzugsanlage, die sich aus

- einer Natürlichen Rauchabzugsanlage NRA,
- einer Maschinellen Rauchabzugsanlage MRA,
- einer Druckdifferenzanlage RDA oder auch nur
- einer Wärmeabzugsfläche WA entwickeln lässt.

Zielsetzung der NRA und MRA ist es, eine raucharme Schicht zu erreichen. Bei einer RDA wird z. B. in einem Sicherheitstreppenraum das Ziel gesetzt, den Raucheintrag zu verhindern und so einen rauchfreien Raum zu erhalten. Der WA besteht in der Regel aus bei hohen Temperaturen durch Zerstörung gebildeten Öffnungen, durch die ein Teil der Brandhitze nach Außen abfließen kann.

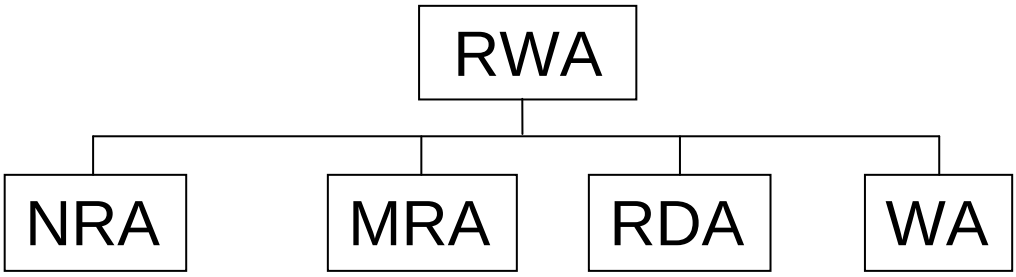


Bild 5 RWA stellt den Oberbegriff verschiedener Technologien dar

Für NRA, MRA, RDA und WA gibt es nun verschiedenen Normen für die jeweils eingesetzten Produkte und auch für die Projektierung.

Daneben gibt es in Deutschland, dies ist in den anderen europäischen Staaten nicht üblich, noch den baurechtlichen Begriff der Rauchableitung. Hierbei werden in Deutschland für Entrauchungen, die weder dem Personenschutz noch dem Löschangriff dienen sollen, keine speziellen Anforderungen an die Produkte oder die Projektierung gestellt.

Für das Schutzziel des Sachschutzes gibt es eine solche Differenzierung aber nicht, da bei einer sogenannten Rauchableitung immer vom völlig verrauchten Raum und einer nicht bestimmbaren Entrauchungszeit auszugehen ist.

WAS IST WANN GÜLTIG?

Bei der konkreten Frage, welche Norm zu einem bestimmten Zeitpunkt gültig und zu beachten ist, muss als wesentlichster Stichtag der Tag der Abnahme betrachtet werden.

Denn an diesem Tag

- erfolgt baurechtlich die Erstfreigabe zur Nutzung des Bauwerks. Die an diesem Tag gültigen Regeln sind maßgebend.
- erfolgt bei umfangreichen Umbauten die baurechtliche Wiederin-betriebnahme. Je nach Umfang der Veränderungen können auch hier unter Umständen für das Gesamtbauwerk künftig die an diesem Tag gültigen Regeln maßgebend sein.
- geht privatrechtlich die Lieferung und Leistung vom Auftragnehmer an den Auftraggeber über, der Gefahrenübergang findet statt und die Gewährleistungszeit beginnt. Werden die an diesem Tag gültigen anerkannten Regeln der Technik nicht erfüllt, ist die abgelieferte Leistung bereits mangelhaft. Nachbesserungspflicht oder Schadensersatz kann die Folge sein.

Steht dieser Tag fest, sind die dann gültigen Regelungen, z. B. Normen, für die weitere Nutzungszeit des Gebäudes maßgebend, auch, wenn sich anschließend die Normen verändern sollten (Bestandsschutz).

Betrachtet man die in Bild 6 dargestellte Zeitachse für ausgesuchte Normen der Entrauchung, stellt man leicht fest, dass es hier zu unterschiedlichen Zeiten natürlich unterschiedliche Normfassungen gab und gibt.

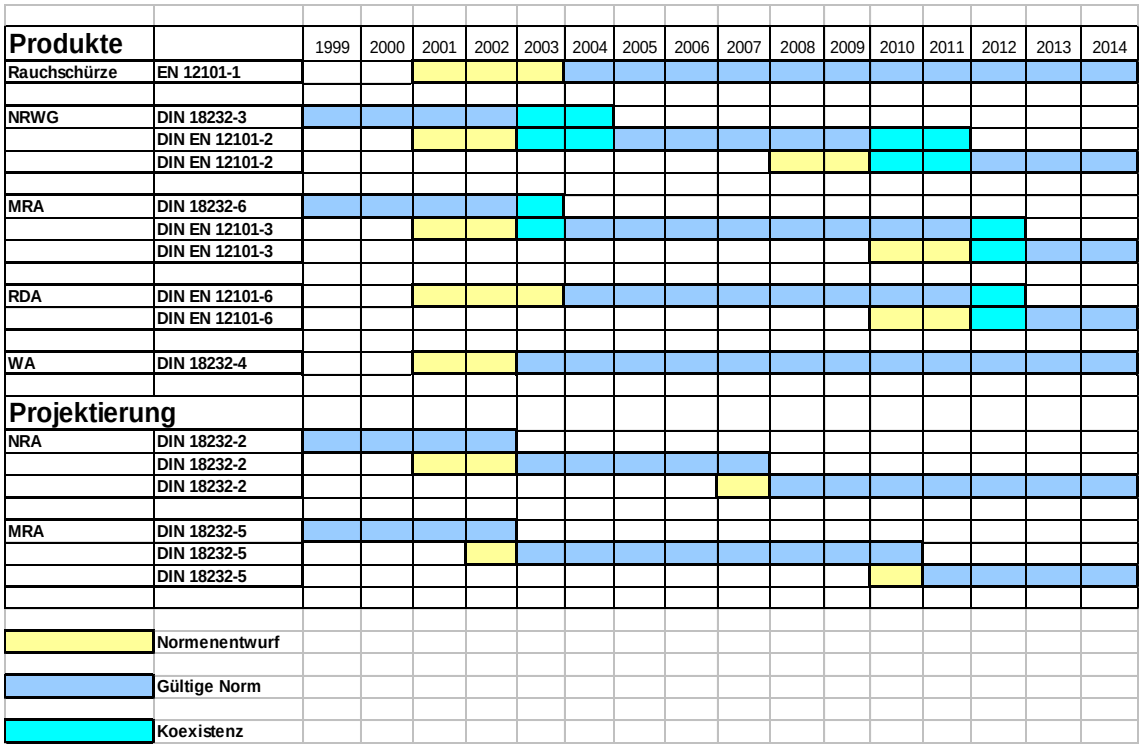


Bild 6 Schematische Darstellung der Zeiträume von gültigen Normfassungen

Bei rein nationalen Normen (siehe z.B. DIN 18232-2) wird nach der Überarbeitung einer bisherigen Normfassung ein Normenentwurf veröffentlicht, der dann nach Abschluss eines Einspruchverfahrens ohne Übergangsfristen mit dem Monat der Veröffentlichung zum neuen Normstand erklärt wird. Mit Gültigkeit der Überarbeitung verliert die vorherige Fassung Ihre Gültigkeit. Grundlage für Abnahmen ab diesem Tag ist also die neue Fassung und für bis dahin vorgenommene Abnahmen die jeweils gültige ältere Fassung.

Beispiel: Abnahme in 2002
Hier gilt die Fassung der DIN 18232-2 aus dem Jahr 1989

Abnahme in 2005
Hier gilt die Fassung der DIN 18232-2 aus dem Jahr 2003

Abnahme in 2008
Hier gilt die Fassung der DIN 18232-2 aus dem Jahr 2007

Bei den europäischen Normen kommt nach dem Abschluss des Einspruchverfahrens noch eine sogenannte Koexistenzperiode hinzu. Innerhalb dieses im Gesetzblatt veröffentlichten Zeitraums ist die bisherige und die künftige Regelung parallel gültig.

In diesem Zeitraum müssen z. B. die Hersteller eventuell neue Produktprüfungen und Zertifizierungen abgeschlossen und auch Ihr Produktlager geräumt haben. Denn nach Abschluss der Koexistenzperiode darf ein Hersteller nur noch Produkte erstmals in den Verkehr bringen (Lagerbestände bei Händlern dürfen z. B. noch weiter in den Markt fließen), die den neuen Regelungen entsprechen.

Auf dem Typenschild des Rauchabzuggeräts ist u. a. zu kennzeichnen, nach welcher Normfassung (im Bild 7 wäre das die Fassung der EN 12101-2 aus dem Jahr 2003) das Produkt vom welchem Zertifizierer (im Bild 7 wäre es der unter der laufenden Nr. 1368 Gelistete) überprüft wurde.

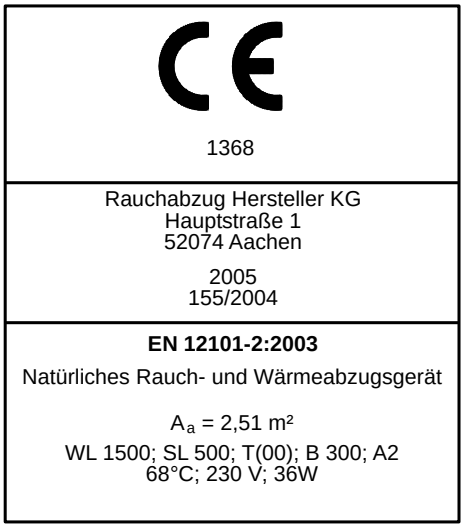


Bild 7 Beispiel eines CE-Zeichens für ein Natürliches Rauchabzugsgerät

Weiter sind die bei diesem Produkt erreichten Klassen (Beispiel aus Bild 7) für

- die aerodynamisch wirksame Rauchabzugsfläche (2,51 m²)
- die nachgewiesene Windlast (1.500 Pa)
- die nachgewiesene Schneelast (500 Pa)
- die nachgewiesenen Umgebungstemperatur (T 0 °C)
- die nachgewiesene Wärmebeständigkeit (300 °C) und
- die durchgeführte Fremdüberwachung (Verfahren A2) der Produktion aufzuführen.

Die in Bild 7 erkennbaren weiteren Angaben

- 68 °C: Ansprechtemperatur des integrierten thermischen Auslösers
- 230 V und 36 W: Anschlussdaten für den im diesem Gerät eingesetzten Öffner

sind freiwillig, aber für die Installation und besonders für die spätere Instandhaltung sehr wichtig.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Frage, welche Regel oder welche Normfassung zu beachten ist, muss der Tag der jeweiligen Abnahme beachtet werden. Die Regel, die an diesem Tag gültig ist, ist auch bei der zukünftigen Nutzung maßgebend.

Für die Planung heißt das, im voraus die Regeln zu beachten, die zum Zeitpunkt der Abnahme des Gebäudes gültig sein werden.

Für den Errichter heißt das, nur solche Produkte einzubauen, die zum Zeitpunkt der Abnahme den dann gültigen Regeln entsprechen. Da der Errichter in der Regel einen privatrechtlichen Auftrag durchführt, ist die für ihn zuständige Abnahme die seines Auftrages zu seinem Auftraggeber. Da dieser Abnahme-Termin meist nicht mit dem der Abnahme des Bauwerkes übereinstimmt, klafft hier zeitlich oft eine Lücke.

Für die Instandhaltung heißt das, dass die Rauchabzüge in der Ausführung in Funktion zu halten sind, die zum Zeitpunkt der Abnahme gültig und vorhanden war. Eine Umrüstung des Gerätes nach Veränderung der Norm ist so z. B. in der Regel nicht erforderlich.

Wird aber ein komplettes Rauchabzugsgerät durch ein neues auszutauschen oder durch Erweiterung der Anlage ein neues zu liefern sein, wird im Regelfall nur ein solches Gerät zur Verfügung stehen, das dem dann gültigen Normungsstand entspricht. Dies liegt u. a. daran, dass ein Hersteller nur solche Geräte erstmals in den Verkehr bringen darf, die dem dann gültigen Stand entsprechen.

Hier ist dann besonders zu prüfen, ob die aktuelle Technologie mit der ältern kompatibel arbeitet, im Zweifel muss die Gesamtanlage dann in neuester Technologie ausgeführt werden.

GÜLTIGER NORMUNGSSTAND

Allgemein

DIN 18232-1:2002-02	Rauch- und Wärmefreihaltung - Teil 1: Begriffe, Aufgabenstellung

Projektierung

DIN 18232-2:2007-11	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 2: Natürliche Rauchabzugsanlagen (NRA); Bemessung, Anforderungen und Einbau
DIN 18232-5:2003-04	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 5: Maschinelle Rauchabzugsanlagen (MRA); Anforderungen, Bemessung
DIN 18232-7:2008-02	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 7: Wärmeabzüge aus schmelzbaren Stoffen; Bewertungsverfahren und Einbau

Produkte

DIN 18232-4:2003-04	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 4: Wärmeabzüge (WA); Prüfverfahren
DIN V 18232-8:2008-07	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 8: Öffneraggregate für Gebäudeabdeckungen zur Entlüftung und Rauchableitung
DIN EN 12101-1:2006-06	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 1: Bestimmung für Rauchschürzen
DIN EN 12101-2:2003-09	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 2: Festlegungen für natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte
DIN EN 12101-3:2002-06	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 3: Bestimmungen für maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsgeräte, Berichtigung 1 vom April 2006
DIN EN 12101-6:2005-09	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teil 6: Festlegungen für Differenzdrucksysteme; Bausätze
DIN EN12101-10:2006-01	Rauch- und Wärmefeihaltung – Teil 10: Energieversorgung

NEUE BRANDSCHUTZNACHWEISE FÜR STAHLBETONSTÜTZEN, ERGÄNZUNG ZUR DIN 4102-22

Ekkehard Richter
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Technische Universität Braunschweig

EINLEITUNG

Auf den Braunschweiger Brandschutz-Tagen 2007 wurde die Brandschutzbemessung von schlanken Stahlbetonstützen nach DIN 4102 Teil 4 und Teil 22 [1] sowie nach Eurocode 2 Teil 1-2 (EN 1992-1-2) [2] vergleichend gegenübergestellt. Der Vergleich musste auf hochbautypische Stahlbetonstützen beschränkt werden, weil das tabellarische Bemessungsverfahren der DIN nur für Stützen in ausgesteiften Gebäuden mit rotationsbehindert gelagerten Stützenenden angewendet werden darf.

Die deutsche und die europäische Brandschutznorm enthalten keine Bemessungstabellen für Kragstützen in Hallensystemen mit gegenseitiger Aussteifung, die am Kopfende horizontal verschieblich und frei drehbar sind. Grundsätzlich kann die brandschutztechnische Bemessung dieser Stützen mit dem sog. allgemeinen Rechenverfahren nach Eurocode 2 Teil 1-2 [2], unter Berücksichtigung der speziellen brandschutztechnischen und physikalischen Grundlagen, durchgeführt werden. Voraussetzung ist aber, dass ein validiertes Rechenprogramm und ausreichende Erfahrungen in der Anwendung vorliegen.

Für die Praxis ist die Anwendung des allgemeinen Rechenverfahrens zur Bemessung von hallentypischen Kragstützen zu zeit- und kostenaufwändig. Für die Mehrzahl der ausgeführten Kragstützen reicht ein vereinfachter Nachweis in Form einer Klassifizierung, wobei für die nachzuweisende Feuerwiderstandsdauer der Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit dem Bemessungswert der vorhandenen Normalkraft gegenübergestellt wird.

In diesem Beitrag werden die Grundlagen für ein solches Nachweisverfahren zusammengestellt und dessen Anwendung an zwei Beispielen erläutert. Ausdrücklich hinzuweisen ist darauf, dass es sich bei dem vorgestellten Nachweisverfahren nicht um ein vereinfachtes Rechenverfahren aus dem Eurocode 2 Teil 1-2 handelt. Bei den vereinfachten Rechenverfahren des Eurocodes wird die „heiße“ Tragfähigkeit mit einem von der Branddauer abhängigen, verkleinerten Betonquerschnitt und mit temperaturabhängig reduzierten Baustoffeigenschaften näherungsweise berechnet. Das neu entwickelte Nachweisverfahren für Stahlbetonkragstützen basiert auf den exakt berechneten heißen Normalkrafttragfähigkeiten, die für eine einfache Anwendung in Bemessungsdiagrammen dargestellt sind.

BEMESSUNG VON STAHLBETONSTÜTZEN NACH TABELLE 31

Die tabellierten Stützenquerschnitte in DIN 4102-22 [1] Tabelle 31 (Tabelle 1) gelten für unbekleidete Stahlbetonstützen bei mehr- und einseitiger Brandbeanspruchung nach der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) der DIN 4102-2. Hinsichtlich der statisch konstruktiven Randbedingungen müssen die Stützen in ausgesteiften Gebäuden stehen und die Stützenenden müssen, wie in der Praxis üblich, im Brandfall rotationsbehindert gelagert sein. Die Decken ober- und unterhalb der Stützen müssen so ausgebildet sein, dass der Brand auf ein Geschoss beschränkt bleibt, die Decken müssen also die gleiche Feuerwiderstandsklasse besitzen wie die Stützen (Bild 1). Der Beton muss einer Festigkeitsklasse bis maximal C 45/55 angehören und die Länge der Stützen zwischen den Auflagerpunkten ist für Stützen mit Rechteckquerschnitt auf $l_{col} \leq 6$ m und für Stützen mit Kreisquerschnitt auf $l_{col} \leq 5$ m begrenzt.

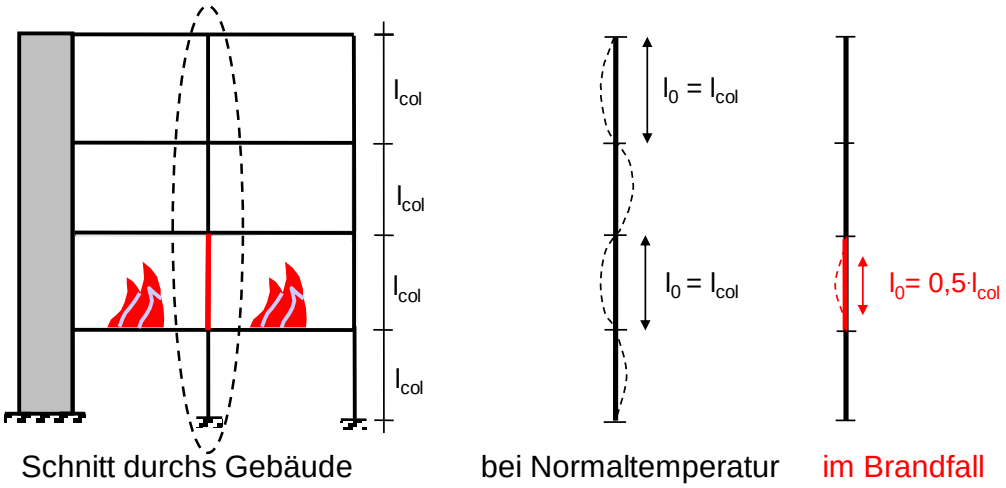
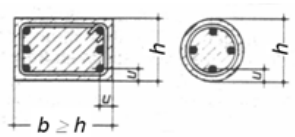


Bild 1 *Trag- und Verformungsverhalten von Stützen in ausgesteiften Gebäuden bei Normaltemperatur und bei einem Brand in einem Geschoss*

Tabelle 31 enthält zusätzlich Angaben über die Mindestquerschnittsabmessungen für Stützen mit Rechteckquerschnitt und der Länge min l_{col} = 2 m und für Stützen mit Kreisquerschnitt und der Länge min l_{col} = 1,7 m. Zwischen der maximalen und minimalen Stützenlänge darf linear interpoliert werden.

Hinsichtlich der Festigkeitsklasse des Betons soll der Anwendungsbereich der Tabelle 31 um C 50/60 erweitert werden, so dass alle Festigkeitsklassen des Normalbetons erfasst werden. Für Bauteile aus hochfestem Beton mit Festigkeitsklassen über C 50/60 muss der Nachweis der Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-4/A1, Abschnitt 3.1 geführt werden.

Tabelle 1 Mindestdicke und Mindestachsabstand von Stahlbetonstützen (DIN 4102–22, Tab. 31)

Zeile	Konstruktionsmerkmale  max l_{col} = 6 m min l_{col} = 2 m max l_{col} = 5 m min l_{col} = 1,7 m	Feuerwiderstandsklasse – Benennung R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
1	Mindestquerschnittsabmessungen unbekleideter Stahlbetonstützen bei mehrseitiger Brandbeanspruchung					
1.1	**Ausnutzungsfaktor α_1 = 0,2**					
	Länge der Stütze min l_{col}					
1.1.1	Mindestdicke h in mm	120	120	150	180	240
1.1.2	zugehöriger Mindestachsabstand u in mm	34	34	34	37	34
1.1.3	Länge der Stütze max l_{col}					
1.1.3.1	Mindestdicke h in mm	120	120	180	240	290
1.1.3.2	zugehöriger Mindestachsabstand u in mm	34	34	37	34	40
1.2	**Ausnutzungsfaktor α_1 = 0,5**					
	Länge der Stütze min l_{col}					
1.2.1	Mindestdicke h in mm	120	160	200	260	350
1.2.2	zugehöriger Mindestachsabstand u in mm	34	34	34	46	40
1.2.3	Länge der Stütze max l_{col}					
1.2.3.1	Mindestdicke h in mm	120	180	270	300	400
1.2.3.2	zugehöriger Mindestachsabstand u in mm	34	37	34	40	46
1.3	**Ausnutzungsfaktor α_1 = 0,7**					
	Länge der Stütze min l_{col}					
1.3.1	Mindestdicke h in mm	120	190	250	320	440
1.3.2	zugehöriger Mindestachsabstand u in mm	34	34	37	40	46
1.3.3	Länge der Stütze max l_{col}					
1.3.3.1	Mindestdicke h in mm	120	250	320	360	490
1.3.3.2	zugehöriger Mindestachsabstand u in mm	34	37	40	46	46
2	Mindestquerschnittsabmessungen unbekleideter Stahlbetonstützen bei 1-seitiger Brandbeanspruchung					
	Ausnutzungsfaktor α_1 = 0,7					
2.1	Mindestdicke h in mm	120	120	190	200	220
2.2	zugehöriger Mindestachsabstand u in mm	34	34	34	34	37

BEMESSUNG VON STAHLBETONKRAGSTÜTZEN IM BRANDFALL

Problemstellung

Die brandschutztechnische Bemessung von Stahlbetonstützen kann einfach und schnell mit der erweiterten Tabelle 31 aus der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen, Fassung September 2007, durchgeführt werden. Dabei ist jedoch der Gültigkeitsbereich der Tabelle 31 zu beachten: die Anwendung ist beschränkt auf Stützen in ausgesteiften Gebäuden mit rotationsbehindert gelagerten Stützenenden (Bild 1). Folglich darf die Bemessungstabelle nicht für Kragstützen in Hallensystemen mit gegenseitiger Aussteifung angewendet werden, die am Kopfende horizontal verschieblich und frei drehbar sind. Grundsätzlich kann die brandschutztechnische Bemessung dieser Stützen mit

dem sog. allgemeinen Rechenverfahren nach Eurocode 2 Teil 1-2 [2], unter Berücksichtigung der speziellen brandschutztechnischen und physikalischen Grundlagen, durchgeführt werden, wenn ausreichende Erfahrungen in der Anwendung vorliegen. Ob in bestimmten Fällen auch ein vereinfachtes Rechenverfahren aus dem Eurocode 2 Teil 1-2 angewendet werden darf, kann derzeit noch nicht abschließend beurteilt werden. Hierzu müsste zuvor durch systematische Vergleichsuntersuchungen nachgewiesen werden, dass Abweichungen der Ergebnisse von denen des allgemeinen Rechenverfahrens begrenzt sind und die erforderliche Sicherheit eingehalten wird.

Es war absehbar, dass die Praxis für Kragstützen in Hallensystemen nach einem einfach anzuwendenden Verfahren für den brandschutztechnischen Nachweis verlangt, so wie sie es bei der Bemessung für die Gebrauchslastfälle bei Normaltemperatur gewohnt ist. Ein solches Nachweisverfahren wurde in [3] erarbeitet, nachfolgend werden die wesentlichen Grundlagen und Ergebnisse der Untersuchungen zusammenfassend dargestellt.

Brandschutznachweis für Stahlbetonkragstützen

Für die vereinfachte Bemessung von schlanken Einzeldruckgliedern bei Normaltemperatur hat sich das Modellstützenverfahren nach DIN 1045-1 [4], Abschnitt 8.6.5, das dem im Eurocode 2 Teil 1-1, Abschnitt 5.8.8 [5] beschriebenen Verfahren mit Nenn-Krümmungen entspricht, bewährt. Die Mehrzahl der Stützenbemessungen bei Normaltemperatur kann in befriedigender Weise mit den vereinfachten Bemessungsverfahren durchgeführt werden. Diese Verfahren eignen sich vor allem für Einzelstützen mit konstanter Normalkraftbeanspruchung, bei denen die maximale Krümmung im Grenzzustand der Tragfähigkeit aus dem Fließzustand der Bewehrung abgeleitet und der Verlauf der Krümmung entlang der Stabachse näherungsweise abgeschätzt werden kann. Dann ergibt sich das Gesamtmoment M_{tot} nach Theorie 2. Ordnung nach Gleichung (1) zu

$$M_{tot} = M_1 + |N| \cdot (1/c) \cdot (1/r) \cdot l_0^2 \qquad (1)$$

Für die Bemessung bei Normaltemperatur wird für die vereinfachte Ermittlung der zusätzlichen Lastausmitte e_2 zur Berücksichtigung der Auswirkungen nach Theorie 2. Ordnung ein annähernd parabelförmiger Krümmungsverlauf unterstellt, für den sich der Beiwert $c \approx 10$ ergibt. Die maßgebende Krümmung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (1/r) wird nach Gleichung (2) aus der Dehnung bei Erreichen der Streckgrenze in der Zug- und Druckbewehrung abgeleitet.

$$(1/r) = (2 \cdot \varepsilon_{yd}) / (0{,}9 \cdot d) \qquad (2)$$

Um die Verfahren – im Folgenden immer als Modellstützenverfahren bezeichnet - zur Brandschutzbemessung von Stahlbetonkragstützen einsetzen zu können, muss zunächst die Annahme des Krümmungsverlaufs geprüft und die maximale Krümmung im Grenzzustand der Tragfähigkeit im Brandfall ermittelt werden.

Dazu wurde für repräsentative Kragstützen der Versagenszustand unter Brandeinwirkung untersucht [3]. In der Parameterstudie wurden für vier- und dreiseitig brandbeanspruchte schlanke Stahlbetonstützen mit der Schlankheit $\lambda = 50$ und $\lambda = 100$ sowie der bezogenen Ausmitte $0{,}1 \leq e_1/h \leq 1{,}0$ Beiwerte c in der Größe $9 < c < 10$ ermittelt. Sie liegen damit im Bereich des Beiwerts c, der für die Bemessung bei Normaltemperatur verwendet wird.

Als weitere Größe für die Anwendung des Modellstützenverfahrens wird die maßgebende Krümmung (1/r) am Fuß der Kragstütze benötigt. Sie wurde programmgesteuert unter Berücksichtigung des temperaturabhängigen thermomechanischen Materialverhaltens von Beton und Bewehrung entsprechend den Vorgaben in DIN EN 1992-1-2 [2] berechnet. Die Auswertungen der Parameterstudie zeigen, dass die Moment/Krümmungs-Linien brandbeanspruchter Querschnitte über keinen signifikanten Bemessungspunkt bei Annäherung an den Versagenszustand verfügen. Bild 2 zeigt die Moment/Krümmungs-Linie eines zweiseitig bewehrten Stahlbetonquerschnitts bei Normaltemperatur mit den markierten Zuständen beim Reißen des Querschnitts „cr“, beim Erreichen der Streckgrenze in der Bewehrung „y“ und Erreichen der Grenzdehnung „u“ und die Moment/Krümmungs-Linien des gleichen Querschnitts nach 30, 60 und 90 Minuten Branddauer. Die Moment/Krümmungs-Linien bei Brandbeanspruchung zeigen mit zunehmender Branddauer einen ausgerundeten Verlauf, in dem der Fließbereich der Bewehrung in verschmierter Form enthalten ist.

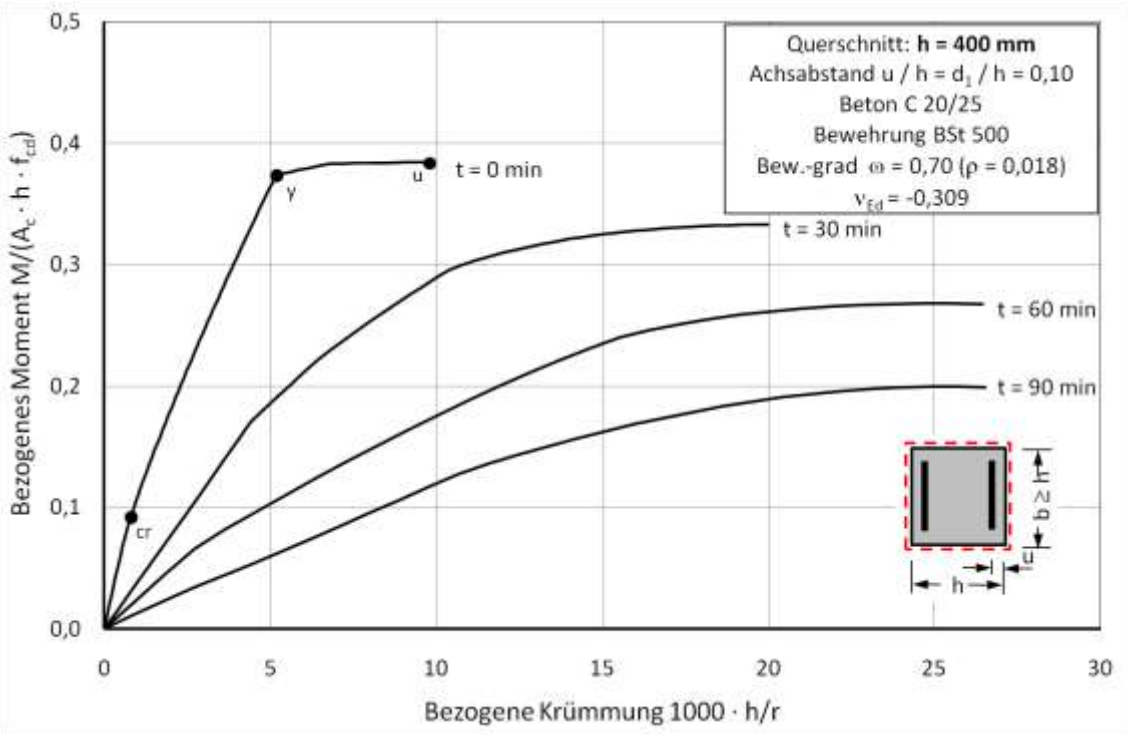


Bild 2 Moment/Krümmungs-Linie eines Stahlbetonquerschnitts bei Normaltemperatur und nach 30, 60 und 90 Minuten Normbrandbeanspruchung

Die Annahme des Modellstützenverfahrens, die maßgebende Krümmung aus der Dehnung bei Erreichen der Streckgrenze in der Zug- und Druckbewehrung abzuleiten, kann im Brandfall nicht beibehalten werden. In der Parameterstudie wurde die Krümmung im kritischen Fußquerschnitt, bei der Gleichgewicht zwischen den inneren und äußeren Schnittkräften herrscht, für Querschnitte mit unterschiedlichen Abmessungen und Achsabständen sowie Stützen mit unterschiedlichen Schlankheiten und Lastausmitten ausgewertet. Im Bild 3 sind die Stahldehnungen $\varepsilon_{s,fi,d}$ aufgetragen, die sich aus Gleichung (2) bei Vorgabe der programmgesteuert berechneten Krümmung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ergeben. Die Stahldehnungen $\varepsilon_{s,fi,d}$ liegen zwischen der temperaturabhängigen Dehnung an der Proportionalitätsgrenze $\varepsilon_{sp,\Theta}$ und der temperaturunabhängigen Dehnung $\varepsilon_{sy,\Theta}$ = 0,02, bei der das maximale Spannungsniveau $f_{sy,\Theta}$ erreicht wird. Damit ist die temperaturabhängige Dehnung an der Proportionalitätsgrenze $\varepsilon_{sp,\Theta}$ nicht geeignet, um die maßgebende Krümmung im Grenzzustand der Tragfähigkeit abzuleiten.

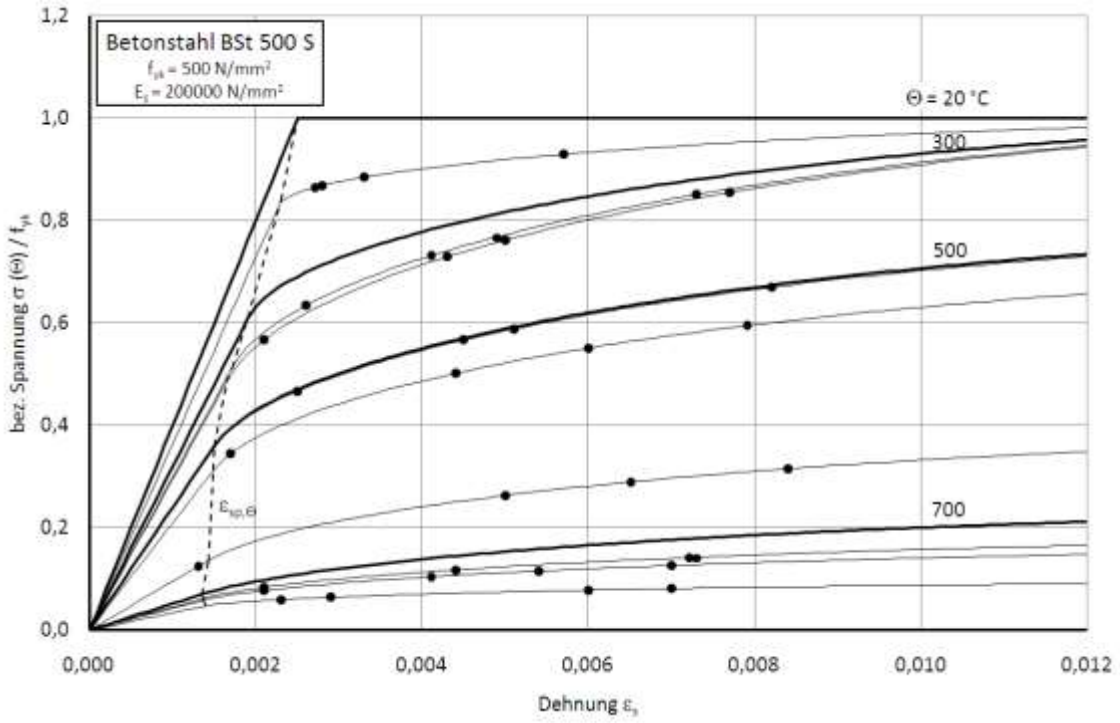


Bild 3 Stahldehnungen $\varepsilon_{s,fi,d}$ bei Vorgabe der programmgesteuert berechneten Krümmung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (1/r nach Gl. (2))

Die Festlegung der maßgebenden Krümmung im Grenzzustand der Tragfähigkeit aus den maximalen Stahldehnungen $\varepsilon_{s,fi,d} \approx 0{,}008$ bedeutet, dass insbesondere für schlanke Kragstützen mit geringer Lastausmitte das verformungsbedingten Zusatzmoment im Einspannquerschnitt erheblich größer wird als nach den Ergebnissen eines exakten Verfahrens.

Ausdrücklich hinzuweisen ist darauf, dass es sich bei der Stahldehnungen $\varepsilon_{s,fi,d}$ nicht um die sog. „spannungserzeugende“ Dehnung handelt, die beim allge-

meinen Rechenverfahren als Differenz zwischen der thermischen Dehnung, der Dehnung im Nullpunkt und der Dehnungsänderung oder Krümmung (1/r) bestimmt wird und zur Berechnung der inneren Schnittgrößen als Spannungsresultante von Beton und Bewehrung dient.

Zusammenfassend zeigen die Traglast-Berechnungen für brandbeanspruchte Stahlbetonkragstützen, dass ein „heißes Modellstützenverfahren“ für einen großen Teil der praxisüblichen Kragstützen weit auf der sicheren Seite liegende Ergebnisse liefert und damit zum Teil unwirtschaftlich wird.

Um einen praxisgerechten, möglichst einfachen Nachweis für brandbeanspruchte Stahlbetonkragstützen zu erreichen, wurden die programmgesteuert berechneten Normalkrafttragfähigkeiten $N_{R,fi,d,90}$ und das Gesamtmoment $M_{tot,fi,d,90}$ in Bemessungsdiagrammen dargestellt, die sich möglichst eng an bekannte Bemessungshilfen für schlanke Stützen bei Normaltemperatur anlehnen. Dafür erschienen die sog. e/h-Diagramme geeignet, bei denen in der linken Diagrammhälfte die Verkrümmung als eine von der Traglast und dem Bewehrungsverhältnis abhängige Kurvenschar und in der rechten Diagrammhälfte das im Bruchzustand erforderliche Bewehrungsverhältnis dargestellt sind.

Das exemplarisch in Bild 4 gezeigte Bemessungsdiagramm gilt für einen vierseitig beflammten rechteckförmigen Stützenquerschnitt mit der Höhe h = 450 mm, dem Achsabstand u = 0,10 h und dem Bewehrungsgrad ω = 0,512 (ρ = 0,02).

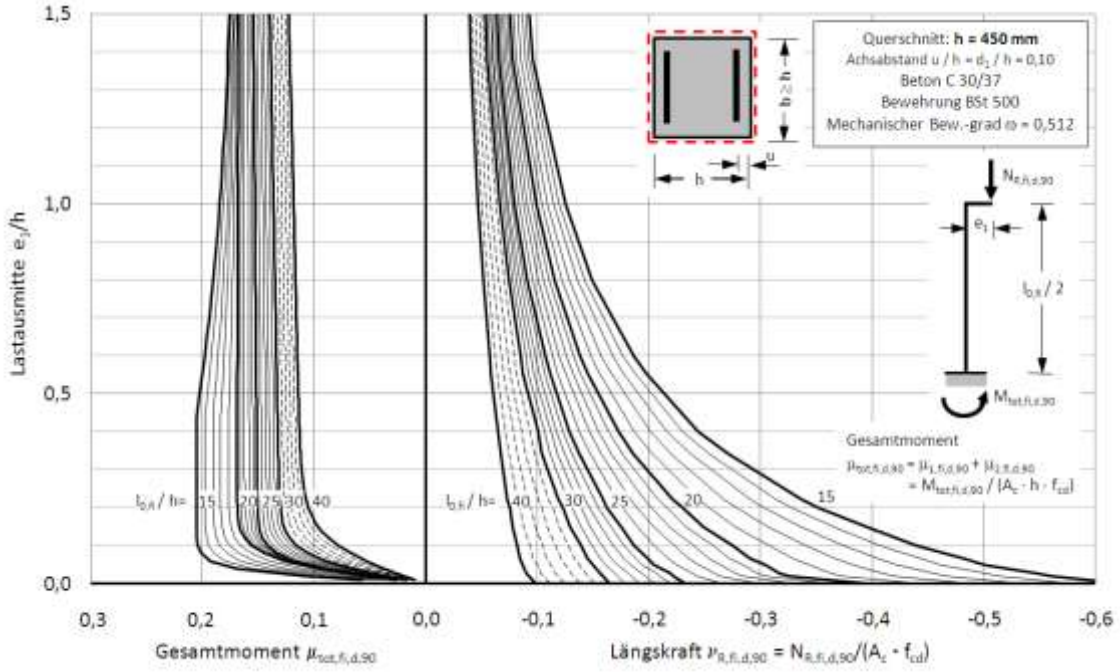


Bild 4 *Bemessungsdiagramm zur Ermittlung des Bemessungswerts der Normalkrafttragfähigkeit $N_{R,fi,d,90}$ und des Gesamtmoments $M_{tot,fi,d,90}$ für einen Querschnitt mit h = 450 mm (Entwurf)*

Der Nachweis für die Feuerwiderstandsklasse R 90/F 90 erfolgt entsprechend dem Flussdiagramm in Bild 5. In der linken Diagrammhälfte wird für die bezogene Lastausmitte e_1/h und die bezogene Stützenlänge $l_{0,fi}/h$ das bezogene Gesamtmoment am Stützenfuß $\mu_{tot,fi,d,90} = M_{tot,fi,d,90}/(A_c \cdot h \cdot f_{cd})$ im Grenzzustand der Tragfähigkeit abgelesen. Die horizontale Verbindung zur rechten Diagrammhälfte ergibt am Schnittpunkt mit der entsprechenden Kurve für $l_{0,fi}$ auf der Abszisse den Bemessungswert der bezogenen Normalkrafttragfähigkeit $\nu_{R,fi,d,90} = N_{R,fi,d,90}/(A_c \cdot f_{cd})$. Der Nachweis für die Feuerwiderstandsklasse R 90 ist erbracht, wenn der Bemessungswert der vorhandenen Normalkraft nicht größer ist als der Bemessungswert der Tragfähigkeit $N_{E,fi,d,t} \leq N_{R,fi,d,90}$.

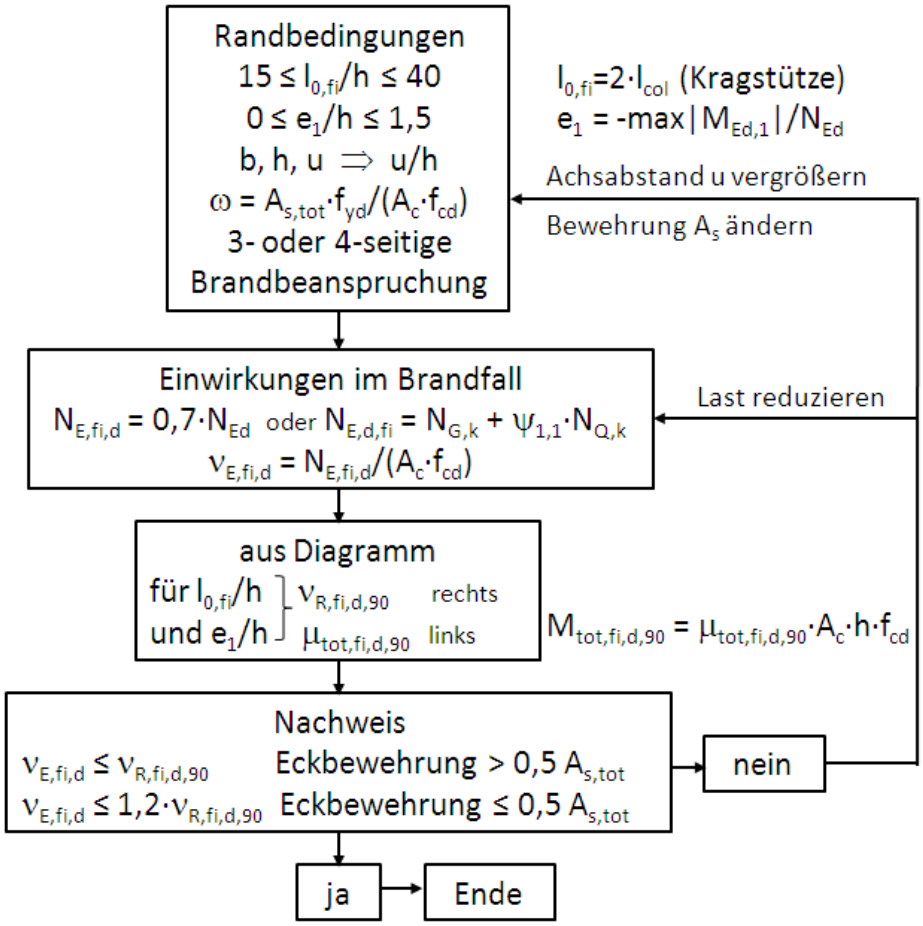
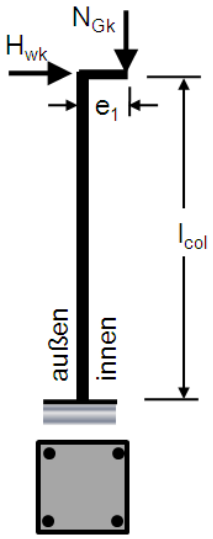


Bild 5 *Ablaufdiagramm zum Nachweis der Tragfähigkeit einer Kragstütze mit h ≤ 450 mm für die Feuerwiderstandsklasse R 90 bzw. F 90*

BEISPIELE

Stahlbeton-Kragstütze



Abmessungen, Baustoffe und Belastung:
b / h = 450 mm / 450 mm; d_1 / h = u / h = 0,10
C 30/37 (f_{cd} = 17 N/mm^2), BSt 500 S (f_{yd} = 435 N/mm^2)
Bewehrungsgrad ρ = 0,02 (ω = 0,512)

Stützenlänge l_{col} = 9,0 m
Lastausmitte e_1 = 0,09 m
N_{Gk} = -50 kN
H_{wk} = 22 kN / -15 kN (Druck / Sog)

vierseitig beflammt

geforderte Feuerwiderstandsdauer F 90 (R 90)

Nachweis: aus der Bemessung bei Normaltemperatur: Winddruck maßgebend

N_{Ed} = -1,35 · 50 = -67,5 kN und H_{Ed} = 1,5 · 22 = 33 kN

Einwirkungen im Brandfall ($\psi_{1,1}$ = 0,9 für Lager, $\psi_{1,1}$ = 0,5 für Wind):

$N_{E,fi,d}$ = -1,0 · 50 = -50 kN und $H_{E,fi,d}$ = 0,5 · 22 = 11 kN

bezogenes Moment nach Theorie 1. Ordnung am Stützenfuß im Brandfall:
$\mu_{E,fi,d,1}$ = (50 · 0,09 + 11 · 9) · 10^6 / (450^2 · 450 · 17) = 0,0671

Eingangsparameter für die Anwendung des Bemessungsdiagramms h = 450 mm (s. Bild 4):

e_1 / h = 0,09 / 0,45 = 0,2 und $l_{0,fi}$ / h = (2 · 9,0) / 0,45 = 40

$\Rightarrow |\nu_{R,fi,d,90}|$ = 0,075 > $|\nu_{E,fi,d}|$ = 50/(0,45^2·17·10^3) = 0,0145

Für eine Abschätzung der Momentenbeanspruchung am Stützenfuß reicht es oft aus, das Zusatzmoment infolge Verformungen aus dem Gesamtmoment $\mu_{tot,fi,d,90}$ = 0,106 und dem Verhältnis der vorhandenen Normalkraft zur Normalkrafttragfähigkeit $\nu_{E,fi,d}$ / $\nu_{R,fi,d,90}$ zu bestimmen:

$\mu_{E,fi,d,2} = \nu_{E,fi,d} \cdot (\mu_{tot,fi,d,90} / \nu_{R,fi,d,90} + e_1 / h)$
= -0,0145 · (0,106 / (-0,075) + 0,2) = 0,0176

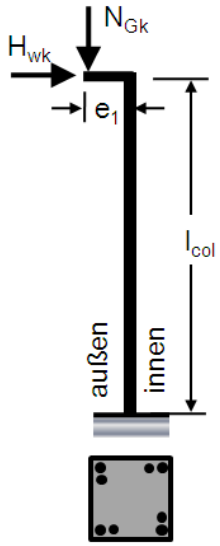
vorh $\mu_{tot,fi,d,90} = \mu_{E,fi,d,1} + \mu_{E,fi,d,2} = 0{,}0671 + 0{,}0176 = 0{,}0847$

$\Rightarrow$ Die Stahlbeton-Kragstütze kann in die Feuerwiderstandsklasse F 90 (R 90) eingestuft werden.

Das Fundament ist nachzuweisen für das Moment
vorh $M_{tot,fi,d,90} = 0{,}0847 \cdot 10^{-6} \cdot (450^2 \cdot 450 \cdot 17) = 131{,}2$ kNm.

Die programmgesteuerte Berechnung ergibt eine Branddauer von t= 134 min.

Giebelstütze



Abmessungen, Baustoffe und Belastung:
b / h = 450 mm / 450 mm, d_1 / h = u / h = 0,10
C 30/37 (f_{cd} = 17 N/mm^2), BSt 500 S (f_{yd} = 435 N/mm^2)

4 · (1 ∅ 28 mm + 1 ∅ 25 mm) = 4427 mm^2
Bewehrungsgrad ρ = 0,0218 (ω = 0,559)

Stützenlänge l_{col} = 9,0 m
Lastausmitte e_1 = 0,283 m
N_{Gk} = -218 kN
H_{wk} = 27 kN / -14,6 kN (Druck / Sog)

vierseitig beflammt

gefordert: Feuerwiderstandsklasse F 90 (R 90)

Nachweis: Einwirkungen bei Normaltemperatur: Windsog maßgebend

$N_{Ed} = -1{,}35 \cdot 218 = -294{,}3$ kN und $H_{Ed} = -1.5 \cdot 14{,}6 = -21{,}9$ kN

Einwirkungen im Brandfall ($\psi_{1,1}$ = 0,5 für Wind):

$N_{E,fi,d} = -1{,}0 \cdot 218 = -218$ kN und $H_{E,fi,d} = -0{,}5 \cdot 14{,}6 = -7{,}3$ kN

bezogenes Moment nach Theorie 1. Ordnung am Stützenfuß im Brandfall:
$\mu_{E,fi,d,1} = (218 \cdot 0{,}283 + 7{,}3 \cdot 9) \cdot 10^6 / (450^2 \cdot 450 \cdot 17) = 0{,}082$

Eingangsparameter für die Anwendung des Bemessungsdiagramms h = 450 mm (s. Bild 4):
e_1 / h = 0,283 / 0,45 = 0,629 und $l_{0,fi}$ / h = (2 · 9,0) / 0,45 = 40

$\Rightarrow |\nu_{R,fi,d,90}| = 0{,}056 < |\nu_{E,fi,d}| = 218 \cdot 10^3 / (450^2 \cdot 17) = 0{,}063$

$\Rightarrow$ Die Giebelstütze erfüllt *nicht* die Anforderungen für F 90 (R 90).

Es bieten sich drei Möglichkeiten an, um F 90 zu erreichen:

a) Gleichmäßige Verteilung der Bewehrung über die zug- und druckbeanspruchte Querschnittsseite. Diese Möglichkeit wird in [3] für Stützenquerschnitte h ≤ 450 mm angeboten. Den Bemessungsdiagrammen dieser Querschnitte liegt die brandschutztechnisch ungünstige Konzentration der Bewehrung in den Eckbereichen zu Grunde. Durch die Verteilung der Bewehrung auf die Querschnittsseiten mit weniger als 50 % der Gesamtbewehrung in den Ecken, werden die Werte aus dem Bemessungsdiagramm für die Normalkrafttragfähigkeit $\nu_{R,fi,d,90}$ und für das Gesamtmoment am Stützenfuß $\mu_{tot,fi,d,90}$ um über 20% vergrößert [3]. Auf die traglaststeigernde Wirkung durch eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Bewehrung wird auch in DIN EN 1992-1-2, 5.3.3 (4) hingewiesen. Danach müssen in Stützen mit $A_s \geq 0{,}02 \cdot A_c$ für Feuerwiderstandsdauern über 90 min die Längsstäbe über die Querschnittsseiten gleichmäßig verteilt werden. Diese Möglichkeit wird in diesem Beispiel nicht weiter verfolgt.

b) Bewehrungsmenge vergrößern: Für Bewehrungsgrade $\rho \neq 2$ % können die Werte für die Normalkrafttragfähigkeit $\nu_{R,fi,d,90}$ und für das Gesamtmoment $\mu_{tot,fi,d,90}$, aus dem Bemessungsdiagramm für $\rho = 2$ % entnommen und mit dem Beiwert

$k_\rho = \min (1 + (\rho - 2) \cdot e_1/h; \rho/2)$ für $\rho \geq 2$ % oder
$k_\rho = \max (1 + (\rho - 2) \cdot e_1/h; \rho/2)$ für $\rho < 2$ %

multipliziert werden [3]. Im Beispiel der Giebelstütze wird der Bewehrungsgrad auf $\rho = 3$ % erhöht. Mit der Lastausmitte $e_1/h = 0{,}629$ wird

$k_\rho = \min (1 + (3 - 2) \cdot 0{,}629; 3/2) = \min (1{,}639; 1{,}5) = 1{,}5$

$|\nu_{R,fi,d,90}| = 0{,}056 \cdot 1{,}5 = 0{,}084 > |\nu_{E,fi,d}| = 218 \cdot 10^3/(450^2 \cdot 17) = 0{,}063$

Ermittlung der vorhandenen Momentenbeanspruchung am Stützenfuß mit $\mu_{tot,fi,d,90} = 0{,}116 \cdot 1{,}5 = 0{,}174$:

$\mu_{E,fi,d,2} = -0{,}063 \cdot (0{,}174 / (-0{,}084) + 0{,}629) = 0{,}091$
$\mu_{E,fi,d,1} + \mu_{E,fi,d,2} = 0{,}082 + 0{,}091 = 0{,}173 \approx \mu_{tot,fi,d,90} = 0{,}174$

Die Giebelstütze mit dem Bewehrungsgrad $\rho = 3$ % kann in die Feuerwiderstandsklasse F 90 (R 90) eingestuft werden.

Die programmierte Berechnung ergibt für die Giebelstütze mit dem Bewehrungsgrad $\rho = 2$ % eine Branddauer t = 64 min und mit dem

erhöhten Bewehrungsgrad ρ = 3 % eine Branddauer von t = 115 min.

c) Querschnittsabmessungen vergrößern. Damit sind häufig umfangreiche planerisch-konstruktive Maßnahmen verbunden, unter Umständen sind auch wirtschaftlich Auswirkungen zu beachten. Deshalb sollte diese Möglichkeit nur in Ausnahmefällen in Betracht gezogen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Beitrag wird der brandschutztechnische Nachweis für hallentypische Stahlbetonkragstützen erläutert. Zunächst werden die Grundlagen für das Nachweisverfahren zusammengestellt. Ziel des Nachweisverfahrens ist eine möglichst einfache und schnelle Klassifizierung von Stahlbetonkragstützen, wobei für die nachzuweisende Feuerwiderstandsdauer der Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit dem Bemessungswert der vorhandenen Normalkraft gegenüber gestellt wird. Die Bemessungswerte der Normalkrafttragfähigkeit wurden mit dem allgemeinen Rechenverfahren des Eurocodes 2 Teil 1-2 ermittelt und für unterschiedliche Querschnittsgrößen in Abhängigkeit der Stützenschlankheit und der Lastausmitte in Bemessungsdiagrammen dargestellt.

Die Anwendung der Bemessungsdiagramme wird beispielhaft für zwei Stahlbetonkragstützen gezeigt.

LITERATURHINWEISE

[1] DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen;
Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile. Ausgabe März 1994.
Teil 22: Anwendungsnorm zur DIN 4102-4. Ausgabe November 2004

[2] DIN EN 1992-1-2: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004. Ausgabe April 2006.

[3] Hosser, D.; Richter, E.: Entwicklung eines vereinfachten Rechenverfahrens zum Nachweis des konstruktiven Brandschutzes bei Stahlbeton-Kragstützen. Forschungsarbeit im Auftrag des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, 2008 (unveröffentlicht).

[4] DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Teil 1: Bemessung und Konstruktion. Ausgabe Juli 2001.

[5] EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau. Dezember 2004.

MUSTER-HOCHHAUS-RICHTLINIE, FASSUNG APRIL 2008 - WESENTLICHE NEUERUNGEN

Gerd Gröger
Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung, Oberste Bauaufsicht, Potsdam

EINLEITUNG

Die gerade zu Ende gegangene Sommer-Olympiade 2008 in Peking hat uns den Blick auf ein neues China geöffnet. Mit Staunen haben wir gesehen, welchen wirtschaftlichen Aufschwung die großen Städte Peking oder Shanghai genommen haben und dass nicht nur in diesen Ballungszentren, sondern auch in anderen großen Städten eine Unzahl von Hochhäusern entstanden sind. So entstand nach den Plänen von Rem Kohlhaas inmitten einer Hochhaus-City der exzeptionell gestaltete und das Stadtbild prägende Hauptsitz chinesischen Staatsfernsehsender CCTV (Bild 1).

Bild 1 Hauptsitz des Chinesischen Staatsfernsehsenders CCTV in Peking

Der Drang potenter Bauherren, aus repräsentativen oder wirtschaftlichen Gründen immer höhere Hochhäuser zu bauen, ist nicht nur in China, ungeachtet der damit verbundenen Kosten, ungebrochen. So wird in Berlin um den Alexanderplatz eine Hochhaus-City entstehen, und die Entwicklung in Frankfurt am Main steht uns allen – zwar nicht so beeindruckend wie Shanghai – vor Augen.

Gerade bei den Bauvorhaben der Bankentürme in Frankfurt am Main hat sich gezeigt, dass die Muster-Hochhausbaurichtlinie von 1981 nicht mehr zeitgemäß war, weil die technologische Entwicklung darüber hinweg gegangen war und neue Technologien in der Konstruktion von Hochhäusern sowie bei den sicherheitstechnischen Anlagen die Realisierung neuer architektonischer Konzepte ermöglichte. Für den Bauherren sind die Wirtschaftlichkeit (Grundrissökonomie, Herstellung, Betrieb und Unterhaltung), die Verknüpfung Architektur - Tragwerk - Haustechnik, die Bauzeit und die Bauausführung sowie die zukünftige Flexibilität in der Nutzung von besonderer Bedeutung.

In den letzten beiden Jahrzehnten wurden auch in Deutschland Hochhäuser geplant und realisiert, die an die 300-m-Marke heranreichten. Noch größere Gebäude befinden sich in Planung. Derartige Höhenentwicklungen und die Wünsche der Bauherren und Architekten nach Ganzglasfassaden, offenen und flexiblen Raumstrukturen sowie multifunktionalen Nutzungsmöglichkeiten stellen neue Anforderungen.

Das schon etwas betagte „Muster für Richtlinien über die bauaufsichtliche Behandlung von Hochhäusern - Fassung Mai 1981“ (HochHR 1981) der Bauministerkonferenz (ARGEBAU) wurde diesen Anforderungen nicht mehr gerecht. Die von der ARGEBAU im Jahr 2003 eingesetzte Projektgruppe „Muster-Hochhausrichtlinie“ hat in den vergangenen fünf Jahren eine Richtlinie erarbeitet, die nach Anhörung der Verbände und nach der erforderlichen Notifizierung bei der EU-Kommission im April 2008 von der Fachkommission Bauaufsicht als Muster-Hochhaus-Richtlinie, Fassung April 2008 (MHHR 2008) abschließend beschlossen wurde.

Der Text der Richtlinie nebst Begründung ist unter www.is-argebau.de in das Internet eingestellt. Seit dem Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht haben mehrere Länder die Richtlinie als landesrechtliche Verwaltungsvorschrift bekannt gemacht, so Hessen, Brandenburg und Hamburg.

Die MHHR 2008 ist als Verwaltungsvorschrift (Richtlinie) konzipiert. Die Richtlinie steuert die Ermessensausübung für den Sonderbau „Hochhaus“ nach § 51 Satz 1 und 2 MBO 2002 unter dem Gesichtpunkt, dass sich besondere bausicherheitsrechtliche Anforderungen gerade aus der Eigenschaft des Gebäudes als Hochhaus (§ 2 Abs. 4 Nr. 1 MBO 2002) ergeben. Soweit in Hochhäusern unterschiedliche Sonderbau-Nutzungen aufeinander treffen, können sich die für diese Nutzungen jeweils bestehenden Sonderbauregelungen (z. B. für Verkaufsstätten, Versammlungsstätten oder Beherbergungsbetriebe) überlagern. In diesen Fällen setzen sich die strengeren Anforderungen durch. Die MHHR 2008 betrifft die Errichtung neuer Hochhäuser. Bei der baulichen Änderung von Hochhäusern ist immer die vorhandene Gebäudestruktur zu berücksichtigen.

Hochhäuser sind Sonderbauten, für die erhöhte Sicherheitsanforderungen gelten. Die Folgen des Anschlags auf das Word-Trade-Center in New York haben uns drastisch vor Augen geführt, welche Bedeutung dem vorbeugenden Brand-

schutz zukommt. Bei einem Gebäude geringer oder mittlerer Höhe kann die Feuerwehr mit entsprechenden Geräten von außen löschen und Menschen über die Fenster retten. Ab einer bestimmten Höhe ist das technisch nicht mehr möglich. Ferner scheiden bei Gebäuden, in denen sich eine Vielzahl von Menschen aufhalten, eine Personenrettung über Rettungsgeräte der Feuerwehr und ein Löschangriff von außen aus. Im Fall eines Brandes in einem Hochhaus (Bild 2) muss der Angriff der Feuerwehr, müssen somit alle Lösch- und Rettungsarbeiten ausschließlich aus dem Inneren des Gebäudes heraus vorgetragen oder vorgenommen werden.

Bild 2 *Brand des Parque Central Torre Este, Caracas, Venezuela, Sonntag, 17. Oktober 2004*

Das stellt erhöhte Anforderungen an die Feuerwiderstandsqualität der Bauteile (Bild 3), an die Sicherheit der Rettungswege, die Vermeidung von Brandgefahren, die Früherkennung von Feuer und Rauch, die Alarmierung und die löschtechnischen Installationen. Da im Falle eines Brandes Menschen in Gefahr sind ist Eile geboten und dies setzt eine logistische, auf die innere Struktur des Gebäudes abgestimmte Planung voraus, die ein durchdachtes Brandschutzkonzept voraussetzt.

Bild 3 *Brand des Parque Central Torre Este, Caracas, Venezuela, Sonntag, 17. Oktober 2004*

DAS KONZEPT DER MHHR 2008

Die MHHR 2008 knüpft an die Definition des § 2 Abs. 4 Nr. 1 i. V. m. Abs. 3 Satz 2 der Musterbauordnung (MBO) an. Hochhäuser sind Gebäude, deren Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, im Mittel mehr als 22 m über der Geländeoberfläche liegt.

Hochhäuser sind gekennzeichnet durch eine große Zahl von Geschossen auf relativ kleiner Grundfläche, eine große Zahl von Personen im Gebäude und die vertikale Haupterschließung. Oft ist dem eigentlichen Hochhaus ein Gebäudeteil mittlerer Höhe vorgelagert – der sogenannte Breitfuß – in dem sich andere Nutzungen – z. B. Einkaufszentren – befinden.

Da die Rettungswege in das Hochhaus und damit der Angriff der Feuerwehr durch diesen Breitfuß geführt werden muss und der Breitfuß baulich mit dem Hochhaus verbunden ist, wird das Hochhaus einschließlich Breitfuß als bauliche Einheit betrachtet, mit der Folge, dass die Anforderungen an das Hochhaus auch für den Breitfuß gelten.

Das Rettungswegsystem der MHHR

Wesentliches Schutzziel der MHHR 2008 ist unverändert der Personenschutz. Daraus ergeben sich spezifische Anforderungen an den vorbeugenden Brandschutz. So muss das Rettungswegsystem zum einen die Selbstrettung von Personen aus dem Gebäude und zum andern den Angriff der Feuerwehr durch das Gebäudeinnere sicherstellen (Bild 4). Dagegen unterscheidet sich die horizontale Binnenerschließung in den Geschossen nicht grundsätzlich von der horizontalen Binnenerschließung von Gebäuden unterhalb der Hochhausgrenze.

Bild 4 System der Rettungswege in Hochhäusern

Die Legaldefinition des Sicherheitstreppenraums ergibt sich aus § 33 Abs. 2 Satz 3 MBO. Beim innenliegenden Sicherheitstreppenraum wird dies durch den Vorraum in jedem Geschoss sowie durch die Druckbelüftung in Brandfall erreicht. Beim außenliegenden Sicherheitstreppenraum wird das Eindringen von Feuer und Rauch dadurch vermieden, dass der Zugang über einen im freien Luftstrom liegenden offenen Gang führt. Vorräume und offene Gänge sind damit Teil des vertikalen Rettungswegsystems.

Damit gewährleistet ist, dass in die Sicherheitstreppenräume weder Feuer noch Rauch eindringen können, dürfen an die Vorräume nur notwendige Flure und Sicherheitstreppenräume anschließen. Das Rettungswegsystem in Hochhäusern stellt sich somit als eine Abfolge von Räumen mit vom vertikalen zum horizontalen Erschließungssystem abgestuften Brandschutzanforderungen dar und kann als „Sicherheitskaskade“ bezeichnet werden.

Tabelle 1 Abgestufte Brandschutzanforderungen an das Rettungswegsystem

Raum	Wand/ Tür	Raum	Wand/ Tür	Raum	Wand/ Tür	Raum
An der Außenwand liegender notwendiger Treppenraum (nur oberirdische Geschosse)	Wand: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)			notwendiger Flur	Wand: EI 30-A1 (F 30-A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	Nutzungseinheit
innenliegender notwendiger Treppenraum (Im Keller ohne Aufenthaltsraum)	Wand*: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	Vorraum	Wand*: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	notwendiger Flur	Wand: EI 30-A1 (F 30-A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	Nutzungseinheit
außen liegender Sicherheitstreppenraum	Wand*: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Tür: CS_{200} (RS)	Offener Gang	Wand: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Tür: CS_{200} (RS)	notwendiger Flur	Wand: EI 30-A1 (F 30-A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	Nutzungseinheit
innen liegender Sicherheitstreppenraum Mit Überdruck	Wand*: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Tür: CS_{200} (RS)	Vorraum mit Überdruck	Wand*: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	notwendiger Flur	Wand: EI 30-A1 (F 30-A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	Nutzungseinheit
Aufzugsschächte	Wand: REI 90-A1 (F 90 - A) Fahrschachttür (z.B. DIN 18091)	Vorraum	Wand: REI 90-A1 (F 90 - A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	notwendiger Flur	Wand: EI 30-A1 (F 30-A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	Nutzungseinheit
Feuerwehraufzugsschächte mit Überdruck	Wand*: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Fahrschachttür (z.B. DIN 18091)	Vorraum mit Überdruck	Wand*: REI-M 90-A1 (F 90 - A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	notwendiger Flur	Wand: EI 30-A1 (F 30-A) Tür: EI_2 30-CS_{200} (T 30 RS)	Nutzungseinheit
* Bei Hochhäusern mit mehr als 60 m Höhe gelten höhere Anforderungen an diese Wände	Wand: REI-M 120-A1 (F 120 - A)		Wand: REI-M 120-A1 (F 120 - A)			

Nach Nummer 4.2.8 der MHHR 2008 müssen die Türen des Vorraums untereinander einen Abstand von 3 m haben. Dieser Abstand ist erforderlich, damit Krankentragen durch den Vorraum transportiert deren können, ohne dass dabei beide Türen zugleich geöffnet werden müssen. Der Vorraum hat damit die Funktion einer Sicherheitsschleuse.

Hamburg leistet sich mit der durch den Bauprüfdienst 1/2008 als landesrechtliche Verwaltungsvorschrift eingeführten MHHR 2008 die Besonderheit, keine Mindestabstände der Türen der Vorräume vorzuschreiben und lässt zu, dass an die Vorräume kein notwendiger Flur anschließen muss, sondern bis zu zwei Nutzungseinheiten unmittelbar an den Vorraum anschließen dürfen. Damit ist jedoch die Funktion des Vorraums als Sicherheitsschleuse nicht gewährleistet. Damit steht der Bauprüfdienst 1/2008 im Widerspruch zum Bauprüfdienst 1/2007 unter „§ 31 zu Absatz 2 Satz 3 (Sicherheitstreppenräume)“ vorschreibt, dass deren Türen eine Mindestabstand von 3 m haben müssen. Dies hat das bemerkenswerte Ergebnis, dass damit für den Sicherheitstreppenraum eines Hochhauses geringere Anforderungen gelten als für den Sicherheitstreppenraum eines Gebäudes mittlerer Höhe.

Die Zahl der Sicherheitstreppenräume und Feuerwehraufzüge hängt von der Rettungsweglänge im Geschoss ab (Bild 5).

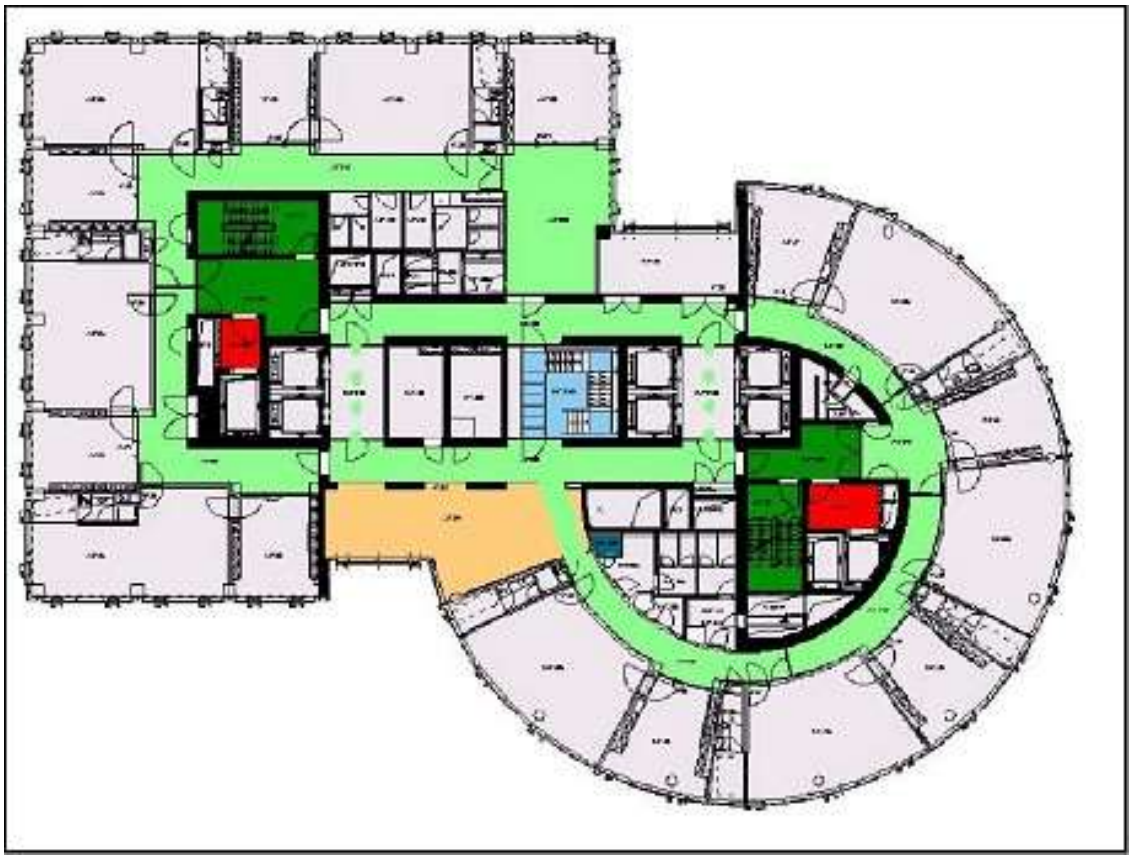


Bild 5 Beispiel für die Anordnung von Sicherheitstreppenräumen im Grundriss

Die MHHR 2008 regelt zwar eine Mindestrettungswegbreite von 1,20 m, schreibt jedoch anders als die Muster-Versammlungsstättenverordnung keine von der Zahl der Personen abhängige Rettungswegbreite vor. Hier ist § 34 Abs. 5 MBO unmittelbar anzuwenden, der bestimmt: „Die nutzbare Breite der Treppenläufe und Treppenabsätze notwendiger Treppen muss für den größten zu erwartenden Verkehr ausreichen.“ Welche Rettungswegbreiten für die einzelnen Rettungswege, insbesondere die notwendigen Treppenräume, erforderlich sind, muss bei der Planung untersucht und im Brandschutzkonzept dargelegt werden.

Für die Sicherheitstreppenräume und deren Vorräume sowie für die Feuerwehraufzüge und deren Vorräume sind Druckbelüftungsanlagen vorgeschrieben. Die MHHR 2008 enthält keine besonderen Bemessungsvorschriften und Formeln für Druckbelüftungsanlagen, legt jedoch die einzuhaltenden Parameter fest. Nach Nummer 6.22 der MHHR 2008 müssen Druckbelüftungsanlagen so bemessen und beschaffen sein, dass die Luft bei geöffneten Türen zu dem vom Brand betroffenen Geschoss, auch unter ungünstigen klimatischen Bedingungen entgegen der Fluchtrichtung, strömt. Als Abströmgeschwindigkeit durch die Tür des Vorraums eines Sicherheitstreppenraums werden mindestens 2 m/s und als maximale Türöffnungskraft 100 N verlangt. Die Abströmgeschwindigkeit bezieht sich auf die Tür des Vorraums zum notwendigen Flur im Brandgeschoss. Dabei wird unterstellt, dass die Türen in den anderen Geschossen geschlossen sind bzw. durch die Brandmeldeanlage geschlossen wurden.

Die MHHR 2008 schreibt für jedes Hochhaus, also für Gebäude mit mehr als 22 m Höhe des Fußbodens von Aufenthaltsräumen über der Geländeoberfläche, Feuerwehraufzüge vor. Die HochHRL 1981 forderte Feuerwehraufzüge erst ab einer Höhe von 30 m. Die Schächte der Feuerwehraufzüge müssen im Brandfall ebenfalls druckbelüftet sein. Abweichend von der für Sicherheitstreppenräume vorgeschriebenen Abströmgeschwindigkeit von 2 m/s, genügen bei Feuerwehraufzügen jedoch 0,75 m/s.

Die MHHR 2008 schreibt für Feuerwehraufzüge zwingend eigene Vorräume vor und lässt gemeinsame Vorräume mit anderen Aufzügen nur zu, wenn diese die Anforderungen an die Vorräume von Feuerwehraufzügen erfüllen. Das bedeutet nach Nummer 3.2.3 der MHHR 2008, dass die Wände dieser gemeinsamen Fahrschächte und der gemeinsamen Vorräume raumabschließend mit der Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden Bauteile ausgebildet sein müssen, bei Hochhäusern über 60 m Höhe also mit einer Feuerwiderstandsdauer von 120 Minuten. Ferner müssen sie nach Nummer 6.2.1 von der Druckbelüftungsanlage des Feuerwehraufzugsschachts durch eine Überströmöffnung mit druckbelüftet werden. Für die Wände der Schächte der normalen Aufzüge und deren Vorräume genügt nach Nummer 3.2.4 auch in Hochhäusern mit mehr als 60 m Höhe die Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten; eine Druckbelüftung ist hier nicht erforderlich.

Der Zweck der vor den Feuerwehrschächten anzuordnenden Vorräume von mindestens 6 m² Grundfläche und mit einem Türabstand von mindestens 3 m besteht zum einen, wie bei den übrigen druckbelüfteten Vorräumen, in der Funktion einer Sicherheitsschleuse. Zum anderen dienen die Vorräume der Aufnahme vom Material im Fall eines Löschangriffs der Feuerwehr und bieten Personen, die sich nicht aus eigener Kraft über den Sicherheitstreppenraum ins Freie in Sicherheit bringen können, einen Schutzraum, bis die Feuerwehr sie rettet. Weitere Anforderungen ergeben sich aus der DIN EN 81-72.

Die Funktionen des Vorraums als Sicherheitsschleuse, Schutzraum und Vorbereitungsraum für den Lösch- und Rettungsangriff werden empfindlich gestört, wenn man wie der Bauprüfdienst 1/2008 in Hamburg gemeinsame Vorräume für die Feuerwehraufzüge und Sicherheitstreppenräume zulässt. Problematisch ist in diesem Fall auch, dass die Druckbelüftungsanlage des Sicherheitstreppenraums auf eine Abströmungsgeschwindigkeit im Brandgeschoss von mindestens 2 m/s ausgelegt ist, die Druckbelüftungsanlage des Feuerwehrschachtes dagegen auf 0,75 m/s. Ein gemeinsamer Vorraum würde daher erfordern, dass die Druckbelüftungsanlage des Feuerwehraufzugs auf die gleiche Abströmungsgeschwindigkeit ausgelegt wird wie die des Sicherheitstreppenraums. Ansonsten würde sich der Überdruck aus dem gemeinsamen Vorraum über den Feuerwehraufzugsschacht abbauen. Damit würde ein Sog aus dem brandbelasteten Geschoss in den Feuerwehraufzugsschacht entstehen und der Eintritt von Rauch in den Feuerwehrschacht wäre nicht ausgeschlossen.

Vorbeugender baulicher Brandschutz

Hinsichtlich der Anforderungen an die tragenden und aussteifenden Bauteile haben sich gegenüber der HochHR 1981 keine Änderungen ergeben. Das Tragwerk muss bei Hochhäusern bis zu 60 m Höhe eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten und bei Hochhäusern mit mehr als 60 m Höhe eine Feuerwiderstandsdauer von 120 Minuten aufweisen.

Die Geschossdecken, die Wände der notwendigen Treppenräume und deren Vorräume - also auch der Sicherheitstreppenräume und ihrer Vorräume - sowie der Feuerwehraufzüge einschließlich ihrer Vorräume müssen sowohl hinsichtlich des Raumabschlusses als auch hinsichtlich der Standsicherheit die Feuerwiderstandsdauer der Tragkonstruktion aufweisen. Für raumabschließende Brandwände, Wände von Installationsschächten oder den Fahrschächten der normalen Aufzüge genügt auch in Hochhäusern von mehr als 60 m Höhe eine Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten. Die Fachkommission Bauaufsicht ist damit nicht den im Gefolge der Ereignisse um den Einsturz der beiden Türme des World-Trade-Centers aufgekommenen Vorstellungen gefolgt, ab einer Gebäudehöhe von 180 m eine Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten zu fordern.

Bild 6 Beispiel für transparente Bauweise - Uniqa-Tower, Wien

Aus diesen Anforderungen an die tragenden und raumabschließenden Bauteile ergibt sich eine geschossweise bauliche Abschottung, mit vertikalen, ebenfalls abgeschotteten Rettungswegen. Zur Minimierung der Brandausbreitung trägt ferner bei, dass die Baustoffe nichtbrennbar sein müssen. Daher können die Anforderungen an die raumabschließenden Bauteile innerhalb der Geschossebene und an die Außenwände gegenüber der HochHR 1981 verringert werden (Bild 6). Zusammen mit der sicherheitstechnischen Gebäudeausrüstung ermöglicht dies einen flexiblen Ausbau innerhalb der Geschossebenen.

Der Einsatz von Brandmeldeanlagen und automatischen Feuerlöschanlagen ermöglicht es, die Anforderungen an raumabschließende Wände innerhalb der Geschossebene auf eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten zu reduzieren und unter oder über Nutzungseinheiten durchgehende Systemböden oder Unterdecken mit einer Feuerwiderstandsdauer von ebenfalls 30 Minuten zuzulassen.

Dies betrifft die Trennwände zwischen Nutzungseinheiten, die Trennwände zwischen Nutzungseinheiten und anders genutzten Räumen, die Wände notwendiger Flure, die durchgehenden Systemböden und die durchgehenden Unterdecken. Durchgehend sind die Systemböden oder Unterdecken, die unter oder den Trennwänden oder den Wänden notwendiger Flure durchgehen. Durchgehende Systemböden oder Unterdecken müssen mit den jeweiligen Wänden als System auf die für die Wand erforderliche Feuerwiderstandsfähigkeit geprüft sein. Die Prüfung bezieht sich auf die raumabschließende Wirkung. Dies stellt eine wesentliche Erleichterung gegenüber der Systemboden-Richtlinie dar, die

unter Trennwänden und Wänden notwendiger Flure durchgehende Systemböden ausschließt. Damit können die Trennwände in einem Rastersystem auf den Systemboden gestellt werden können und bieten so ein Höchstmaß an Flexibilität bei der Aufteilung der Räume eines Geschosses an verschiedenen Nutzer.

Da Nummer 8 der MHHR 2008 für Hochhäuser bis zu 60 m und Nutzungseinheiten von nicht mehr als 200 m² Grundfläche bei einem Verzicht auf automatische Feuerlöschanlagen zwingend von Rohdecke zu Rohdecke durchgehende feuerbeständige Trennwände vorschreibt, sind in diesem Fall unter und über den Trennwänden durchgehende Systemböden oder Unterdecken nicht möglich.

Vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz

Wesentliche Eckpunkte des Brandschutzkonzeptes der MHHR 2008 sind:

- Früherkennung eines Brandes,
- automatische Alarmierung des Brandgeschosses,
- automatische Weiterleitung der Brandmeldung an die Feuerwehr,
- schnelle Selbstrettung aus dem Gebäude,
- ausreichend lange Begrenzung der Brandausbreitung und
- zügiger Angriff der Feuerwehr in das Brandgeschoss.

Dies setzt stets funktionsfähige sicherheitstechnische Gebäudeausrüstungen voraus (Bild 7). Die Möglichkeiten im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung haben sich in letzter Zeit sprunghaft weiterentwickelt. Die Fortschritte bei der Anlagentechnik und der computergesteuerter Mess- und Regelungstechnik haben die Industrie in die Lage versetzt, äußerst verlässliche sicherheitstechnische Gebäudeausrüstungen wie Druckbelüftungs-, Feuerlösch-, Brandmelde- und Alarmierungsanlagen zur Verfügung zu stellen.

Bild 8 Anlagentechnische Maßnahmen in Hochhäusern

Nummer 6.3.1.1 Satz 1 der MHHR schreibt vor, dass Hochhäuser automatische Feuerlöschanlagen haben müssen, die die Brandausbreitung in den Geschossen und den Brandüberschlag von Geschoss zu Geschoss ausreichend lang verhindern. Da die Richtlinie nicht zwischen unterschiedlichen Räumen oder Nutzungen differenziert, ergibt sich daraus, dass für Hochhäuser ein Vollschutz vorgeschrieben ist. Für den Hohlraum unter Systemböden oder über Unterdecken stellen die Nummern 3.3.2.1 und 3.3.2.3 der MHHR 2008 klar, dass Öffnungen für die Brandbekämpfung genügen. Eine weitere Ausnahme von dem Erfordernis des Vollschutzes beinhaltet die Nummer 8 für Hochhäuser mit nicht mehr als 60 m Höhe und durch feuerbeständige Trennwände abgeschottete Nutzungseinheiten mit nicht mehr als 200 m² Nutzfläche.

Brandmeldeanlagen müssen ebenfalls Vollschutz gewährleisten. Aus Nummer 6.4.1 der MHHR 2008 ergibt sich, dass die Hohlräume unter Systemböden und über Unterdecken in diesem Fall in die Überwachung mit einbezogen werden müssen. Lediglich für Wohnungen gilt die Erleichterung, dass Rauchwarnmelder mit Netzstromversorgung genügen, die also nicht an die Brandmeldeanlage angeschlossne sein müssen. In der Praxis werden, jedenfalls bei einer gemischten Nutzung eines Hochhauses, durch Wohnungen, gewerbliche Betriebe und Dienstleister, auch die Wohnungen an die Brandmeldeanlage angeschlossen sein.

Vorbeugender betrieblich-organisatorischer Brandschutz

Neu ist die Regelung der MHHR 2008, dass der Eigentümer oder Betreiber eines Hochhauses einen Brandschutzbeauftragten zu bestellen hat. Insbesondere, wenn sich im Hochhaus eine Vielzahl unterschiedlicher Nutzungseinheiten befindet und Nutzerwechsel mit baulichen Änderungen stattfinden, bedarf es zur Durchsetzung des genehmigten Brandschutzkonzeptes einer Koordination.

Die für moderne Hochhäuser einzuhaltenden sicherheitstechnischen Standards erfordern gut durchdachte und gründlich erarbeitete Brandschutzkonzepte, die auf das Zusammenwirken des vorbeugenden baulichen Brandschutzes, des vorbeugenden anlagentechnischen Brandschutzes und des betrieblich Organisatorischen Brandschutzes abgestimmt sind und die sich aus dem abwehrenden Brandschutz ergebenden Anforderungen berücksichtigen. Moderne Hochhäuser erfordern gerade werden der sicherheitstechnischen Gebäudeausrüstung bei der Errichtung ein hohes Maß an Sorgfalt, eine ständige Wartung und wiederkehrende Prüfungen der sicherheitstechnischen Gebäudeausrüstung durch Prüfsachverständige. Dies ist mit hohem betrieblichem Aufwand verbunden, ermöglicht jedoch große wirtschaftliche Funktionalität in der Nutzung der Hochhäuser und bereichert unser Stadtbild.

MUSTER-VERKAUFSSTÄTTENVERORDNUNG VON 1995 - KRITISCHER RÜCKBLICK UND ERFAHRUNGSBERICHT

Harald Hagen
Berufsfeuerwehr der Landeshauptstadt Wiesbaden, Wiesbaden

EINLEITUNG

Vor nunmehr bereits 13 Jahren veröffentlichte die Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU (Arbeitsgemeinschaft der für das Bau- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder) das Muster einer Verordnung über den Bau- und Betrieb von Verkaufsstätten, abgekürzt Muster-Verkaufsstättenverordnung M VkVO, als Empfehlung zur Einführung an die Länder. Diese Fassung des Musters von 1995 ersetzte das Muster einer Verordnung über den Bau und Betrieb von Geschäftshäusern (M GhVO) aus dem Jahr 1977. Der Übergang von der M GhVO zur M VkVO läutete eine umfassende Neuausrichtung der Vorschriften für Sonderbauten ein und übte auch Einfluss auf das Brandschutzkonzept der neuen Musterbauordnung - MBO - in der Fassung von 2002 aus.

Tabelle 1 Entwicklung der Muster-Vorschriften der Fachkommission Bauaufsicht ab 1995

Jahr	Kurzbezeichnung des Musters	Abkürzung
1995	Verkaufsstättenverordnung	M VkVO
1998	Schulbau-Richtlinie	M SchulbauR
2000	Industriebaurichtlinie	M IndBauR
2000	Beherbergungsstättenverordnung	M BeVO
2002	Versammlungsstättenverordnung	M VStättV
2002	Musterbauordnung	M BauO
2008	Hochhausrichtlinie	M HHR

Mit der M VkVO wurde gegenüber der M GhVO eine vollkommen neue Systematik zur Ableitung von Anforderungen an den Brandschutz aufgestellt. Die Gebäudestrukturen sind neu definiert und der anlagentechnische Brandschutz erhielt ein größeres Gewicht als bisher. Daraus leiten sich eine Vielzahl von Erleichterungen gegenüber dem Stand vor dem Jahr 1995 ab. Noch heute werden teilweise Diskussionen über die wesentlichen Änderungen geführt. Nach 13 Jahren Erfahrung mit der M VkVO ist es sinnvoll, einmal eine Bilanz zu ziehen.

DER ÜBERGANG VON DER M GHVO ZUR M VKVO

Die M GhVO galt Anfang der 1990er Jahre als stark veraltet und überholungsbedürftig. Abweichungen in Genehmigungsverfahren nahmen zu und die Regelungen der Länder wichen immer mehr voneinander ab. Hinzu kam, dass im Zuge der Einführung eines neuen Baurechts für die neuen Bundesländer weiterer Handlungsbedarf entstand. Eine Fortschreibung der Regelungen der M GhVO (Entwurf einer VKVO von 1993) fand nicht die Zustimmung der Fachkommission Bauaufsicht. Sie setzte daher eine Projektgruppe mit dem Auftrag ein, eine grundlegende Überarbeitung vorzunehmen. Dabei war kritisch zu überprüfen, welche Anforderungen noch notwendig sind. Diese Überprüfung kam u. a. zu folgenden Ergebnissen:

- Der Anwendungsbereich bleibt grundsätzlich bestehen.
- Begrifflich werden Verkaufsstätten (Geschäftshäuser) künftig nicht weiter differenziert.
- Ladenstraßen werden neu definiert.
- Freie Außenwände von Verkaufsstätten müssen nicht mehr vollständig auf befahrbaren Flächen für die Feuerwehr erreichbar sein.
- Für erdgeschossige Verkaufsstätten können die brandschutztechnischen Anforderungen an das Tragwerk abgemindert werden.
- In gesprinklerten Verkaufsstätten ist eine feuerbeständige Trennung von Verkaufsräumen und Lagerräumen nicht mehr zwingend.
- In gesprinklerten Verkaufsstätten können Anforderungen an Flure, die als Rettungswege für Kunden dienen, abgemindert werden.
- Die Anforderungen an Außenwände können abgemindert werden. Es ist kein Feuerüberschlagsweg zwischen den Geschossen mehr erforderlich, weil in den Decken Öffnungen zwischen Verkaufsräumen ohne Einschränkungen zugelassen werden.
- Anforderungen an Verkleidungen (heute Bekleidungen) von Wänden in Verkaufsräumen können entfallen.
- Die Anforderungen an das Tragwerk von Dächern in gesprinklerten Verkaufsstätten können abgemindert werden.
- Die horizontale Unterteilung von Verkaufsstätten in Brandabschnitte (Geschosse untereinander) entspricht nicht mehr der Baupraxis und kann unter Würdigung des sonstigen Brandschutzkonzeptes entfallen.
- Regelungen für Brandabschnitte erfolgen nur noch flächenbezogen, Abstände von Brandwänden werden nicht mehr definiert.
- Spezielle Regelungen für Brandabschnitte in Ladenstraßenbereichen gemäß M GhVO können entfallen (unberührt von dieser Aussage bleiben die

abweichenden Regelungen der M VkVO für Ladenstraßen, die anstelle von Brandwänden angeordnet werden können).

- Die Anforderungen an Rettungswege sind in dem Sinne neu zu definieren, dass Verlängerungen über baulich gesicherte Flure möglich werden. (Ferner wurden Verlängerungen über Ladenstraßen und Treppenraumerweiterungen eingeführt). So genannte Fluchtunnel sollen vermieden werden.
- Für Treppenräume sind getrennte Ausgänge aus Kellergeschossen und aus oberen Geschossen nicht mehr notwendig.
- Die Ausgangsbreiten aus Erdgeschossen müssen gegenüber den Ausgängen aus anderen Geschossen nicht mehr größer dimensioniert werden.
- Ausnahmen für Geschäftshäuser mit geringem Kundenverkehr werden nicht übernommen.
- Die Anforderungen an Türen in Rettungswegen können abgemindert werden.
- Anforderungen an elektrische Anlagen brauchen nicht in die M VkVO übernommen werden. Hier besteht ein ausreichendes Technisches Regelwerk. Dies gilt analog für weitere technische Anlagen.
- Die Anforderungen an eine Rauchabführung (heute Rauchableitung) sind eindeutiger zu fassen. Die M GhVO lässt zu viel Ermessen zu.
- Die Anforderungen an Ladenstraßen sind neu aufzustellen. Einschränkungen nach der M GhVO können teilweise zurückgenommen werden (wie z.B. Anforderungen an Trennwände von Verkaufsräumen zur Ladenstraße).
- Die Anforderungen an eine Hausfeuerwehr sind grundlegend zu überarbeiten. Es handelt sich hier nicht um Feuerwehren nach den Brandschutzgesetzen der Länder, sondern um Selbsthilfekräfte des Betreibers,

Die Aufzählung enthält nur die wesentlichen Punkte. Sie zeigt auf, dass für die brandschutztechnischen Anforderungen an Verkaufsstätten erst einmal eine neue Systematik aufzustellen war.

Die Auswertung von Brandfällen erwies sich mangels einer einheitlichen Brandschutzstatistik in Deutschland als schwierig. Aus den Berichten der Feuerwehr (Veröffentlichungen in der Feuerwehrfachpresse) konnte jedoch abgeleitet werden, dass in nicht gesprinklerten Verkaufsstätten Großschadensereignisse wahrscheinlich sind. In gesprinklerten Verkaufsstätten sind Großschadensereignisse höchst selten zu vermerken. Todesfälle in Verkaufsstätten waren in Deutschland über Jahrzehnte nicht aufgetreten. Auch waren Brandfälle mit schweren Verletzungen von Personen nicht aufgetreten. Offensichtlich haben das Niveau der Anforderungen nach der M GhVO und die Überwachung dieser Sonderbauten zu einer entsprechenden Sicherheit insbesondere von Personen beigetragen. Dabei ist zu vermerken, dass fast jede Berufsfeuerwehr von Brandfällen in Verkaufsstätten berichten konnte. Die Auswirkungen bleiben je-

doch insbesondere in gesprinklerten Verkaufsstätten sehr begrenzt. Dies war Anlass, auch über Erleichterungen zu diskutieren.

DAS BRANDSCHUTZKONZEPT DER M VKVO

Wie bereits ausgeführt, zeigte eine Analyse der Anforderungen nach der M GhVO auf, dass es sinnvoll ist, für die brandschutztechnischen Anforderungen eine neue Systematik zu entwickeln. In diesem Sinne wurden zwei Kriterien eingeführt:

- für die Bewertung der Gebäudestruktur ist maßgebend, ob eine erdgeschossige Verkaufsstätte oder eine Verkaufsstätte, die nicht als erdgeschossig eingestuft werden kann (in der Regel mehrgeschossig), geplant wird,
- für die Festlegung der Einzelanforderungen ist maßgebend, ob die Verkaufsstätte mit einer Sprinkleranlage ausgestattet ist oder nicht.

Nach diesen Kriterien werden die Anforderungen der VKVO im Folgenden beleuchtet.

Begriffe

Unter den Begriffen wurde erstmalig im Baurecht der Begriff der Treppenraumerweiterung definiert. Dies hat Auswirkungen auf die Führung der Rettungswege und die zulässige Gesamtlänge zu den Ausgängen ins Freie. Ferner auf die Lage von Treppenräumen. Damit wird die Anordnung von innen liegenden Treppenräumen ermöglicht.

Tragende Wände, Pfeiler und Stützen

Die Anforderungen für tragende Wände, Pfeiler und Stützen wurde für erdgeschossige Verkaufsstätten von feuerbeständig auf feuerhemmend reduziert. Für erdgeschossige Verkaufstätten mit Sprinkleranlage wird komplett auf einen Feuerwiderstand verzichtet. Es handelt sich hier um eine gravierende Änderung gegenüber der M GhVO, die ggf. Auswirkungen auf die Einsatztaktik der Feuerwehr hat. Greifen die sonstigen Sicherheitsmaßnahmen nicht, beschränkt sich ggf. die Brandbekämpfung auf eine Verhinderung der Brandausbreitung auf weitere Brandabschnitte oder auf den Schutz der Nachbarschaft. Im Sinne des Baurechtes stellen diese Maßnahmen dann eine wirksame Brandbekämpfung dar. Seit Einführung der M VKVO sind keine eskalierenden Brandfälle aufgetreten, die diese Wertung in Frage stellen.

Außenwände

Hervorzuheben ist, dass zwischen den Geschossen kein Feuerüberschlagsweg mehr definiert ist. Die Geschosse bilden mehrgeschossige Brandabschnitte mit Öffnungen in Decken. Gegenüber zum Beispiel den Regelungen nach der

M IndBauRL werden Verkaufstätten wesentlich günstiger behandelt. Es ist seit Einführung der M VKVO kein Fall bekannt, dass über Außenwände in Verkaufsstätten eine Brandübertragung erfolgte.

Trennwände

Zu vermerken ist, dass in Verkaufsstätten mit Sprinkleranlage auf Trennwände zu Lagerräumen verzichtet wird. Dies erfolgte, weil in Verkaufsräumen im großen Umfang auch Waren gelagert werden und hier eine Trennung kaum mehr möglich ist. Negative Auswirkungen (Brandfälle in Lagerräumen, die durch eine Sprinkleranlage nicht beherrscht wurden) sind nicht bekannt.

Brandabschnitte

Die Regelungen für Brandabschnitte (erdgeschossig mit Sprinkleranlage 10.000 m², sonst mit Sprinkleranlage 5.000 m², erdgeschossig ohne Sprinkleranlage 3.000 m² und die Sonderregelung für sonstige Verkaufsstätten ohne Sprinkleranlage) ist differenziert zu betrachten. Insbesondere die Regelung für sonstige Verkaufsstätten ohne Sprinkleranlagen stellt einen Kompromiss dar. Der Anregung der Projektgruppe Verkaufsstätten, mehrgeschossige Verkaufsstätten ohne Sprinkleranlage nicht mehr zuzulassen, war seinerzeit die Fachkommission Bauaufsicht nicht gefolgt. Die Regelung für erdgeschossige Verkaufsstätten mit Sprinkleranlage erscheint im internationalen Vergleich als sehr restriktiv. Für die dicht besiedelten Regionen in Deutschland sollen jedoch auch seltene Brandfälle, die eine Fläche von mehr als 10.000 m² mit hoher Brandlast umfassen können, ausgeschlossen werden. Ebenso ist die Einschränkung auf 5.000 m² pro Geschoß bei sonstigen Verkaufsstätten zu bewerten. Immerhin können bis zu 5 oder 6 Geschosse (einschließlich einem Kellergeschoß mit Öffnungen in Decken) zu einem mehrgeschossigen Brandabschnitt zusammengefasst werden (Gesamtfläche bis 30.000 m²). Sicher gibt es hier eine Vielzahl von Ansätzen, im Rahmen dieser Regelung die Flächen der Brandabschnitte in einer Gesamtbilanz ggf. anders aufzuteilen. Ob eine Abweichung damit begründet ist, kann nicht allgemein beantwortet werden. Ebenso ist die Frage aufgetaucht, ob mit brandschutztechnischer Bemessung des Tragwerkes für erdgeschossige Verkaufsstätten nicht größere Flächen als 10.000 m² abgedeckt sind. Auch hier kann aus den Regelungen der M VkVO keine Antwort abgeleitet werden. Zum Wesen einer Verordnung zählt, dass möglichst einfache Regelungen geschaffen werden, die bei Einhaltung eine Genehmigung sichern und damit Planungssicherheit garantieren. Abweichungen sind unter den Kriterien der BauO zulässig, wenn sie ausreichend begründet werden und das Brandschutzkonzept spezifisch angepasst wird.

Im Vergleich zu Industriebauten nach der M IndBauR fällt auf, dass die Regelungen für die Brandabschnitte in mehrgeschossigen Verkaufstätten mit Öffnungen in Decken nach der M VkVO wesentlich günstiger sind als nach der M IndBauR. Dies ist nicht logisch. Die Projektgruppe Industriebau, die zurzeit die M IndBauR überarbeitet, sollte dies berücksichtigen.

Die Regelung, nach der Brandabschnitte auch durch Ladenstraßen unterteilt werden können oder Brandwände im Kreuzungsbereich mit Ladenstraßen nicht hergestellt zu werden brauchen, sofern die Ladenstraßen bestimmte Bedingungen erfüllen, ist neu in die M VkVO aufgenommen worden. Der in diesem Zusammenhang in der letzten Zeit aufgetauchte Begriff der „Luftbrandwand“ ist jedoch nicht sachgerecht. Hier erfolgte eine Abwägung im Rahmen des gesamten Sicherheitskonzeptes für Verkaufsstätten. Es handelt sich um eine „innovative“ Regelung, um Verkaufsstätten mit Ladenstraßen weiter entwickeln zu können. Das Sicherheitskonzept für Verkaufsstätten wurde als derart umfassend bewertet, dass unter den in der M VkVO aufgeführten Bedingungen eine Unterteilung einer Verkaufsstätte durch Ladenstraßen in Abschnitte, die auch Brandabschnitte begrenzen, zugelassen werden konnte. Diese Regelung hat auch Akzeptanz gefunden. Lediglich die Nutzung der Ladenstraße für Stände etc. wird diskutiert. Das Land NRW hat hier eine pragmatische Regelung eingeführt. Brandfälle, die zur weiteren Beurteilung herangezogen werden könnten, sind bisher nicht dokumentiert.

Decken

In Verkaufsstätten mit Sprinkleranlage dürfen Unterdecken auch aus brennbaren Baustoffen bestehen, wenn der Deckenhohlraum durch die Sprinkleranlage geschützt wird. Zwischen Verkaufsräumen und Ladenstraßen sind Öffnungen nunmehr zulässig. Die bisherigen Einschränkungen wurden aufgehoben. Auch hier liegen bisher keine negativen Erfahrungen vor.

Dächer

Erleichterungen wurden für das Tragwerk von Dächern in gesprinklerten Verkaufsstätten eingeführt. Es muss aus nichtbrennbaren Baustoffen (ausgenommen erdgeschossige Verkaufsstätten) bestehen. Ein Feuerwiderstand wird nicht gefordert. Hier erfolgt eine Anpassung der Anforderungen im Sinne der Regelung für Dächer nach der BauO. Betrachtet man das Gesamttragwerk von Hallenkonstruktionen, ist jedoch eine Entkoppelung des Tragwerkes von Dächern nicht immer sinnvoll. Für Bedachungen wurden Dächer nach DIN 18234 nicht frei gegeben. Diese Dächer können erhebliche Rauchgasmengen im Brandfall produzieren, auch wenn die Brandweiterleitung gehemmt ist. Die Anforderungen für lichtdurchlässige Bedachungen wurden neu aufgenommen. In der Vergangenheit wurden Großbrände in Verkaufsstätten teilweise durch Brände im Dachbereich (brennbare Dämmungen) ausgelöst. Hier wurden bereits in der M GhVO Konsequenzen gezogen und auf die M VkVO übertragen. Seit dieser Zeit sind bei Neubauten von Verkaufsstätten entsprechende Phänomene nicht mehr aufgetreten.

Rettungswege

Hinsichtlich der Führung der Rettungswege wurden „Außenbereiche“ der Gebäudestruktur mit berücksichtigt. Ferner sind Außentreppen zugelassen. Insbe-

sondere diese Regelung wird umfangreich für Neubauten (außerhalb der Stadtkerne) genutzt. Die Regelungen über die Verlängerung von Rettungswegen sind im Wesentlichen neu. Sie erlauben angepasste innere Strukturen von Verkaufsstätten. Die Weglänge bis zu einem Ausgang ins Freie kann entsprechend lang sein. Der Weg führt dann über mehr oder minder gesicherte Bereiche. Gleichwohl zeigen Evakuierungsübungen, dass eine Verkaufsstätte in wenigen Minuten geräumt werden kann (ca. 5 bis 7 Minuten).

Treppenräume

Neu ist, dass innen liegende Treppenräume grundsätzlich zugelassen werden. Ein Nachweis im Sinne der BauO (Verhinderung des Raucheintritts) muss nicht mehr erbracht werden. Die Anforderungen der M VkVO decken innen liegende Treppenräume ab. Im Zusammenhang mit der Zulässigkeit von innen liegenden Treppenräumen wurden Trepperaumerweiterungen geregelt als Verbindung von Treppenräumen zu den Ausgängen ins Freie.

Ladenstraßen, Flure und Hauptgänge

Für Ladenstraßen, die zur Unterteilung von Brandabschnitten dienen, fehlt eine Regelung für Einrichtungen und Einbauten. Hier kann auf die Regelung in NRW verwiesen werden.

Ausgänge

Die Breite der Ausgänge ist nur bezogen auf die Fläche des Geschosses. Es wurde darauf verzichtet, neben Mindestbreiten im Verlauf der Rettungswege im Geschoß Teilbereiche zu bemessen. In Verbindung mit den Weglängen sind Engstellen nicht vollständig ausgeschlossen. In der Regel ist die Verteilung der Rettungswege jedoch so geplant, dass Flächen und Rettungswege zusammenpassen.

Türen

Die brandschutztechnischen Anforderungen an Türen wurden reduziert.

Rauchabführung

Die M VkVO verlangt nur für Verkaufsstätten ohne Sprinkleranlagen und ohne öffenbare Fenster Rauchabzugsanlagen im Sinne der Technischen Regeln. Für Verkaufsstätten mit Sprinkleranlagen müssen lediglich die Lüftungsanlagen für Verkaufsräume und Ladenstraßen so betrieben werden können, dass sie nur entlüften, soweit es die Zweckbestimmung der Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung zulässt. Der Begriff „soweit“ müsste besser lauten „solange“. Mit dieser Aussage soll ausgeführt werden, dass die Entlüftung nur solange funktionieren muss, bis eine Absperrvorrichtung auslöst. In diesem Zusammen-

hang verweist der Verfasser auf seine Beiträge zur Rauchableitung nach den Sonderbauvorschriften anlässlich der Braunschweiger Brandschutz-Tage. Noch immer wird diese Regelung kritisiert. Auch nach 13 Jahren werden verschiedene Interessenvertreter, allen voran die Verbände der Hersteller von Rauchabzugsanlagen nicht müde, eine Änderung zu verlangen. Dabei sind alle Argumente bereits ausgetauscht und konnten die Fachkommission nicht davon überzeugen, dass eine Änderung notwendig sei. Die Fachkommission Bauaufsicht erarbeitet zurzeit ein Grundsatzpapier zu den Schutzzielen der Rauchableitung. Danach kann ggf. weiter diskutiert werden. Festzustellen ist, dass bisher keine Brandfälle veröffentlicht sind, die Zweifel an den bisherigen Wertungen der Fachkommission Bauaufsicht bei der Festlegung der Anforderungen nach der M VkVO auslösen.

Weitere Anpassungen

Um den Umfang des Beitrages nicht über Gebühr auszudehnen, wird auf die weiteren Veränderungen nur pauschal verwiesen. Für die Feuerwehr und die Betreiber ist dabei insbesondere die Umstellung des Systems einer Hausfeuerwehr auf das System eines Brandschutzbeauftragten und die Selbsthilfekräfte für den Brandschutz hervorzuheben.

ERFAHRUNGEN

Die Planungen für Verkaufsstätten und die Genehmigungspraxis haben sich schnell auf das System der M VKVO eingestellt. Teilweise wurde bereits im Vorgriff auf eine Änderung von landesrechtlichen Regelungen bereits die Anwendung der M VKVO im Einzelfall vereinbart.

Gleichwohl kann die M VKVO nicht für alle erdenklichen Fälle eine optimale Lösung liefern. So hat zum Beispiel eine allseits bekannte Kette von Einrichtungshäusern ein Brandschutzkonzept für ihre Verkaufsstätten „nach schwedischem Muster“ entwickelt, das bundesweit zur Anwendung kommt. Die erforderlichen Abweichungen erscheinen den Behörden plausibel und durch andere Maßnahmen begründet. Die Möbelhäuser entsprechen einem speziellen Brandschutzkonzept.

Sicher hat jeder Anwender seine eigenen Erfahrungen gemacht und könnte mit einer Reihe von Anregungen aufwarten, die bei seinem Einzelfall optimaler wären oder Schwierigkeiten bei der Umsetzung des Konzeptes ausräumen würden. Keine Vorschrift ist perfekt. Der einmal erreichte Stand in der Gesetzgebung kann jedoch nicht in kurzen Abständen geändert werden.

Vorschriften haben sicher auch ein Verfallsdatum. Spätestens dann, wenn die Bautechnik sich wesentlich verändert hat, die Anlagentechnik neue Lösungen gesichert anbietet und architektonische Konzepte sich im Laufe der Zeit fortentwickelt haben, sollten Vorschriften auch angepasst werden. Die Zeiträume dafür sind jedoch nicht zu eng zu setzen.

Die Möglichkeit einer Abweichung besteht grundsätzlich immer. So ist behutsam auch eine Fortentwicklung im Rahmen der Vorschriften möglich. Ein angepasstes Brandschutzkonzept mit Nachweisen in geeigneter Form überzeugt die Genehmigungsbehörden. So unflexibel wie oft unterstellt, sind die Behörden nicht. Sonst würden viele Bauten nicht in dieser Form existieren.

Eine systematische Auswertung von Brandfällen fehlt allgemein und insbesondere für Sonderbauten. Diesen Mangel in der Bundesrepublik kann man nicht oft genug hervorheben. Allerdings berichten die Medien zwischenzeitlich unmittelbar und umfangreich über entsprechende Ereignisse. Größere Brände oder Brände mit Verletzen oder Toten werden bundesweit in den Medien dokumentiert. Die Auswertung dieser Quellen zeigt jedoch auf, dass größere Ereignisse in Verkaufsstätten in Deutschland nicht (mehr) auftreten. Die Brandfälle, die zu verzeichnen sind, sind keiner Berichterstattung über die lokale Presse hinaus wert. Daraus kann abgeleitet werden, dass der Brandschutz für Verkaufsstätten wohl im Wesentlichen funktioniert. Es liegen keine Erkenntnisse vor, die das Brandschutzkonzept nach der M VKVO in Frage stellen. Eher müsste die Frage gestellt werden, ob die M VKVO zum Beispiel bei den zulässigen Flächen der Brandabschnitte in gesprinklerten Verkaufsstätten nicht zu restriktiv für die Zukunft ist.

Spektakuläre Ereignisse sind jedoch in Ländern außerhalb von Europa anzutreffen. Die folgenden zwei Beispiele zeigen auf, dass ungenügende Brandschutzkonzepte katastrophale Auswirkungen haben.

Bei einem Kaufhausbrand in Jinin, China (Bild 1) kamen 2004 51 Menschen ums Leben und 71 wurden verletzt. Einzelheiten über das Brandschutzkonzept für das Gebäude sind nicht bekannt.

Bild 1 Kaufhausbrand in China (Jinin), 2004

Ein Brand in einem Einkaufszentrum in Paraguay (Bild 2) kostete 2004 mindestens 300 Menschen das Leben und mindestens 300 weitere wurden verletzt. Insgesamt hielten sich zum Zeitpunkt des Brandes ca. 700 Personen in dem Gebäude auf, in dem sich unter anderem ein Supermarkt, mehrere Fast-Food-Restaurants, Büros und ein Parkhaus befanden.

Vermutlich explodierte ein Gasbehälter in einem Fast-Food-Restaurant und löste so den Großbrand aus, der rasend schnell um sich griff. Das aus Aluminium und Holz gebaute Dach fing rasch Feuer.

Mehrere Zeugen erhoben schwere Vorwürfe gegen Angestellte des Einkaufszentrums. Sie sollen die Türen zugesperrt haben, um zu verhindern, dass Kunden gehen, ohne zu bezahlen. Zeugen berichteten: „Es regnete Feuer, als ich gerade bezahlte." „Wenn sie sie raus gelassen hätten, wäre das nicht passiert." Die meisten Menschen seien an Rauchvergiftung gestorben.

Bild 2 Großbrand in einem Einkaufszentrum in Paraguay, 2004

Bei einem ähnlich schweren Großbrand in einem Einkaufszentrum in der peruanischen Hauptstadt Lima starben am 29. Dezember 2001 274 Menschen.

SITZUNG 3

BRANDSCHUTZKONZEPTE FÜR
SONDERBAUTEN

Sitzungsleitung: H.-J. Gressmann, Braunschweig

VFDB-RICHTLINIE 01/01 BRANDSCHUTZKONZEPT, AUSGABE APRIL 2008

Georg Spangardt
Berufsfeuerwehr Köln, vfdb-Referat 1, Köln
Jürgen Wiese
Sachverständigenpartnerschaft Halfkann + Kirchner, Erkelenz

EINLEITUNG

Im Mai 2000 erschien die erste Ausgabe der vfdb-Richtlinie 01/01 - „Brandschutzkonzept“ [1]. Das Referat 1 – Vorbeugender Brandschutz - der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb) beschäftigt sich mit grundsätzlichen Fragestellungen des Vorbeugenden Brandschutzes. Es sammelt die Erfahrungen und Wünsche insbesondere aus dem Kreis der vfdb-Mitglieder, um diese im Sinne der Förderung des Brandschutzes aufzubereiten. Dies erfolgt auch in Form von vfdb-Publikationen wie den vfdb-Richtlinien. Das Referat versteht sich dabei nicht als das Regel setzendes Gremium, sondern will Anstöße zu neuen Regeln geben oder Auslegungen zu bestehenden Regeln erarbeiten. Im oben genannten Sinne will das Referat Schutzziele des Vorbeugenden Brandschutzes, die beispielsweise in Brandschutzkonzepten behandelt werden sollen, näher beschreiben. Richtlinien der vfdb werden darüber hinaus im Technisch-Wissenschaftlichen Beirat (TWB) mit den übrigen vfdb-Referaten abgestimmt.

In der heutigen Zeit ist zu bedenken, dass, auch wenn es der Name der vfdb noch anders suggeriert, Brandschutz nicht mehr als nationales Thema gesehen werden kann. Durch eine Konkretisierung von Schutzzieldefinitionen wird ein allgemeines Sicherheitsniveau definiert. Die sich stark verändernden Randbedingungen im Vorbeugenden Brandschutz, welche neben dem rein technischen Fortschritt im Bauproduktenbereich durch eine fortschreitende Privatisierung und durch eine staatliche, umfassende und weitgehende Deregulierung ebenso wie durch die europäische Harmonisierung verursacht sind, werden von der vfdb, hier vom vfdb-Referat 1, kritisch begleitet. Das Sicherheitsbedürfnis und das Sicherheitsempfinden sind keine statischen Größen. Die Sicherheitsstandards und ihre Umsetzung sind daher ständig zu beobachten. Im Sinne der Schutzzielerreichung ist das brandschutztechnische Sicherheitsniveau mindestens zu halten. Daher bedarf es der steten Fortschreibung und ggf. Modifikation der Sicherheitsstandards.

Bereits kurz nach Erscheinen der vfdb-Richtlinie 01/01 erkannten die Verfasser die Notwendigkeit einer Ausweitung und Ergänzung des Papiers. Die bislang vorliegende Fassung endete mit dem Kapitel 5, welches sich mit der Umsetzung des Brandschutzkonzeptes befasst. Gänzlich unberücksichtigt blieben das Genehmigungsverfahren und insbesondere Handreichungen zur Prüfung von Brandschutzkonzepten. Gemeint sind an dieser Stelle die Art und mögliche Systematik der Prüfung und nicht die bundeslandspezifisch vorgegebenen

formalen Aspekte des Prüfverfahrens durch Bauaufsichtsbehörden oder Prüfingenieure.

Unter Federführung von Dr. Jürgen Wiese und mit weiteren Mitgliedern aus dem vfdb-Referat 1 wurde zunächst im Rahmen der Interessengemeinschaft der Brandschutzingenieure (IG BSIng) eine Weiterentwicklung der Richtlinie erarbeitet [2]. Schließlich konnten diese Vorarbeiten vom vfdb-Referat 1 genutzt werden, um nunmehr eine umfassende vfdb-Richtlinie 01/01 zum Themenkomplex „Brandschutzkonzept“ anbieten zu können.

SACHSTAND DER BISHERIGEN FASSUNG DER VFDB-RICHTLINIE 01/01

Im Folgenden wird anhand der Neufassung der Richtlinie vornehmlich auf die Ergänzungen und deren Hintergründe eingegangen. Dabei wird der Übersichtlichkeit wegen auf wörtliche Zitate aus der Richtlinie weitgehend verzichtet. Die vorangestellte kurze Darstellung der bislang vorliegenden ersten Fassung der Richtlinie, dient dem besseren Verständnis des neuen, erweiterten Werkes.

Die nunmehr vorliegende neue Fassung ist in den Kapiteln 2 bis 5 bis auf marginale redaktionelle Anpassungen unverändert übernommen worden. Lediglich die Vorbemerkungen (Kapitel 1) mussten geringfügig ergänzt werden, um den Erweiterungen gerecht zu werden. Die Kapitel 6 bis 9 wurden neu an das bestehende Werk angefügt.

Die Frage, was ein Brandschutzkonzept leisten soll, muss bei der Formulierung der Grundsätze beantwortet werden. Im Kapitel 2 der Richtlinie findet sich fast wörtlich dieselbe Formulierung wie unter § 9 der nordrhein-westfälischen BauPrüfVO [3]: „Das Brandschutzkonzept ist eine zielorientierte Gesamtbewertung des baulichen und abwehrenden Brandschutzes ...“. Die Definition verdeutlicht noch einmal die zusammenfassende Funktion eines Brandschutzkonzeptes, denn die zielorientierte Gesamtbewertung erfordert die Betrachtung aller einschlägigen Aspekte:

- vorbeugender baulicher Brandschutz,
- vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz,
- betrieblich-organisatorischer Brandschutz,
- abwehrender Brandschutz.

Eine wertende Verknüpfung der vier Punkte hat Schutzziele und deren Erreichungsgrade zu benennen. Hierbei spielen folgende Einzelaspekte eine maßgebliche Rolle und sind zu berücksichtigen:

- Nutzung des Objektes,
- Brandrisiko des Objektes und

- im Schadenfall zu erwartendes Schadenausmaß.

Entscheidend ist, dass das Brandschutzkonzept auf das individuelle Objekt abhebt und somit den Einzelfall betrachtet. Dabei ist es selbstverständlich möglich, allgemeingültige, anerkannte Ingenieurmethoden des vorbeugenden Brandschutzes zur Anwendung zu bringen. In diesem Falle müssen im Brandschutzkonzept zwingend die angewandten Nachweisverfahren und die ihnen im vorliegenden Einzelfall zugrunde gelegten Parameter beschrieben werden. Sind beispielsweise die Brandszenarien nicht ausreichend beschrieben, bleibt ein Brandschutzkonzept unvollständig. Eine anschließende Prüfung im bauordnungsrechtlichen Genehmigungsverfahren dürfte in den meisten Fällen dann nicht gelingen.

Die Schutzziele können aus verschiedenen Quellen abgeleitet werden. In jedem Fall sind die öffentlich-rechtlichen Vorgaben zu erfüllen. Ergänzende Randbedingungen bezüglich der Schutzziele stellen in der Regel vornehmlich der Bauherr, der Betreiber bzw. spätere Nutzer und der Versicherer auf. Möglicherweise sind allerdings auch Schutzzielkonflikte darzustellen und Kompensationsmöglichkeiten aufzuzeigen. Man denke an Objekte mit geschlossenen Bereichen wie Psychiatrien oder Justizvollzugsanstalten, bei denen das Schutzziel der leicht zugänglichen und jederzeit nutzbaren Rettungswege ins Freie dem Charakter der Einrichtung entgegensteht.

Bild 1 bauliche Umsetzung des Schutzziels „rauchfreier Rettungsweg“ durch Einbau von Rauchschutztüren in Fluren

Können Schutzziele und insbesondere bauordnungsrechtliche Vorgaben nicht oder nicht vollständig erfüllt werden, ist dies im Brandschutzkonzept zu beschreiben und es sind mögliche Kompensationsmaßnahmen aufzuzeigen. Gleiches gilt insbesondere im Falle, dass das Brandschutzkonzept als Begründung für Abweichungen oder Erleichterungen von bauordnungsrechtlichen Vorschriften herangezogen werden soll. In beiden Fällen ist die abschließende Bewertung im Sinne einer zielorientierten Gesamtbewertung für das Objekt im Brandschutzkonzept darzulegen.

Gemäß Kapitel 3 der vfdb-Richtlinie 01/01 dient das Brandschutzkonzept dem Bauherrn als Grundlagenpapier für die Planung und spätere Nutzung des Gebäudes. Die Bedeutung eines Brandschutzkonzeptes geht jedoch noch weit darüber hinaus. So stellt ein umfassendes Brandschutzkonzept eine wesentliche Entscheidungshilfe für die bauaufsichtliche Beurteilung im Genehmigungsverfahren dar. Auf Grundlage des Brandschutzkonzeptes erfolgen auch die Fachplanung und anschließende Bauausführung. Die Bedeutung des Brandschutzkonzeptes für die Stellungnahme der Brandschutzdienststelle und die Einsatzplanung der örtlichen Feuerwehr ist an dieser Stelle noch einmal explizit zu erwähnen.

Das Kapitel 4 der Richtlinie beschreibt die wesentlichen Inhalte eines Brandschutzkonzeptes. Nach beispielhaften allgemeinen Angaben werden die zuvor genannten Aspekte des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes umfänglich benannt. Dennoch muss darauf hingewiesen werden, dass die Aufzählungen in diesem Kapitel nur als Beispiele dienen und nicht abschließend sind. Dieser offene Charakter muss auch erhalten werden, denn sonst dürfte eine individuelle Bearbeitung jedes einzelnen Objektes in einem eigenständigen Brandschutzkonzept nur unvollständig gelingen. Dem Gesetzgeber bleibt es selbstverständlich unbenommen, eine Mindestauswahl der in der Richtlinie genannten sowie ggf. weiterer Punkte als verpflichtende Vorgabe zur Vorlage eines Brandschutzkonzeptes zu verordnen. Ein typisches Beispiel findet sich im zuvor bereits zitierten § 9 der nordrhein-westfälischen BauPrüfVO [3]. Dort sind 18 Punkte aufgeführt, die bei der Erstellung eines Brandschutzkonzeptes mindestens zu bearbeiten sind. Auch diese 18-Punkte-Liste ist nicht abschließend zu verstehen.

Bild 2 Beteiligte an einem Brandschutzkonzept

Soll ein Brandschutzkonzept nicht nur eine Zusammenfassung optimierter Planung sein, sondern auch die gewünschte Umsetzung in der Realität erfahren, sind die Ausführungen im Kapitel 5 der Richtlinie hilfreich. Eine Umsetzung des Brandschutzkonzeptes hat im Wesentlichen zwei Phasen. Die erste ist die Bauphase, bei der alle am Bau Beteiligten auf der Basis des Brandschutzkonzeptes zusammenwirken müssen. Die dort gemachten Vorgaben sind zu beachten und in das Baugeschehen zu integrieren. Dies kann auch besondere Brandschutzmaßnahmen während einzelner Bauabschnitte bedingen. In diesem Zusammenhang ist die Beteiligung eines Fachbauleiters für den Part Brandschutz besonders hervorzuheben. Die zweite Phase stellt die eigentliche Nutzung des Objektes dar. Hier muss vornehmlich eine Umsetzung der betrieblich-organisatorischen Vorgaben des Brandschutzkonzeptes erfolgen. Dazu muss allerdings sichergestellt werden, dass der Nutzer überhaupt die notwendigen Randbedingungen und Vorgaben des Brandschutzkonzeptes kennt. Insoweit kann es hilfreich sein, nicht nur die Verantwortlichen für die wiederkehrenden Prüfungen von sicherheitstechnischen Einrichtungen im Brandschutzkonzept zu benennen, sondern auch beispielsweise auf die Funktion eines Brandschutzbeauftragten abzuheben. Schließlich ist die Fortschreibung und Aktualisierung eines Brandschutzkonzeptes zu planen, weil ein Brandschutzkonzept nicht statisch sein darf, sondern einen dynamischen Prozess darstellt.

DIE NEUEN INHALTE DER VFDB-RICHTLINIE 01/01

Die aktuellen Entwicklungen, sowohl architektonisch wie bautechnisch, führen beim Bau moderner Gebäude dazu, dass klassische Brandschutzmaßnahmen, die in den baurechtlichen Vorschriften vorgegeben sind, nicht unmittelbar oder nur teilweise greifen können. Die Notwendigkeit eines Brandschutzkonzeptes und die daraus resultierenden Brandschutznachweise sind unmittelbar nachvollziehbar. Nach § 66, Abs. 1 der Musterbauordnung (MBO) [4] ist die Einhaltung der Anforderungen an den Brandschutz nach näherer Maßgabe der Musterbauvorlagenverordnung auf Grund von § 85, Abs. 3 der MBO nachzuweisen. Zu beachten ist, dass die Begrifflichkeit Brandschutznachweis und Brandschutzkonzept je nach Bundesland variieren kann. Ebenso variiert je nach Bundesland und den dort geltenden gesetzlichen Vorgaben die prüfende Stelle. In einigen Bundesländern prüft die Bauaufsichtsbehörde selbst, in anderen Ländern sind Prüfsachverständige mit der Prüfung der Brandschutzkonzepte betraut. Allen gemeinsam ist allerdings das Vieraugenprinzip. Insoweit gelten die Hinweise in den neuen Kapiteln 6 bis 9 der vfdb-Richtlinie 01/01 gleichermaßen.

Zu Kapitel 6 – Zielsetzung und Rechtsbezug für Prüfungen im bauordnungsrechtlichen Genehmigungsverfahren

Beim Nachweis des Brandschutzes ist unter anderem auf § 3 der MBO [4] zu verweisen:

„... 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. ... Die von der obersten Bauaufsichtsbehörde ... als Technische Baubestimmung eingeführten technischen Regeln sind zu beachten. ... Von den Technischen Baubestimmungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die allgemeinen Anforderungen des Absatzes 1 erfüllt werden; ...“

Es wird ein Ermessensspielraum geschaffen, der im Rahmen des bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahrens genutzt werden kann. In diesem Sinne ist auch erst eine Plausibilitätsprüfung von Nöten. In einem Genehmigungsverfahren ohne Abweichungstatbestände von den materiellen Bauvorschriften inklusive den Technischen Baubestimmungen ist eine Plausibilitätsprüfung obsolet.

Bei der Erstellung von Brandschutzkonzepten ist es selbstverständlich zulässig, zur Begründung von Abweichungstatbeständen, zu deren Kompensation bzw. zur Darstellung von Erleichterungen gegenüber der Bauordnung auf Methoden des Brandschutzingenieurwesens zurückzugreifen. Wie vielfältig und komplex diese Methoden heutzutage sind, wird deutlich, wenn man den „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“ der vfdb [5] betrachtet. Insbesondere der Mitarbeiter der Bauaufsichtsbehörde bzw. der Brandschutzdienststelle, der Plausibilitätsprüfungen vornehmen soll, findet hier kompakt aufbereitet wichtige Ansatzpunkte für seine Arbeit. Dennoch lässt sich auch mit diesem mehrere hundert Seiten starken Technischen Bericht keinesfalls eine allgemeingültige und auf alle Objekte zutreffende Checkliste ableiten.

Dennoch kann sich die Prüfung der nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens aufgestellten Nachweise (gemeint sind die rechnerischen Nachweise) in der Regel nach dem Vieraugenprinzip auf deren Schlüssigkeit beschränken. Nur in begründeten Zweifelsfällen sollte eine weitergehende Prüfung, auch gegebenenfalls der einzelnen Rechengänge, veranlasst werden.

Zu Kapitel 7 – Hinweise für die Durchführung von Prüfungen im bauordnungsrechtlichen Genehmigungsverfahren

Werden in einem Brandschutzkonzept bzw. Brandschutznachweis Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens begründet oder konkretisiert, so hat die Prüfinstanz in jedem Fall deren Schlüssigkeit zu prüfen. Hierzu bietet das neue Kapitel 7 der Richtlinie diverse Prüfkriterien an. Diese sind in einer Tabellenform als Abfolge von neun Unterpunkten formuliert. Für jede der neun Fragestellungen kann das Ergebnis im

einfachsten Fall „ja“ oder „nein“ lauten. Die Variante „nein“ führt entweder auf die Frage nach einer Präzisierung der Antwort oder bildet die Grundlage für die Prüfinstanz, zusätzliche Informationen oder Maßnahmen nachzufordern. Auch hier können wichtige Hinweise zu den einschlägigen Ingenieurmethoden des Brandschutzes dem „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“ der vfdb [5] entnommen werden.

Bereits der erste Prüfpunkt stellt die Frage, ob es sich bei einem vorgelegten Papier überhaupt um ein Brandschutzkonzept handelt. Diese Frage zielt darauf ab, ob nur Teilaspekte des Brandschutzes behandelt werden oder ob es sich tatsächlich um eine zielorientierte Gesamtbetrachtung des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes handelt.

Die Vorlage eines Brandschutzkonzeptes mit Hilfe von Ingenieurmethoden ohne die zu Grunde liegenden Schutzziele kann mit Fug und Recht angezweifelt werden und ist im Sinne der Plausibilitätsprüfung ergänzungsbedürftig. Ähnliches gilt für ein Brandschutzkonzept, bei dem die gewählte Art von Ingenieurmodellen nicht näher beschrieben wird. Ebenso kann ein Brandschutzkonzept nicht bewertet werden, bei dem unklar bleibt, inwieweit die verwendete Modellart bzw. das verwendete Verfahren überhaupt für die vorliegende Fragestellung geeignet ist.

Wie zuvor erwähnt, existieren zwischenzeitlich diverse Rechenmodelle und Simulationsprogramme mit zahlreichen Varianten. Für die Prüfinstanz muss erkennbar sein, ob das konkret zur Anwendung gekommene Programm für den jeweiligen Anwendungsfall geeignet ist und validiert wurde. In dem einen oder anderen Fall wird man sich in Ermangelung spezieller Validierungen auf Veröffentlichungen in der Fachpresse beschränken müssen.

Ein Rechenverfahren kann nur dann nachvollziehbare Ergebnisse liefern, wenn bereits die Eingabedaten so gewählt wurden, dass sie auf das zu bearbeitende Problem optimiert angepasst sind. Darüber hinaus ist im Sinne der Plausibilität auf eine generell lückenlose Dokumentation hinzuwirken. Beispielhaft ist hier die Berücksichtigung der korrekten Anfangs- und Randbedingungen des konkreten Falles in dem Rechenmodell zu nennen. Hierzu zählen z. B. auch die Zeitpunkte der Aktivierung von Brandmeldeanlagen oder Löschanlagen sowie der wirksamen Tätigkeit der Feuerwehr.

Bisweilen kann man bereits an der Darstellung der Ergebnisse deutliche Defizite bei der Beantwortung der vereinbarten Aufgabenstellung erkennen. Ein solches Brandschutzkonzept ist ebenso in Zweifel zu ziehen wie eines, das Interpretationen und Schlussfolgerungen liefert, die entweder nicht mit den Rechenergebnissen korrespondieren oder die vorgegebenen Schutzziele nicht erfüllen.

Schließlich soll in einem neunten Schritt vom Aufsteller des Brandschutzkonzeptes eine Erklärung abverlangt werden, dass er die „Grundsätze für die Aufstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens“, wie sie beispielhaft im Kapitel 8 der vorliegenden vfdb-Richtlinie 01/01 dargelegt

sind, bei der Aufstellung des Konzeptes beachtet hat. Hierbei handelt es sich um eine wünschenswerte Forderung, die jedoch nicht in jedem Fall greift, nicht zuletzt deshalb, weil die vfdb-Richtlinie 01/01 keinen Gesetzes- oder Verordnungscharakter besitzt.

Zu Kapitel 8 – Anhang 1: Grundsätze für die Aufstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens

Sowohl für den Ersteller eines Brandschutzkonzeptes bzw. Brandschutznachweises als auch für die prüfende Stelle muss bekannt sein, auf welchen Grundsätzen das Nachweisverfahren basiert. Ohne die Benennung der Grundsätze für den Nachweis fehlt die gemeinsame Geschäftsgrundlage für das gesamte Nachweisverfahren. Die wissenschaftlich anerkannten Verfahren des Brandschutzingenieurwesens dienen beispielsweise dem Nachweis ausreichender Zeiten zur Nutzung der Rettungswege oder zur wirksamen Brandbekämpfung sowie zur Standsicherheit der Bauteile.

Die zuvor erwähnten „ausreichenden“ Zeiten bzw. Zeiträume sind dabei objekt- und schutzzielbezogen auf Grund anerkannter Kriterien oder rechtsgültiger Vorschriften abzuleiten. Typische Fragestellungen betreffen in diesem Zusammenhang folgende Kriterien:

- Einhaltung von erforderlichen Evakuierungszeiten,
- Einhaltung einer im Brandschutzkonzept vorgegebenen raucharmen Schicht,
- Einhaltung der Tragfähigkeit unter den ermittelten Temperaturbelastungen für einzelne Bauteile und die Tragkonstruktion.

Ohne geeignete Eingangsparameter fehlt eine wichtige Voraussetzung für den Nachweis mit Brandsschutzingenieurmethoden. In jedem Fall muss es möglich sein, ein geeignetes Brandszenario als Eingangsparameter zu benennen, welches auch die konservative Abschätzung der zugehörigen Brandwirkung widerspiegelt. Solche Brandszenarien können unterschiedlichen Quellen entstammen:

- Brandexperimente mit typischen, vergleichbaren Brandlasten,
- Verwendung von für die Situation typischen, international anerkannten „Design fires“,
- Ableitung aus den physikalischen Daten konkret vorliegender Brandlasten.

Wichtig ist jedoch ihre Dokumentation und die Beschreibung der typischen Parameter, die die Eignung für den in Frage stehenden Fall belegen. Dabei sind bereits vorhandene Normen, Eurocodes oder vergleichbare international anerkannte Daten hilfreich. Ergebnisse aus realen Brand- und Rauchversuchen

können darüber hinaus bei ähnlichen Randbedingungen auf die zu beurteilende Situation übertragen werden.

Bild 3 *Realer Rauchversuch zur Überprüfung, ob die eingebauten Rauchschutzschürzen die vorausgesetzte Rauchfreihaltung des Rettungsweges (Treppe) gewährleisten*

Ob ein Verfahren anerkannt ist, hängt besonders davon ab, ob es speziell in Bezug auf die beurteilungsrelevanten Brandwirkungen vollständig beschrieben und validiert ist.

Die Nachweisführung und Dokumentation muss das Erreichen der festgelegten Schutzziele generell für den Brandbekämpfungsabschnitt sowie partiell in besonders relevanten Bereichen nachvollziehbar und überprüfbar machen.

Zu Kapitel 9 – Anhang 2: Hinweise zu den Einsatzschwerpunkten von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens

Im Kapitel 9 wird stichpunktartig beschrieben, welche Methoden des Brandschutzingenieurwesens zurzeit zur Verfügung stehen und welches ihre Hauptanwendungsgebiete sind. Man kann vier Hauptgruppen unterscheiden:

- Brandsimulationen,
- Reale Brand- und Rauchversuche,
- Beurteilung des Brandverhaltens von Bauteilen und Tragwerken,
- Personenstromanalysen – insbesondere zur Bemessung von Rettungswegen.

Die Palette der Brandsimulationsmodelle (z. B. Handformeln, Zonenmodelle, CFD-Modelle, physikalische Modelle) ist heutzutage sehr umfangreich. Somit

kommt der Beachtung der Grundsätze gemäß den Hinweisen in Kapitel 8 eine entscheidende und wichtige Bedeutung zu. Die wenigsten Prüfinstanzen werden ein echtes und vollständiges Nachrechnen der Modellrechnungen ausführen können. Dies ist allerdings auch nicht notwendig, wenn insbesondere die Plausibilität und Validierung der verwendeten Methode des Brandschutzingenieurwesens im konkreten Einzelfall nachgewiesen wird.

ANWENDUNG DER METHODIK AUSSERHALB EINES KONKRETEN BAUVORHABENS

Als Beispiel für die praktische Anwendung der vorliegenden, erweiterten vfdb-Richtlinie 01/01 wird bewusst kein konkretes Bauvorhaben mit seinem Brandschutzkonzept und dessen Prüfung vorgestellt. Die Richtlinie kann durchaus auch als grundsätzlicher methodischer Ansatz außerhalb konkreter Brandschutzkonzepte genutzt werden.

Das vfdb-Referat 1 (Vorbeugender Brandschutz) hatte sich unlängst mit der Überarbeitung der Musterindustriebaurichtlinie in Verbindung mit dem aktuellen Gelbdruck der DIN 18230-1 [6] im Sinne einer wertenden Prüfung zu befassen. Im Verlauf der Sitzung rückten auch die Themen "Schutzziele des Vorbeugenden Brandschutz" sowie Bemessungsbrandszenarien und Bemessungsbrände in den engeren Fokus. Letztlich wurde beschlossen, seitens des Referates 1 einen Einspruch zum Gelbdruck der DIN 18230-1 zu verfassen. Die Plausibilität des Papiers konnte in einzelnen Punkten nicht oder nur teilweise nachvollzogen werden. Ohne im Rahmen dieser Abhandlung die Diskussion detailliert führen zu können, sei gesagt, dass es insbesondere um die Bewertung der Brandsimulationsrechnungen [7] ging, auf deren Grundlage Festlegungen zum w-Faktor für Industriebauten mit Deckenöffnungen zwischen 2 % und 20 % getroffen worden sind. Im Referat 1 ist u. a. aufgefallen, dass (entsprechend den Berechnungen für erdgeschossige Industriebauten) die gesamte Wärmefreisetzung beim Vollbrand in einem mehrebenigen Brandbekämpfungsabschnitt mit maximal ca. 160 MW angenommen worden ist, wobei eine Brandausbreitung in vertikaler Richtung durch die ungeschützten Deckenöffnungen in die oberen Geschosse ausgeschlossen wurde. Damit ist der Bemessungsbrand für die Bemessung der Bauteile gegen Vollbrandeinwirkungen nur etwa viermal so groß, wie der maximale Bemessungsbrand für die Auslegung von maschinellen Rauchabzügen nach DIN 18232-5 [8], (Bemessungsgruppe 5, damit die Feuerwehr wirksam löschen kann). Als eine wesentliche Begründung für diesen Bemessungsbrand wurde die brandausbreitungsverhindernde Wirksamkeit eines 2 m breiten brandlastfreien Streifens um die ungeschützten Deckenöffnungen herum angesehen. Die Plausibilitätsprüfung musste diese Annahme kritisch hinterfragen, weil es sich um eine Brandschutzmaßnahme handelt, die auch in den Gelbdruck der DIN 18230-1 aufgenommen worden ist. Das Referat 1 hegt ganz erhebliche Zeifel an der Wirksamkeit von derartigen 2 m breiten brandlastfreien Steifen um ungeschützte Deckenöffnungen herum als Maßnahme zur Verhinderung der Brandausbreitung.

In der Konsequenz war eine geeignete Nachprüfung bzw. Erklärung einzufordern. Alternativ zu einer detaillierten Befragung der Verfasser der Norm, respektive des Kurzberichtes, sollte eine Überprüfung und Beurteilung der Rechenverfahren und insbesondere der zugehörigen Randbedingungen sowie Rechenannahmen von dritter Seite erfolgen. Hierzu bot es sich an, auf das vfdb-Referat 4 (Ingenieurmethoden des Brandschutzes - IB) zurück zu greifen und um entsprechende Unterstützung zu bitten. Eine abschließende Stellungnahme des Referates 4 hierzu lag bei Redaktionsschluss steht noch aus, weil auch dort zurzeit nur eine Kurzfassung der Untersuchungen der Technischen Universität Wien vorliegt und der ausführliche Bericht für die Bewertung der numerischen Simulation zur Ermittlung eines rechnerischen Verfahrens zum Ebenenachweis nach DIN 18230-1 inklusive aller gemachten Annahmen unabdingbar ist.

Dennoch demonstriert dieses Beispiel die umfassende Verwendbarkeit der Ausführungen in der vfdb-Richtlinie 01/01, sobald komplexe Sachverhalte zur Prüfung anstehen. Sind belastbare Aussagen nicht von der prüfenden Stelle selbst in allen Punkten machbar, ist auf den Aufsteller oder eine andere geeignete Stelle zurückzugreifen. Zu allen Zeitpunkten eines Verfahrens ist die Verfügbarkeit konkreter Aussagen über die getroffenen Voraussetzungen und angenommenen Randbedingungen enorm wichtig, um letztlich auch die Ergebnisse und deren Bewertungen beurteilen zu können.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der Ländergesetzgebung wird im Rahmen des bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahrens ein breiter Spielraum zur Darstellung der brandschutzrelevanten Maßnahmen gegeben. Ein umfassendes und strukturiertes Brandschutzkonzept bildet die Grundlage der Betrachtungen. Auf einem qualifizierten Brandschutzkonzept basiert auch die Prüftätigkeit sowohl von Prüfingenieuren als auch von Mitarbeitern der Bauaufsichtsbehörde und der Brandschutzdienststelle. Auch wenn nicht in jedem Fall eine detaillierte Nachprüfung erfolgen kann, weil z. B. entsprechende Rechenmodelle bzw. entsprechend qualifizierte Sachbearbeiter nicht zur Verfügung stehen, muss dennoch eine Plausibilitätsprüfung oder stichprobenartige Kontrolle eines vorgelegten Brandschutzkonzeptes geleistet werden. Dabei stellt sich auch die Frage, was eigentlich das Wort „plausibel“ bedeutet. Der Fremdwörterduden weist folgende Erklärung aus: „so beschaffen, dass es einleuchtet; verständlich, begreiflich“ [9].

Für die Plausibilitätsprüfung eines Brandschutzkonzeptes bedeutet dies, dass der Sachbearbeiter eine Überprüfung vornehmen muss, inwieweit die Ausführungen des Konzepterstellers verständlich und einleuchtend sind. Dabei geht es selbstverständlich nicht um die verwendeten Ausdrücke oder gar die grammatikalische und orthografische Gestaltung eines Brandschutzkonzeptes. Vielmehr ist zu klären, ob ein vorgelegtes Brandschutzkonzept tauglich ist und bei

entsprechender Umsetzung dazu führen kann, dass die allgemein anerkannten brandschutzrelevanten Schutzziele erreicht werden.

In diesem Sinne war es geboten, die bestehende vfdb-Richtlinie 01/01 um den Part der Prüfung und der Prüfgrundsätze zu ergänzen. Es ging dabei auch um die Darstellung der grundlegenden Aspekte von Brandschutzingenieurmethoden, ohne die ein Brandschutzkonzept für moderne komplexe Gebäude kaum auskommen wird. Umso wichtiger ist es, die Grundlagen für die Aufstellung eines Konzeptes und die Auswahl von Methoden, insbesondere die Notwendigkeit von zugrunde liegenden Schutzzielen und Randbedingungen für Rechenverfahren, aufzuzeigen. Die detaillierte Darstellung der einzelnen Methoden bleibt anderen Werken vorbehalten (z.B. [5]).

Das Brandschutzkonzept beschreibt als zielorientiertes Konzept idealerweise ein ausbalanciertes Gefüge, bei dem man durch Veränderung einzelner Parameter das Gesamtgefüge unweigerlich und damit für jeden offensichtlich, d.h. auch durch Plausibilitätsprüfung erkennbar, ins Wanken brächte.

LITERATUR

[1] vfdb-Richtlinie 01/01 – Brandschutzkonzept, 2000-05, Herausgeber: vfdb TWB, Bezug: VdS-Verlag, Köln

[2] Tagungsband der vfdb-Jahresfachtagung 2004 in Essen, Seite 633 ff.

[3] Verordnung über bautechnische Prüfungen - BauPrüfVO – vom 6. Dezember 1995

[4] Musterbauordnung -MBO- in der Fassung vom November 2002

[5] Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, Technischer Bericht vfdb TB 04/01, 1. Auflage Mai 2006, Herausgeber: vfdb TWB, Referat 4, Prof. Dr. Dietmar Hosser

[6] DIN 18230-1 (Gelbdruck) ”Baulicher Brandschutz in Industriebauten”, 2008-06, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[7] Schneider, Lebeda, Kurzbericht ”Numerische Simulation zur Ermittlung eines rechnerischen Verfahrens zum Ebenenachweis nach DIN-18230”, Technische Universität Wien

[8] DIN 18232-5 ”Rauch- und Wärmefreihaltung”, 2003-04, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[9] Bd. 5 - Duden, Fremdwörterbuch; 8., auf der Grundlage der amtlichen Neuregelung der deutschen Rechtschreibung überarb. und erw. Auflage, 2005. © Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG

ERFAHRUNGEN MIT DEM BRANDSCHUTZLEITFADEN DES BUNDES

Paul Schmitz
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

VORBEMERKUNG

Der Brandschutzleitfaden wurde Anfang 1998 das erste Mal aufgelegt. Die Idee dazu fußte auf den damals sehr unterschiedlichen Regelungen der Landesbauordnungen. Seitdem ist er zu einem Regelwerk für Brandschützer nicht nur in der Bauverwaltung geworden. Aufgrund der Auswertung von Anregungen und Bedenken aus den vergangenen Jahren wurde der Brandschutzleitfaden fortgeschrieben und liegt jetzt in der 3. Auflage vor.

RELEVANZ

Nach wie vor versteht sich der Brandschutzleitfaden als Ratgeber bei Brand schutzplanungen durch die staatliche Bauverwaltung oder entsprechende Fachplaner und als Verständnishilfe für die Nutzer und Bedarfsträger zur Akzeptanz von Brandschutzmaßnahmen.

Ziel des Leitfadens ist es nicht, die materiellen Anforderungen der Bauordnungen zu beschreiben, zu umgehen oder prinzipiell alternative Methoden anzuwenden.

Unter diesen Prämissen wurde der Brandschutzleitfaden für Gebäude des Bundes fachlich überarbeitet. Der hierzu reaktivierte Arbeitskreis Brandschutzleitfaden hat sich bei der Fortschreibung bemüht, durch Anpassung an eingeführte und bewährte Regelungen wie die Bauprüfverordnung oder das Brandschutzkonzept der vfdb zu einer weiteren Harmonisierung des Brandschutzes in Deutschland beizutragen .

In diesem Beitrag sollen die Zielvorgaben des Leitfadens im Rahmen der wesentlichen Änderungen bzw. Neuerungen betrachtet werden (Bild 1).

REGELMÄSSIGE PRÜFUNGEN

In der Vergangenheit wurden brandschutztechnische Prüfungen in der staatlichen Bauverwaltung eher stiefmütterlich behandelt. Daher wird diesen nun im Leitfaden ein besonderes Kapitel gewidmet, in dem die unterschiedlichen Prüfungen und Zuständigkeiten erläutert werden für

Bild 1 Zielvorgaben für den Brandschutzleitfaden des Bundes

- Prüfung der technischen Anlagen,
- Brandverhütungsschau,
- Brandschau,
- wiederkehrende bauaufsichtliche Prüfungen,
- jährliche Baubegehung.

Insbesondere bei der vom Nutzer bzw. Bedarfsträger zu veranlassenden Brandverhütungsschau ist eine wesentliche Verschärfung der bisherigen Regelungen in den RBBau erfolgt. Nach den RBBau wurden Brandverhütungsschauen nur dann notwendig, wenn ein besonders Brand- oder explosionsgefährdetes Gebäude zu bewirtschaften war. Diese Attribute wurden aber von den Nutzern für ihre Gebäude prinzipiell nicht angenommen, so dass eine Brandverhütungsschau in der Regel unterblieb. Es wird jetzt also eindeutig klargestellt, dass alle Gebäude brandschutztechnisch alle drei Jahre zu kontrollieren sind. Diese Verschärfung ist noch nicht allen Nutzern eingegangen, was nicht zuletzt darauf zurückzuführen ist, dass die alte Regelung noch in den Köpfen steckt und zudem hierfür Kosten entstehen.

FACHBAULEITUNG BRANDSCHUTZ

Bei größeren Baumaßnahmen erscheint es sinnvoll, nicht nur einen Brandschutzplaner für den Entwurf mit einzuschalten, sondern darüber hinaus auch eine Fachbauleitung Brandschutz zu beauftragen.

Als Mindestkontrolle sollte eine regelmäßige, punktuelle Überprüfung der Baustelle im Hinblick auf die prinzipiell richtige Umsetzung des Brandschutzkonzeptes stattfinden.

Für eine umfassende Kontrolle, die eine Überprüfung auf Vollständigkeit der richtigen Umsetzung des Brandschutzkonzeptes beinhaltet, bedarf es einer Fachbauleitung Brandschutz, die gesondert vereinbart werden muss. Hierbei handelt es sich um

- eine kontinuierliche, den Fachplanungsprozess und die Bauausführung begleitende Überwachung durch den Brandschutzplaner im Sinne einer Qualitätssicherung,
- vorgeschaltete vergleichende Planprüfungen der einzelnen Gewerke zur Vermeidung kostenintensiver Fehlplanungen,
- Überwachung der Ausführung im Hinblick auf eine vorschriftsmäßige bzw. zulassungskonforme Realisierung,
- Organisation einer umfassenden brandschutztechnischen Dokumentation, in der Fachplaner- und Fachfirmenerklärungen ebenso dokumentiert sind wie die Abnahmeberichte der technischen Sachverständigen und alle Prüfzeugnisse, Zulassungen, die Baugenehmigung, Konformitätsbestätigungen des Brandschutzplaners und sonstige Dokumente.

Insbesondere dem letzten Punkt wird seitens der Bauüberwachung zurzeit zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Tatsächlich ist festzustellen, dass eine Fachbaubauleitung bei Gebäuden des Bundes meines Wissens noch nie in vollem Umfang beauftragt worden ist.

BRANDSCHUTZINGENIEURMETHODEN

In der Vergangenheit wurden Ingenieurmethoden entwickelt, mit denen die Brandwirkungen berechnet werden können. Immer mehr rücken bei komplexen Baumaßnahmen diese Brandschutzingenieurmethoden in den Vordergrund und haben teilweise bereits Eingang in die Vorschriftenwerke der Länder gefunden.

Dies war auch der Grund, dieses Kapitel im Brandschutzleitfaden auszuweiten und mit einem einfachen Beispiel zu versehen. Hierfür wurde eine bestehende Halle ausgewählt, in die eine zweigeschossige Bühne für Parkdecks eingebaut werden soll.

Tatsächlich spielen augenblicklich Brandschutzingenieurmethoden bei Gebäuden des Bundes noch keine Rolle!

BRANDMELDEANLAGEN

Eine Brandmeldeanlage ist heute fast immer als integraler Bestandteil eines Brandschutzkonzeptes für Gebäude besonderer Art oder Nutzung anzusehen.

Brandmeldeanlagen werden, insbesondere in der modernen Stahl-/Glasarchitektur von Gebäuden, immer häufiger zur Zielerreichung der Brandschutzanforderungen eingesetzt, wenn z. B. die materiellen Anforderungen der Bauordnung nicht erfüllt werden können. Aber auch die Gefährdung von Personen durch Rauch, bereits in einem sehr frühen Stadium eines Brandes, ist verstärkt in das Bewusstsein gerückt.

Eine Brandmeldeanlage neuester Technologie verfügt heute über Informationen, mit welchen ein umfangreiches Aktionsprogramm im Brandfall gesteuert werden kann. Beispiele für den Einsatz einer Brandmeldeanlage sind:

- schnelle Alarmierung der gefährdeten/betroffenen Menschen,
- schnelle Alarmierung der Feuerwehr und/oder anderer Hilfe leistender Stellen,
- eindeutiges Lokalisieren des Gefahrenbereiches,
- automatisches Ansteuern von anlagetechnischen Brandschutzeinrichtungen und anderer anlagetechnischen Gebäudeeinrichtungen.

Die Rückmeldungen in diesem Bereich von unseren Gebäudetechnikern fallen durchweg positiv aus.

KOMPENSATIONSTABELLE

Der Arbeitskreis hat sich in einer neuen Anlage gewagt, Kompensationsmaßnahmen in Tabellenform zu beschreiben und gibt hiermit vielleicht einen neuen Impuls bei der Planung von Brandschutzmaßnahmen.

Entsprechen die baulichen Zustände vor Ort nicht den aktuellen materiellen Anforderungen, so sind Nachforderungen möglich, wenn sich vorhersehbare Gefahren oder unzumutbare Belästigungen für die Allgemeinheit ergeben.

Das Fehlen objektiver Beurteilungskriterien für die Auswahl von Kompensationsmaßnahmen stellte für den Arbeitskreis Brandschutzleitfaden eine Herausforderung dar, diese Lücke praxisorientiert zu füllen und damit etwas Ordnung in einen diffus geregelten Bereich zu bringen.

Die Erfahrung aus der Praxis der staatlichen Bauverwaltung zeigt, dass Abweichungen von materiellen Anforderungen sowohl bei neu zu erstellenden Gebäuden, mit zum Teil hervorgehobener Architektur, als auch bei Bestandsbauten des Bundes gegeben sind.

Viel zu oft werden bei nicht brandschutzversierten Architekten und Ingenieuren ungeeignete, absonderliche oder regelwidrige Alternativen zu den materiellen Anforderungen der Bauordnungen entwickelt.

Die Kompensationstabelle soll helfen, Fehleinschätzungen bei der Auswahl von notwendigen Ersatzmaßnahmen zu vermeiden (Bild 2). Sie bietet eine Auswahl von Alternativen zu materiellen Anforderungen, die durch entsprechende Beispiele im Brandschutzleitfaden erläutert werden (Tabelle 1).

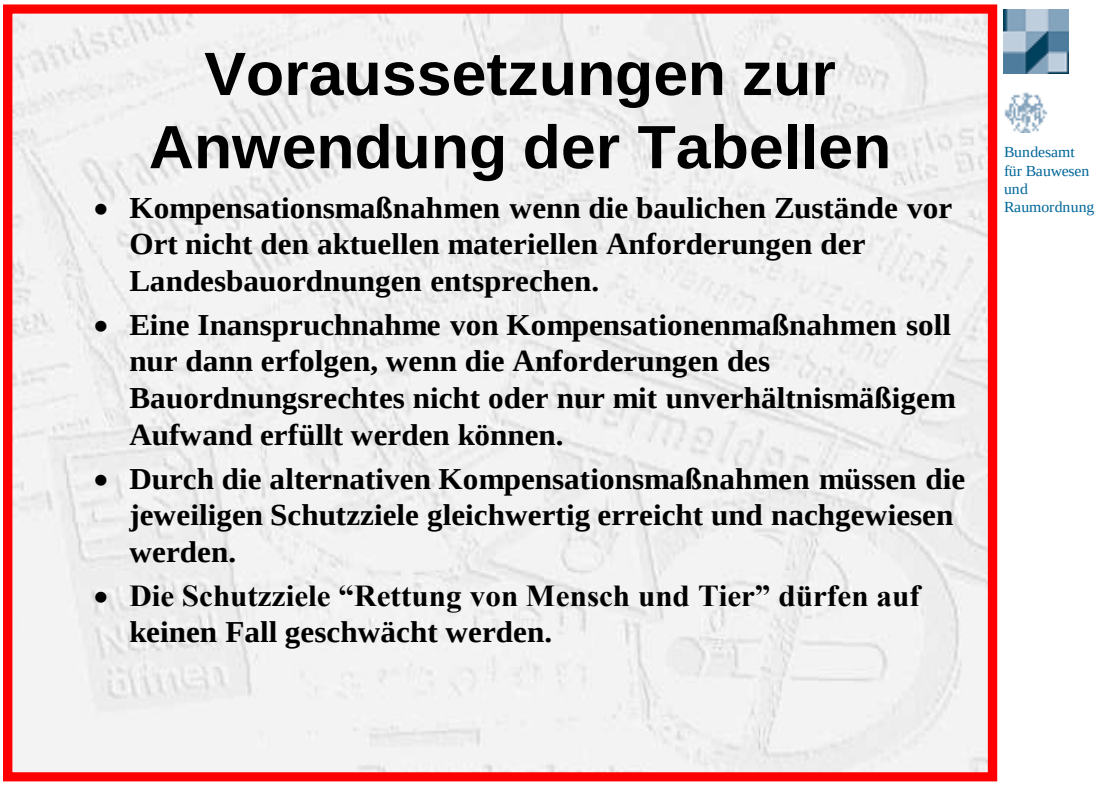


Bild 2 Anwendung der Kompensationstabelle

Das Aufzeigen von typischen Schwachpunkten bzw. Abweichungen im Hinblick auf die Schutzziele in der Tabelle soll sensibilisieren, Resultate ingenieurmäßig kritisch zu hinterfragen.

Die Kompensationstabelle ist nur eines von diversen Hilfsmitteln, welche dem Brandschutzingenieur zur Verfügung stehen, um die konzeptionelle Arbeit zu unterstützen. Sie kann und will nicht die erforderliche Einzelfallbewertung ersetzen!

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass der von einigen Stellen befürchtete Missbrauch dieser Tabelle nicht stattfindet, sondern diese vielmehr genauso genutzt wird, wie von den Autoren angedacht.

Tabelle 1 Kompensationsmaßnahmen (Auszug aus Tabelle 1 in Anlage 5 des Brandschutzleitfadens)

Bauteil	Schutzziel	materielle Anforderung		Abweichung	Kompensation
Decken	Vorbeugung gegen Ausbreitung von Feuer und Rauch	horizontaler Brandabschnitt	F 30 oder F 90	Atriumbauweise	Brandfrüherkennung, automatische Löschanlage, Entrauchung
Dächer	Eigenschutz	kein Feuerüberschlag	5m-Bereich von Anbauten in F 90/F 30	Feuerwiderstand nicht erfüllt	Brandfrüherkennung mit Alarmweiterleitung in gefährdeten Bereich, Dach im 5m-Bereich unterseitig verkleiden
Treppen	Schutz von Leben und Gesundheit	Eigenrettung, Fluchtwege sichern, Angriffs- und Rettungswege für die FW sichern	objektbezogen nach Höhe und Nutzung: B 2, A-Baustoffe, F 90-A	Anforderung an Brennbarkeit oder Feuerwiderstand nicht erfüllt	zusätzlicher zweiter baulicher Rettungsw., Feuerschutzanstrich, Verkleidungen, Brandfrüherkennung, Feuerlöscher auf jeder Etage, Abschottung der Nutzungseinheiten vom Treppenraum in T 30-RS, Schaffung von F 90 - „Pufferräumen“ bei größerer Nutzerzahl
Notwendige Flure	Schutz von Leben und Gesundheit	Selbstrettung, Angriffswege für die Fw	F 30	Feuerwiderstand nicht erfüllt oder kein Flur vorhanden	Brandfrüherkennung, automatische Löschanlage
				notwendige Flure,	Notbeleuchtung, Entrauchung
				nicht notwendige Haustechnik im Flur vorhanden.	Abschotten in F 30-AB bis F 90-AB, je nach Gebäude, Technikschächten/-kanälen, Decken in F 30-A, selbstständig in Fluren
Rettungswege	Schutz von Leben und Gesundheit	Selbstrettung bzw. Rettung durch FW	maximal zulässige Rettungsweglänge	Überschreitung der zulässigen RW-Länge	Sichere Bereiche schaffen (TR-Erweiterungen), Rauchabschnitte,Schleusen, Brandfrüherkennung, Entrauchung

BEDEUTUNG VON BRANDSCHUTZKONZEPTEN UND INGENIEURMETHODEN IN ENGLAND AM BEISPIEL EINES BÜROGEBÄUDES IN LONDON

Gary Daniels und Karl Wallasch
HOARE LEA Fire Engineering, Manchester / London (U.K.)

KURZFASSUNG

Ingenieurmethoden des Brandschutzes sind ein weit verbreitetes Mittel, um einzigartige architektonische Bauten zu verwirklichen. Die Anwendung von Ingenieurmethoden des Brandschutzes ermöglicht maximale Vorteile für den Bauherrn und den Architekten in Bezug auf architektonische Planungsfreiheit, Vermeidung übertriebener Einschränkungen der Gebäudenutzung sowie effizientes und kostengünstiges Bauen. In England und Wales werden diese Vorteile anerkannt und seitens des Gesetzgebers als mögliche Nachweisform gestattet. In diesem Artikel sollen am Beispiel des Bürogebäudes „No. 1 Bishops Square“ in London die Möglichkeiten der Anwendungen von Ingenieurmethoden des Brandschutzes erläutert werden. Vorteile für den Bauherrn und das Planungsteam werden aufgezeigt und das grundsätzliche Vorgehen, um der Behörde eine Überprüfung der angewendeten Ingenieurmethoden und der damit verbundenen Berechnungen zu ermöglichen, wird beschrieben.

ABSTRACT

Fire engineering techniques are widely used as a tool to allow unique architectural concepts. Such concepts provide the maximum benefits to both the client and the architect with regards to aesthetic freedom, avoiding undue restrictions on the building as well as an increased efficiency and cost saving in construction. In England and Wales, the benefits of using fire engineering techniques have been recognized by the Government and the Building Regulations allow the use of these advanced techniques during the design process. In this article, some of the more common fire engineering techniques and their use in the design of a real office building, No. 1 Bishops Square, in London, are discussed. Issues under discussion include the benefits for the client and the design team as well as the procedures used by the Building Authorities to check the design calculations.

EINLEITUNG

Ingenieurmethoden des Brandschutzes sind in England und Wales wichtiger Bestandteil der Planung vieler Sonderbauten. Im Vergleich zu anderen Ländern hat der englische oder walisische Brandschutzfachplaner eine größere Planungsfreiheit, da die gesetzlichen baulichen Vorschriften für England und Wales einen konstruktiven Umgang zulassen und daher eine “pro-aktive” Natur be-

sitzen. Daher erhalten die Brandschutzfachplaner die Möglichkeit, anerkannte Regeln der Technik und den Stand der Wissenschaft und Forschung innerhalb der Ingenieurmethoden auf konkrete Bauobjekte anzuwenden, noch bevor der Gesetzgeber jene Erkenntnisse im Gesetzestext verankert hat.

Allgemein gilt: Gebäude sind brandschutztechnisch so zu planen, dass sie mit den Schutzzielvorgaben der Building Regulations 2000 [1] übereinstimmen. Diese Schutzziele beschreiben jedoch nur qualitative Vorgaben, womit dem Fachplaner die Aufgabe übergeben wird, die daraus erforderlichen quantitativen Festlegungen zur Einhaltung der Schutzziele gemäß Building Regulations selber zu treffen.

Beispielhaft soll ein Auszug aus den Building Regulations 2000 [1], die Anforderung (für England und Wales) an die ausreichende Alarmierung und Fluchtmöglichkeit betreffend, die qualitative Schutzzielvorgabe verdeutlichen:

“The building should be designed and constructed so that there are appropriate provision for the early warning of fire, and appropriate means of escape in case of fire from the building to a place of safety outside the building capable of being safely and effectively used at all material times.”

Demnach soll ein Gebäude so geplant und gebaut werden, dass die Möglichkeit einer frühen Alarmierung besteht und im Brandfall die Flucht aus dem Gebäude zu einem sicheren Bereich jederzeit gewährleistet ist. Dies entspricht in etwa dem §14 “Brandschutz” der Musterbauordnung [2] in Deutschland:

„Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeut wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.“

Zur Unterstützung der Brandschutzfachplaner hat das Department for Communities and Local Government (DCLG) das Approved Document B (AD-B) [3] veröffentlicht, welches qualitative Schutzzielanforderungen festlegt, um den Vorgaben der Building Regulations zu entsprechen. Es werden jedoch nur bauliche Standardfälle behandelt und daher sollte [3] als Richtlinie und nicht als brandschutztechnische “Bibel” verwendet werden.

In [3] ist sogar erwähnt, dass das Approved Document B selber nur als Richtlinie verstanden werden soll:

“Fire Safety Engineering can provide an alternative approach to fire safety. It may be the only practical way to achieve a satisfactory standard of fire safety in some large and complex buildings and in buildings containing different uses, e.g. airport terminals. Fire Safety Engineering may also be suitable for solving a problem with an aspect of the building design which otherwise follows the provision of this document.” (siehe auch 0.30 *Fire safety engineering* in [3]).

Dies entspricht in etwa: *“Ingenieurmethoden des Brandschutzes können als alternative Herangehensweise verwendet werden. In einigen Fällen könnte es die einzige Nachweismethode sein, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, wie beispielsweise bei großen und komplexen Gebäuden und in Gebäuden mit einer Mischnutzung, z. B. Flughäfen. Ingenieurmethoden des Brandschutzes können auch geeignet sein, um Probleme hinsichtlich der Planung eines Gebäudes zu lösen, welches ansonsten den Anforderungen dieser gesetzlichen Richtlinie entspricht.”*

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass [3] nicht als alleinige bauliche Richtlinie für die Planung eines Gebäudes dient, sondern dass auch andere Vorschriften veröffentlicht wurden, die auf andere Aspekte der Gebäudeplanung zielen (z. B. [4], [5], [6]). Einige dieser Dokumente sind auch als europäische Norm (European Standards) verankert und in Großbritannien bekannt als BS EN Dokumente. Jedoch, genauso wie bei [3], ist eine Übereinstimmung mit den British Standards nicht zwingend erforderlich. In der Einleitung zu den British Standards wird darauf hingewiesen, dass der Fachplaner auch bei Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften der British Standards nicht von einer möglichen Strafverfolgung befreit ist.

Über diese nationalen baulichen Richtlinien hinaus wurde in London eine lokale Baurichtlinie erlassen: Section 20 der London Buildings Acts (Amendment) Act 1939 [7]. Dieses Regelwerk gibt bauliche Bestimmungen speziell für Hochhäuser (Gebäude mit einer Höhe über 30 m) vor. Es wurde von der London District Surveyors Association (LDSA) erlassen und in Anlehnung an [3] geschrieben.

Während in [7] dem Brandschutzfachplaner zusätzliche bauliche Anforderungen vorgegeben werden (z. B. dass zwei unterschiedliche Bauaufsichtsbehörden die Planung genehmigen müssen), wird in diesem Artikel weniger der Einfluss von [7] erläutert, sondern speziell auf die Anwendung der Ingenieurmethoden des Brandschutzes hingewiesen.

Im Hinblick auf das „Hinterherhinken“ von baulichen Richtlinien werden in diesem Artikel an Aspekten der brandschutztechnischen Planung des Bürogebäudes „No. 1 Bishops Square“ in London (England) zum einen Problematiken bei der Planung von modernen Bürogebäuden und zum anderen mögliche Anwendungen von Ingenieurmethoden des Brandschutzes in der Praxis erläutert.

GEBÄUDEBESCHREIBUNG

„No.1 Bishops Square“ ist die Hauptzentrale von Allen & Overy (einer weltweit agierenden Rechtsanwaltskanzlei). Das Gebäude wurde von der Spitalfields Development Gruppe gebaut, einer Tochtergesellschaft von Hammersons und The Corporation of London. Das Gebäude ist neben dem historischen Spital-

field Markt gelegen und wurde von Foster und Partners Architekten (London) geplant. Die Fertigstellung erfolgte im Jahre 2006 (Bild 1 und Bild 2).

Bild 1 No.1 Bishops Square (von Foster und Partners Architekten)

Bild 2 No.1 Bishops Square – Ein Glasdach verbindet Bürogebäude und Markt

Das gesamte Bauvorhaben besteht aus 70.000 m^2 Büro- und 4.000 m^2 Einzelhandelsfläche einschließlich Geschäften, Restaurants, Bars und Cafes. Die modernen Büroflächen beinhalten außerdem ein hochmodernes Auditorium (im Souterrain) und ein Fitnessstudio sowie ein Restaurant für Angestellte und Besucher von Allen & Overy.

Das Bürogebäude besteht aus einem Souterrain, einem Erdgeschoss und weiteren elf Obergeschossen. Angeschlossen sind ein Untergeschoss für Betriebsräume und Autoparkplätze. Auf Grund der Tiefe der einzelnen Geschosse wurden insgesamt drei Atrien angeordnet, um eine ausreichende Belichtung zu ermöglichen. Zwei Atrien (Atrium-Mitte und Atrium A) erstrecken sich vom unte-

ren Erdgeschoss bis zum 11. Obergeschoss, während das dritte Atrium (Atrium B) sich vom Erdgeschoss bis zum 8. Obergeschoss erstreckt.

Das Gebäude hat eine Gesamthöhe von 40 m (gemessen vom Erdgeschoss bis zur Deckenunterseite des 11. Obergeschosses). Jedes Geschoss verfügt über eine lichte Höhe von 3 m und eine maximale Fläche von 8.000 m^2 (wie z. B. das 2. Obergeschoss).

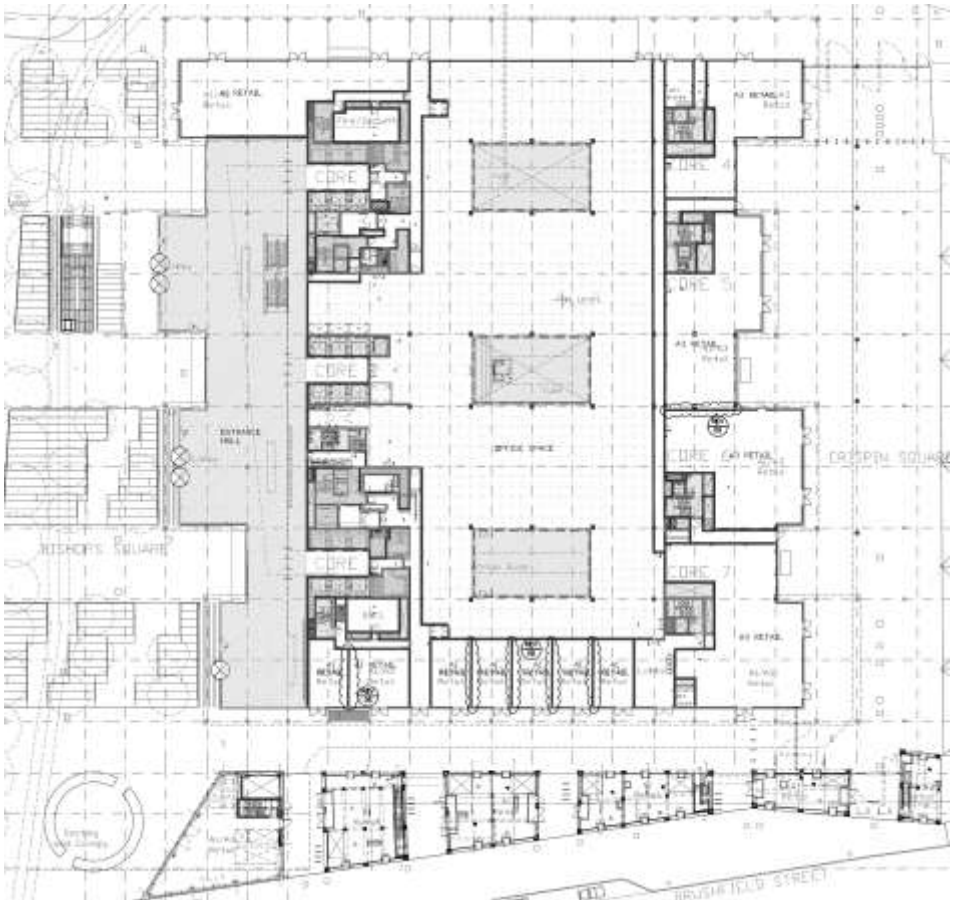


Bild 3 Erdgeschoss (von Foster and Partners)

Das Brandschutzkonzept für das Bürogebäude wurde gemäß [3] geplant, jedoch wurden Ingenieurmethoden des Brandschutzes dort angewendet, wo die nachfolgend geschilderten gebäudespezifischen Probleme zu lösen waren.

a) Feuerwiderstandsklasse

Die Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse betragen gemäß [3] und [7] für ein Gebäude dieser Höhe 120 Minuten. Die kostengünstigste Methode, um diese Feuerwiderstandsklasse zu gewährleisten, war eine Zementputzbekleidung der Stahlträger. Um dabei jedoch eine Feuerwiderstandsklasse von 120 Minuten zu erreichen, hätte die erforderliche Dicke der Zementputzschicht die lichte Öffnungshöhe für die Gebäudetechnik zu sehr verringert. Entweder hätte die Haustechnik direkt unter den Stahlträgern verlegt werden müssen (was

jedoch u. a. eine Zunahme der Gebäudehöhe bedeutet hätte) oder ein veränderter brandschutztechnischer Anstrich hätte verwendet werden müssen. Beide Optionen wären jedoch mit erheblichen Mehrkosten verbunden gewesen. Um beide Optionen zu vermeiden, wurden spezielle Ingenieurmethoden des Brandschutzes angewendet.

b) Rauch- und Heißgasausbreitung innerhalb des Gebäudes

Um eine ausreichende Belichtung aller Geschosse zu ermöglichen, wurden verschiedene Deckendruchbrüche vorgesehen. Dadurch ist jedoch die Ausbreitung von Rauch- und Heißgasen innerhalb des Gebäudes möglich, was wiederum eine ausreichende Personenrettung negativ beeinflussen könnte. Um Aussagen über die Ausbreitung von Rauch- und Heißgasen auf flüchtende Personen und eintreffende Rettungskräfte treffen zu können, wurde eine CFD-Analyse (Computational Fluid Dynamics) durchgeführt.

c) Rettungsweglängen

Das ungewöhnliche architektonische Konzept des Gebäudes brachte eine Überschreitung der maximalen Rettungsweglängen (gemäß [3]) mit sich. Die Vorgaben der maximalen Rettungsweglängen gemäß [3] sind jedoch per Definition festgelegt und reflektieren nicht das gesamte Brandschutzkonzept eines individuellen Gebäudes. Es bedarf der Anwendung von Ingenieurmethoden des Brandschutzes, um unter Beachtung aller brandschutztechnischen Maßnahmen diese Rettungsweglängen zu erweitern.

Im Folgenden werden die genannten brandschutztechnischen Aspekte im Detail erläutert. Die in der brandschutztechnischen Beurteilung des „No. 1 Bishops Square“ Gebäudes verwendeten Ingenieurmethoden des Brandschutzes sind mittlerweile alltäglicher Bestandteil typischer Brandschutzkonzepte für moderne Bürogebäude. Ähnliche Vorgehensweisen sind auch in der deutschsprachigen Literatur beschrieben, z.B. in [19].

LÖSUNGSANSÄTZE DURCH DIE ANWENDUNG VON INGENIEURMETHODEN

In diesem Abschnitt werden die brandschutztechnischen Lösungsansätze für das „No. 1 Bishops Square“ Bürohochhaus erläutert. Diese Lösungsansätze wurden von der bauaufsichtlichen Behörde (Tower Hamlets Building Control) kontrolliert und im Hinblick auf die Erfüllung der Forderungen aus der obersten Bauvorschrift (Building Regulations [1]) und Section 20 Richtlinie [7] bewertet. An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass der englische Gesetzgeber nicht zwingend vorsieht, dass ein Bauherr die lokale Baubehörde zur Abnahme hinzuziehen muss. Er hat auch die Wahl, einen behördlichen Vertreter oder eine externe Baubehörde mit der Abnahme zu beauftragen. Jedoch kann die Prüfung der Übereinstimmung mit [7] nur von einer in London ansässigen Bauaufsichtsbehörde durchgeführt werden.

Die Bauaufsichtsbehörde Tower Hamlets Building Control hatte bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Planungsphase festgelegt, dass zur Beurteilung des gesamten Brandschutzkonzeptes die Beteiligung von Dritten benötigt wird. Daher wurden Menzies Partnership (Bausachverständiger) beauftragt, zusammen mit Tower Hamlets die Prüfung und Abnahme durchzuführen. Im Hinblick auf die Wichtigkeit des Nachweises zur äquivalenten Branddauer (Time Equivalency/Temperature assessment) wurde ein weiteres Brandschutzingenieurbüro von Tower Hamlets beauftragt, die Berechnungsergebnisse zu überprüfen (Überprüfung durch eine dritte Partei). Zu jener Zeit war es in der Praxis allgemein üblich, dass die Bauaufsichtsbehörden andere Ingenieurbüros als dritte Prüfer hinzuzogen, speziell bei Brandschutzkonzepten für große und komplexe Gebäude. Dies bot Behörden eine zusätzliche Sicherheit in Zeiten, in denen die Ingenieurmethoden des Brandschutzes noch nicht alltäglich angewendet wurden.

Feuerwiderstandsklasse der Tragstruktur

Gemäß der Vorgabe aus [3] ergibt sich für Gebäude mit einer Höhe über 30 m eine geforderte Feuerwiderstandsklasse von nicht weniger als 120 Minuten. Weiterhin ist der Einbau einer automatischen Sprinkleranlage gefordert. Die Sprinkleranlage soll gemäß den Vorschriften aus [8] ausgeführt werden. Für das geplante Bauvorhaben waren damals die Vorgaben aus [9] gültig, dieser British Standard ist jedoch mittlerweile durch [8] abgelöst worden. Zwischen den Installationsvorgaben beider British Standards bestehen aber nur geringe Unterschiede.

Die Sicherstellung einer Feuerwiderstandsklasse von 120 Minuten hätte zu beachtlichen Mehrkosten und einer Neuplanung der haustechnischen Einrichtung innerhalb des Gebäudes geführt. Die geforderte Putzschichtdicke zum Erreichen der geforderten Feuerwiderstandsdauer hätte dazu geführt, dass die maximalen lichten Öffnungshöhen nicht mehr ausgereicht hätten, um alle gebäudetechnischen Vorrichtungen in der Stahlträgerebene unterzubringen. Dies hätte jedoch zum einen zu einer Zunahme der Gebäudehöhe (und den damit verbundenen Mehrkosten) geführt, zum anderen wäre die festgelegte maximale Gebäudehöhe gemäß der genehmigten Bauplanung überschritten worden. Hoare Lea Fire führte deshalb eine detaillierte Analyse der geforderten Mindestanforderung hinsichtlich der Feuerwiderstandsklasse durch.

Die Feuerwiderstandsklasse war zunächst über die Methode der äquivalenten Branddauer (Time Equivalency) gemäß der Vorgaben aus dem *Eurocode 1 Basis of design and actions on structures – Part 2.2 Actions on structures – Actions on structures exposed to fire* (ENV 1991-2-2:1995) [10] in Verbindung mit dem britischen Nationalen Anhang zu ENV 1991-2-2:1995 ermittelt worden.

Obwohl der *Eurocode 1 Actions on Structures, Part 1-2: General Actions – Actions on structures exposed to fire* (EN 1991-1-2: 2002) [11] bereits über ein Jahr veröffentlicht war, wurde in Abstimmung mit der Baubehörde und der

Feuerwehr entschieden, nicht die Angaben aus der überarbeiteten Fassung zur Berechnung der Brandlast (im speziellen die Faktorangaben zur Wahrscheinlichkeit einer Brandentstehung und die Funktion von anlagentechnischem Brandschutz) zu verwenden, sondern auf den zuvor veröffentlichten britischen Nationalen Anhang zurückzugreifen.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass dies kein allgemeines Vorgehen von britischen Brandschutzfachplanern zu der Planungszeit des Bürogebäudes „No. 1 Bishops Square“ war. Interessant dabei ist jedoch, dass der zu [12] gehörende britische Nationale Anhang PD 6688-1-2 [13] (welcher erst 2007 veröffentlich worden ist) folgende Aussage beinhaltet:

“The U.K. was unable to accept BS EN 1991-1-2: 2002 Annex E. In particular, there is a fundamental disagreement on the use of factors (given in BS EN 1991-1-2: 2002 Table E.2) that multiply the design fire load density depending upon other fire safety measures that may be incorporated in the building. In addition the U.K. could not accept the multiplication factors given in BS EN 1991-1-2: 2002 Table E.1.”

Dies heißt, dass der Anhang E zu [12] in Großbritannien nicht akzeptiert wird. Es besteht eine Meinungsverschiedenheit darüber, wie die Faktoren (aus Tabelle E.2 in [12]) festgelegt sind. Ebenso wird Tabelle E.1 aus dem Dokument nicht in Großbritannien übernommen.

Die unterschiedliche Verwendung der Angaben aus dem Anhang von [10] und [12] ist beispielhaft für das 2. Obergeschoss des Bürogebäudes „No.1 Bishops Square“ in Tabelle 1 verdeutlicht.

Das Beispiel in Tabelle 1 verdeutlicht den unterschiedlichen Einfluss der Infrastruktur zur Brandbekämpfung auf die Beurteilung der Feuerwiderstandsklassen.

Die Installation einer automatischen Sprinkleranlage, einer unabhängigen Wasserversorgung und einer automatischen Brandalarmierungsanlage, sowie manueller Brandbekämpfung (externe Feuerwehr, ausreichende Feuerwehrzufahrtswege, Feuerlöscher und Rauchabzugsanlage) sind nicht nur für das Bürogebäude „No. 1 Bishops Square“ vorgesehen, sondern allgemeiner Standard bei den meisten Gebäuden in London. Daher wurde die Entscheidung getroffen, dass die Beurteilung der Feuerwiderstandsklasse gemäß Tabelle E.2 aus [12] zu einer Unterschätzung der geforderten Feuerwiderstandsdauer führt. Die Sicherheitsfaktoren sind subjektiv zu wählen, dabei sind jedoch zu wenig Aussagen über die Art und Weise der Festlegung und den dazu gehörenden wissenschaftlichen Hintergrund veröffentlicht und diskutiert worden. Deshalb war eine detaillierte ingenieurmäßige Bewertung erforderlich.

Tabelle 1 Vergleich zwischen ENV 1991-2-2:1995 [10] und BS EN 1991-1-2:2002 [12] am Beispiel des 2. Obergeschosses des Bürogebäudes No.1 Bishops Square, London

Faktoren	ENV 1991-2-2:1995 [10]	BS EN 1991-1-2:2002 [12]
Geschosshöhe [m]	3,89	3,89
Glasfläche [m^2]	1.533,25	1.533,25
Brandabschnittsfläche [m^2]	7.585	7.585
Charakteristische Brandlast [MJ/m^2]	500	511
Verbrennungsfaktor [-]	N/A	0.8
Risikofaktor in Bezug zur Brandabschnittsfläche [-]	2,2 x 1,2 = 2,64	2,13 x 1 = 2,13
Risikofaktor in Bezug zu der Brandbekämpfung [-]	0,75	0,61 x 0,87 x 0,73 x 0,87 x 0,78 x 1 x 1 x 1 = 0,26 (s.Tabelle E.2)
Brandlast [MJ/m^2]	500 x 2,64 x 0,75 = 990	511 x 0,8 x 2,13 x 0,26 = 226
Umsetzungsfaktor [-]	0,07	0,07
Korrekturfaktor [-]	N/A	1
Lüftungsfaktor [-]	0,862	0,862
Äquivalente Branddauer [Minuten]	990 x 0,07 x 0,862 = 60	(226 x 0,07 x 0,862) x 1 = 13,6

Tabelle 2 Faktoren zur Abhängigkeit der Brandbekämpfung DIN V ENV 1991-1-2:2003 [14]

Tabelle E.2 — Faktoren δ_{ni}

δ_n - Abhängigkeit für die Brandbekämpfung										
Automatische Brandbekämpfung				**Automatische Branderkennung**			**Manuelle Brandbekämpfung**			
Automatisches Wasser Löschsystem	Unabhängige Wasserversorgung			Automatische Branderkennung und Alarm		Automatische Alarmübermittlung zur Feuerwehr	Werksfeuerwehr	Externe Feuerwehr	Sichere Zugangswege	Geräte zur Brandbekämpfung	Rauchabzug
	0	1	2	durch Wärme	durch Rauch						
δ_{n1}	δ_{n2}			δ_{n3}	δ_{n4}	δ_{n5}	δ_{n6}	δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}	δ_{n10}
0,61	1,0	0,87	0,7	0,87 oder 0,73		0,87	0,61 oder 0,78		0,9 oder 1 oder 1,5	1,0 oder 1,5	1,0 oder 1,5

Nachdem die Entscheidung getroffen worden war, als Berechnungsgrundlage die Festlegungen aus [10] hinzuzuziehen, wurde von Hoare Lea Fire Engineering eine Analyse gemäß den Angaben aus dem britischen Nationalen Anhang durchgeführt. Dabei wurden zunächst Berechnungen für folgende zwei Obergeschosse durchgeführt: das Geschoss mit der größten Fläche (2. Obergeschoss) und das Geschoss mit der geringsten Fläche (11. Obergeschoss). Diese Berechnungen sollten zunächst von der Baubehörde geprüft werden. Die Überprüfung wurde jeweils von Warrington Fire Research (Überprüfung eines Dritten), Menzies Partnership (Bausachverständiger) und Tower Hamlets unter Zusammenarbeit mit Hoare Lea Fire durchgeführt. Die Prüfung aller Parteien führte zu dem Vorschlag, dass eine Sensitivitätsstudie erfolgen sollte, die den Einfluss unterschiedlicher Parameter untersucht. Folgende Randbedingungen wurden dabei beachtet:

- Brandlast

Es wurde zunächst angenommen, dass eine 80 % Fraktile für die charakteristische Brandlast (gemäß [4]: 570 MJ/m^2) verwendet wird. Diese Verwendung der charakteristischen Brandlast ist ähnlich zu anderen Werten der ingenieurmäßigen Verfahren, z. B. zur Bewertung einer ausreichenden Entrauchung.

- Einfluss der Reduzierung der Belüftungsfläche

Während in den British Standards oder europäischen Standards (European Standards) zur Berechung der äquivalenten Branddauer empfohlen wird, alle Fensterflächen als Belüftungsfläche hinzuzurechnen, wurde auf Grund des Einbaues einer Sprinkleranlage für dieses Bürogebäude entschieden, dass ein Teil der Fenster nicht zur Belüftungsfläche hinzugerechnet wird. In den weiteren Berechnungen wurde die Annahme getroffen, dass maximal nur zwischen 80 und 95 % der Fensterflächen ausfallen und somit als Belüftungsflächen angenommen werden.

- Umrechnungsfaktor

Der Umrechnungsfaktor ist abhängig von den internen Materialeigenschaften im Gebäude. Das Gebäude besteht hauptsächlich aus Beton, es wurde jedoch entschieden einen höheren Umrechnungsfaktor zu verwenden, um den Einfluss von Holzmöbeln etc. zu berücksichtigen.

- Mögliche Einteilung in einzelne Büroeinheiten

Die Planung sah zwar Großraumbüros vor, jedoch sollte die Möglichkeit bestehen, in Zukunft die einzelnen Bürogeschosse zu unterteilen, wodurch eine größere Nutzungsfreiheit des Gebäudes möglich wird. In einer Studie wurde der Einfluss einer möglichen Teilung in zwei und vier Büroeinheiten exemplarisch für das größte Obergeschoss betrachtet.

Gemäß [10] oder auch [11] waren diese Untersuchungen der später möglichen Nutzung nicht gefordert, entsprechen jedoch gängiger Praxis in Großbritannien. Durch eine solche Sensitivitätsstudie ist es dem Brandschutzfachplaner mög-

lich, weitere Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen. Jeder Fall wird dabei individuell betrachtet.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen für das 2. Obergeschoss sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3 Ergebnisse der Sensitivitätsstudie im Hinblick auf die minimale erforderliche Feuerwiderstandsdauer

Geschoss-Aufteilung	Raum-fläche [m^2]	Fenster-fläche (100%) [m^2]	ENV 1991-2-2:1995 [10] [Minuten]	DD240 [4] [Minuten]	K_b erhöht von 0.07 auf 0.09	Äquivalente Branddauer [Minuten] bei variierter Öffnungsfläche			
						95%	90%	85%	80%
Großraum-büro	7.585	1.533,25	60	68	77	62	65	68	71
Teilung 1 (Gitterline G, Raum A)	3.989	804,6	60	68	77	62	65	68	72
Teilung 1 (Gitterline G, Raum B)	3.956	728,4	64	73	73	67	70	74	78
Teilung 2 (Gitterline J, Raum A)	5.666	1.016	71	81	92	75	78	82	86
Teilung 2 (Gitterline J, Raum B)	1.919	517	51	58	66	52	53	55	57
Vierteilung	1.700	304	66	75	85	69	72	76	80

Die Ergebnisse der Sensitivitätsstudie zeigen, dass unter Beachtung von [10] die Mindestanforderung der Feuerwiderstandsklasse für den Fall „Großraum-büro“ 60 Minuten beträgt. Im Falle einer Teilung des Geschosses und auch unter Veränderung der zur Verfügung stehenden Öffnungsflächen wird eine Mindestfeuerwiderstandsklasse von mehr als 60 Minuten gefordert (siehe Tabelle 3).

Auf Grund dieser Ergebnisse, wurde eine erforderliche Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten für das Bürogebäude festgelegt (im Vergleich zu der geforderten Feuerwiderstandsdauer von 120 Minuten gemäß [3]). Somit war eine geringere Schichtdicke des brandschutztechnischen Anstrichs erforderlich und die gesamte Haustechnik konnte in der Ebene der Stahlträger verlegt werden, ohne die Gebäudehöhe zu verändern oder die lichte Raumhöhe pro Geschoss zu verringern. Durch die Anwendung von Ingenieurmethoden im Brandschutz konnten Mehrkosten in Höhe von ca. 1 Million Pfund (Pfund Sterling) verhindert werden.

Analyse zur Erweiterung von Rettungsweglängen

Wie bereits erwähnt, traten maximale Rettungsweglängen bis zu 27 m in eine mögliche Fluchtrichtung im 11. Obergeschoss auf. Diese Länge wird gemessen vom entferntesten Punkt entlang eines möglichen Fluchtweges (unter Beachtung möglicher Innenraumausstattung wie Anorderung von Tischen etc.) bis zum nächstgelegenen Ausgang oder bis zu dem Punkt im Gebäude, ab dem die Flucht in mehr als eine Richtung möglich ist.

Gemäß [3] sollen maximale Rettungsweglängen in eine Richtung (Stichflur) in einem Bürogebäude auf 18 m limitiert sein. Die Rettungsweglängen im „No. 1 Bishops Square“ Bürogebäude überschreiten die maximalen Rettungsweglängen aus [3] um maximal 9 m. Die geforderten Rettungsweglängen aus [3] basieren jedoch nicht auf anerkannten wissenschaftlichen Untersuchungen, sondern fungieren als Orientierungswert für die Mindestforderungen aus [3]. In bestimmten Fällen kann von den Vorgaben der maximalen Rettungsweglängen aus [3] abgewichen werden. Wichtiger Bestandteil der brandschutztechnischen Beurteilung ist der Vergleich zwischen den Anforderungen aus empirisch entstandenen Richtlinien wie z. B. [3] (auch bekannt als „code compliant design“) und dem Konzept unter Anwendung progressiver Ingenieurmethoden (dem „fire engineered design“), um den positiven (oder negativen) Einfluss möglicher Vorkehrungen auf die Rettungsweglängen zu untersuchen. In Tabelle 4 werden die unterschiedlichen Bestandteile des „code compliant“ und des „fire engineered“ Konzeptes verglichen.

Tabelle 4 Vergleich des „code compliant“ und „fire engineered“ Konzeptes

Brandschutztechnische Vorkehrungen	Code compliant	Fire engineered
Art der Branddetektion	manuelle Alarmierung (angeordnet neben Ausgängen und verbunden mit konventionellen Alarmierung)	automatische Brandmeldeanlage (im gesamten Gebäudekomplex)
Art der Alarmierung	konventionelle Alarmierung	Alarmierung mit Sprachdurchsage
Installation einer automatischen Sprinklerlöschanlage	nein (nicht gefordert)	ja (Ausführung gemäß [9])
Brandausbreitung	unkontrolliert	kontrolliert
Art der Lüftung	nein (nicht gefordert)	mechanische Belüftungsanlage (6facher Luftwechsel pro Stunde)

Aus Tabelle 4 kann entnommen werden, dass mehr Vorkehrungen an brandschutztechnischer Ausrüstung und Installationen bei dem „fire engineered“ Konzept vorhanden sind als nach den Forderungen in [3] und damit beim „code compliant“ Konzept. Daher kann angenommen werden, dass die in [3] angegebenen maximalen Rettungsweglängen überschritten werden können. Nun steht der Planer vor folgender Frage: Wie weit können die Rettungsweglängen überschritten werden?

In dem folgenden Schritt der Untersuchungen soll analysiert werden, ob die von Personen zur Flucht in einen als sicher geltenden Bereich benötigte Zeit (RSET – Required Safe Egress Time oder auch Räumungszeit) kleiner ist als die verfügbare Zeit, bis zu der die Grenzwerte einer sicheren Zugänglichkeit für Personen nicht mehr eingehalten sind (ASET – Available Safe Egress Time oder auch verfügbare Räumungszeit):

$$t_{RSET} \leq t_{ASET} \quad (1)$$

in [19] angegeben als

$$t_{RäumungT} \leq t_{vefügbar} \quad (2)$$

Required Safe Egress Time (t_{RSET}) = Räumungszeit

Die Räumungszeit (t_{RSET}) setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen (siehe auch Bild 4):

$$t_{RSET} = t_{detect} + t_{react} + t_{travel} \quad (3)$$

mit

t_{detect} = Zeitpunkt bis zur Detektion des Brands

t_{react} = Reaktionszeit

t_{travel} = Fluchtdauer

Zeitpunkt bis zur Detektion des Brandes

Die Zeit t_{detect} hängt beim „code compliant Konzept“ davon ab, wann Personen den Brand erkennen und dann über die manuelle Alarmierung einen Alarm auslösen, während beim „fire engineered Konzept“ (unter Vorraussetzung einer flächendeckenden automatischen Brandmeldeanlage) ist die Zeit bis zum Auslösen der Brandmeldeanlage beschränkt. Demnach hängt die Zeit von der Raumgeometrie und der Anordnung der Brandmelder ab und nicht wie bei dem „code compliant Konzept“ von menschlichen Einflussfaktoren (z.B. könnten flüchtende Personen vergessen, die manuelle Alarmierung zu aktivieren).

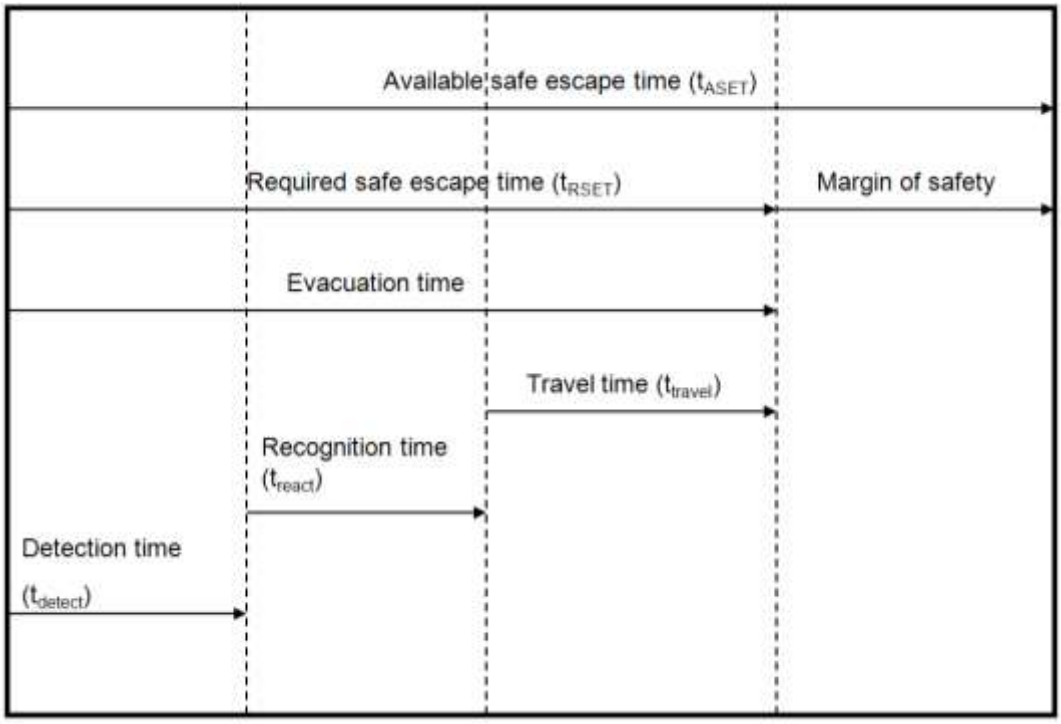


Bild 4 Zusammensetzung der Räumungszeit

Ein CFD-Analyse (Computational fluid dynamic) wurde deshalb notwendigerweise durchgeführt, um die Zeitspanne bis zum Aktivieren einer automatischen Brandmeldeanlage zu ermitteln. Auf Grund der ungünstigsten Lage eines Rauchmelders (der Rauchmelder ist möglichst weit entfernt von der Brandquelle angeordnet) wurde eine maximale Zeitspanne von einer Minute (60 Sekunden) bis zur Aktivierung eines Brandmelders ermittelt.

Natürlich kann nicht mit der gleichen Berechnungsmethode vorgegangen werden, um die Zeitspanne einer manuellen Alarmierung bei dem „code compliant Konzept“ zu bestimmen. Da es wenige anerkannte wissenschaftliche Kenntnisse zu dieser Problematik gab, wurde deshalb in Abstimmung mit der Baubehörde einer Zeitspanne von 3 Minuten festgelegt (siehe auch Angaben in [4]). Diese Zeitspanne schließt ein, dass Personen zunächst auf den Brand aufmerksam werden, entsprechend auf diese Situation reagieren und mit der Flucht beginnen und schließlich die manuelle Alarmierung auslösen (die daraufhin andere Personen auf den Brand aufmerksam werden läßt). t_{detect} kann deshalb in dem „code compliant Konzept“ mit 3 Minuten angenommen werden.

An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass zum damaligen Zeitpunkt [4] eine gültige Richtlinie war, die jedoch mittlerweile von [5] abgelöst worden ist. Falls in [5] andere Werte / Faktoren verwendet werden, wird in diesem Artikel darauf hingewiesen.

Reaktionszeit

Die Hauptkomponente der Reaktionszeit (t_{react}) ist die Zeit bis zum Wahrnehmen eines Alarms und der Reaktion der Personen auf den Brandalarm.

Eine Alarmierung mit Sprachdurchsage hat den Vorteil, klare Informationen über die Alarmierungsursache (z. B. Brandentstehung) und die notwendigen Verhaltensanweisungen geben zu können. Eine zeitliche Verzögerung der Branderkennung und der daraus resultierenden Reaktion wird auf ein Minimum reduziert.

D. Purser hat im Hinblick auf Reaktionszeiten (pre-movement) in Bürogebäuden weitere Untersuchungen durchgeführt [15]. Er ermittelte in Gebäuden, die mit einer Alarmierung mit Sprachdurchsage ausgestattet sind, eine Reaktionszeit von 0 bis 30 Sekunden und in Gebäuden mit einer Standardalarmierung eine Zeit von bis zu 2 Minuten. Dies bestätigt die Annahmen von Hoare Lea bei der brandschutztechnischen Bewertung des No.1 Bishops Square Bürogebäudes, welche (basierend auf Pursers Ergebnissen) mittlerweile in [5] aufgenommen worden sind.

Während für das „code compliant Konzept“ eine Reaktionszeitdauer von 2 Minuten angenommen wurde, wird eine Reaktionszeitdauer bei Alarmierung mit Sprachdurchsage von nur 30 Sekunden für das „fire engineered Konzept“ angenommen (siehe Tabelle 5).

Fluchtdauer

Typische Fluchtgeschwindigkeiten für Personen in einem Bürogebäude betragen ca. 1 m/s (aus [4]). Unter dieser Annahme würde die Fluchtdauer bei einer Fluchtweglänge von bis zu 27 m insgesamt 27 Sekunden dauern (fire engineered Konzept), während bei einer Fluchtweglänge von 18 m (code compliant Konzept) 18 Sekunden angenommen werden müssten. Die längere Fluchtdauer bei dem „fire engineered Konzept“ beträgt 11 Sekunden.

In Tabelle 5 ist die Fluchtdauer für das „code compliant“ und das „fire engineered Konzept“ zusammengefasst und gegenübergestellt.

Tabelle 5 Vergleich der Fluchtzeiten – code compliant und fire engineered Konzept

	Code Compliant Konzept (in Sekunden)	Fire Engineered Konzept (in Sekunden)
t_{detect}	180	60
t_{react}	120	30
t_{travel}	18	27
t_{RSET}	180 + 120 + 18 = 318	60 + 30 + 27 = 117

Die Hauptkomponente der Räumungszeit t_{RSET} ist nicht die eigentlichen Fluchtdauer, sondern die Alarmierungs- und Reaktionszeit. Tabelle 5 stellt bei unterschiedlicher Anordnung des Alarmierungssystems eine gesamte Fluchtzeit bei dem „fire engineered Konzept“ von ca. 2 Minuten dar, im Vergleich zu 5,25 Minuten bei dem „code compliant Konzept“.

Available Safe Egress Time (t_{ASET}) = Verfügbare Räumungszeit

Um die zur Verfügung stehende Räumungszeit für Personen in dem Bürogebäude zu ermitteln, wurde eine CFD Analyse durchgeführt. Dazu wurde das CFD-Programm FLUENT verwendet. Folgende Annahmen wurden getroffen:

- t^2 – Brandausbreitungsmodell
- Mittlere Brandausbreitungsgeschwindigkeit
- Betrachtung zweier Brandszenarien: Sprinkler aktiv und Versagen der Sprinkleraktivierung

Um eine sichere Begehbarkeit / Flucht von Personen nachzuweisen, wurden unterschiedliche Grenzwerte festgelegt. Dabei wurden folgende Fälle angenommen: Sprinkler sind aktiv (ausgelöst) und Sprinkler sind nicht aktiv.

Rauchgastemperatur

Nach [16] ist eine Rauchgastemperatur von 120 ºC bereits ausreichend, um bei einer kurzen Aufenthaltsdauer von 5 Minuten zu Schädigungen der Lunge zu führen (bei 190 ºC sogar bereits in weniger als einer Minute).

Diese Maximalwerte der Rauchgastemperaturen gelten für ‘trockenen’ Brandrauch. Falls es sich um mit Feuchtigkeit angereicherten Brandrauch handelt, wie er z. B. beim Feuerwehreinsatz oder bei aktiver Sprinkleranlage auftreten kann, können Lungenschädigungen bereits bei einer maximalen Rauchgastemperatur von 60 °C in weniger als 5 Minuten auftreten. Es wurde festgelegt, dass für das No. 1 Bishops Square Bürogebäude ein Richtwert von 60 °C verwendet wird, da von einer ausreichenden Feuchtigkeit durch eine aktive Sprinkleanlage auszugehen ist.

Die o. g. maximale Rauchgastemperatur wird zur Beurteilung der sicheren Begehung bzw. Flucht herangezogen. Es wird jedoch angenommen, dass diese Temperatur nur als kritischer Wert gilt, falls Personen zu jenem Zeitpunkt in Kontakt mit der maximalen Rauchgastemperatur kommen. Die kritische Rauchgastemperatur wird daher in einer Höhe von 2 m über dem Fußboden gemessen (also in Kopfhöhe von flüchtenden Personen).

Die Auswertung der CFD Simulationen ergab, dass die maximale Rauchgastemperatur in der unteren Luftschicht im Mittel weniger als 60 °C beträgt. Lokal werden Werte bis 80°C erreicht, jedoch erst zu einem Zeitpunkt, an dem Personen bereits mit der Flucht begonnen haben und daher nicht durch diese

lokale Grenzwertüberschreitung gefährdet sind. Flüchtende Personen werden durch die maximalen Rauchgastemperaturen nicht gefährdet, selbst bei Sichtweiten unter den angegeben Grenzwerten und selbst unter Annahme eines Versagens der Sprinkleranlage.

Toxizität der Rauchgase

Rauch eines typischen Wohnungszimmerbrandes enthält in der Regel toxische oder andere gefährliche Gaskomponenten (z. B. CO, CO_2), welche flüchtende Personen auf verschiedene Weise behindern und schädigen können. Diese Gase können entweder narkotische Wirkung haben (z.B. zu Desorientierung, Umherirren oder ungewöhnlichem Verhalten führen) oder als Reizstoffe wirken. Reizstoffe führen zu Schmerzen in empfindlichen Körperorganen wie Augen und Lunge; dies kann zu physischen Schädigungen führen, wodurch eine Flucht nicht mehr fortgesetzt werden kann, und evtl. zum Tode.

In Bezug auf das betrachtete Objekt „No. 1 Bishops Square“ wird in diesem Artikel beispielhaft die Konzentration von narkotisch wirkendem Kohlenmonoxid (CO) erläutert, da dieses Gas mit zu den häufigsten Personenschäden bei einem Brand führt; die Grenzwerte wurden aus [16] entnommen.

Diese Grenzwerte sind für eine Aufenthaltsdauer von 5 Minuten vorgeben, sobald jedoch irgendwo der maximale Grenzwert erreicht wird (unabhängig vom Ort), wird angenommen, dass eine weitere Flucht ausgeschlossen ist. Diese konservative Annahme wird getroffen, um weitere Faktoren wie Alter der Personen, individuelle Sensibilität auf toxische Gase (beispielsweise Präsenz toxischer Gase im Blut auf Grund starken Zigarettenrauchens) etc. zu beachten.

Der maximale Grenzwert der Kohlenmonoxid-Konzentration ist in der Literatur nicht eindeutig angegeben. In Tabelle 10.5 aus [16] wird ein Grenzwert der Kohlenmonoxid-Konzentration mit 6.000 ppm (parts per million) für eine Einwirkungsdauer von 5 Minuten angegeben. Ebenfalls wird in Tabelle 10.4 aus [16] ein Grenzwert von 2.000 ppm für eine Einwirkungsdauer von wenigen Sekunden angegeben (siehe auch [17]). In [16] und [17] sind zu diesen unterschiedlichen Angaben keine weiteren Informationen enthalten.

In Kapitel 2-6 des ‘SFPE Handbook of Fire Engineering - Toxic Assessment of Combustion Products’ [18] von David Purser wird ein Grenzwert des Kohlenmonoxid-Konzentration bis zur Unfähigkeitsmachung von Personen zwischen 6.000 und 8.000 ppm festgelegt.

Auf Grund dieser Angaben wird der maximale Grenzwert der Kohlenmonoxid-Konzentration, welcher Personen an einer Flucht hindern würde, bei der Betrachtung des Bürogebäudes auf 6.000 ppm (in jeder Höhe) festgelegt.

Sichtweite

In [4] wird angegeben, dass Personen nicht durch eine Rauchschicht flüchten sollen, falls die Sichtweite weniger als 10 m beträgt. Der Grenzwert von 10 m gilt dabei als ungünstigster Fall, auch wenn Experimente gezeigt haben, dass Personen noch durch Brandrauch mit einer bis auf 4 m reduzierten Sichtweite flüchten können (siehe dazu [5]). Daher enthält der angegeben Grenzwert bereits einen erheblichen Sicherheitsfaktor.

Wegen der geringen Rauchgastemperaturen, welche unter den in [16], [4] und [5] angegeben Grenzwerten von 60 ºC liegen, sowie der geringen Konzentration von Kohlenmonoxid wird deutlich, dass die Einhaltung der Sichtweite das ausschlaggebende Kriterium ist, um die Bedingungen einer sicheren Flucht zu beurteilen (siehe auch Bilder 5 bis 8).

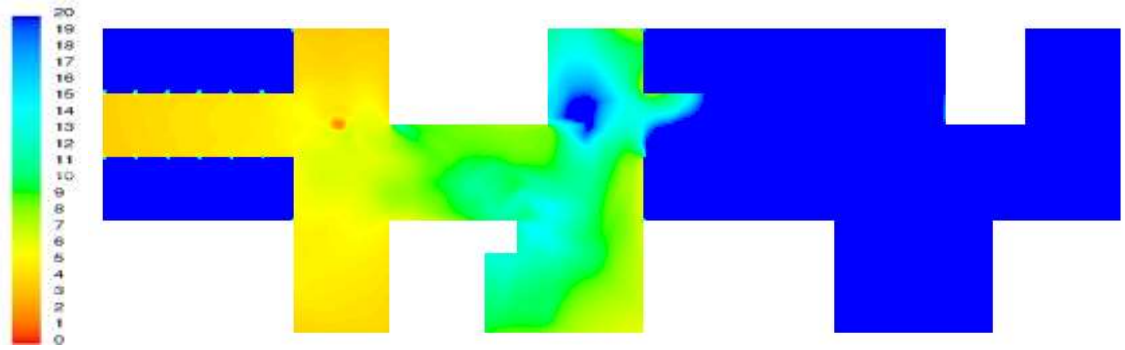


Bild 5 Sichtweite (m) nach 240 Sekunden (Ohne aktive Sprinkleranlage)

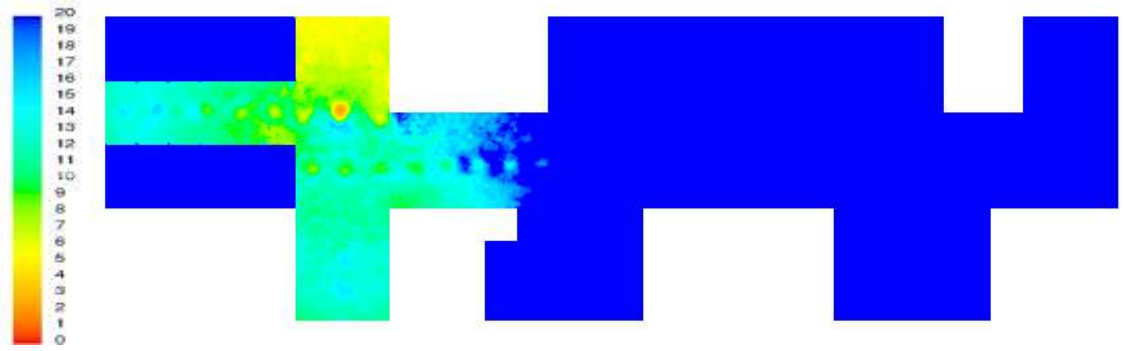


Bild 6 Sichtweite (m) nach 240 Sekunden (Aktive Sprinkleranlage)

Die Ergebnisse der CFD Analyse lassen darauf schließen, dass für den Fall einer aktiven Sprinkleranlage die Sichtweite innerhalb der ersten 180 Sekunden (dort gemessen wo Personen in nur eine Richtung flüchten können) und für den Fall des Versagens der Sprinkleranlage innerhalb der ersten 120 Sekunden mehr als 10 m beträgt. Daher kann angenommen werden, dass das „fire engineered Konzept“ akzeptabel ist, denn es gilt t_{RSET} (Räumungszeit) = 2 Minuten < 4 Minuten = t_{ASET} (verfügbare Räumungszeit).

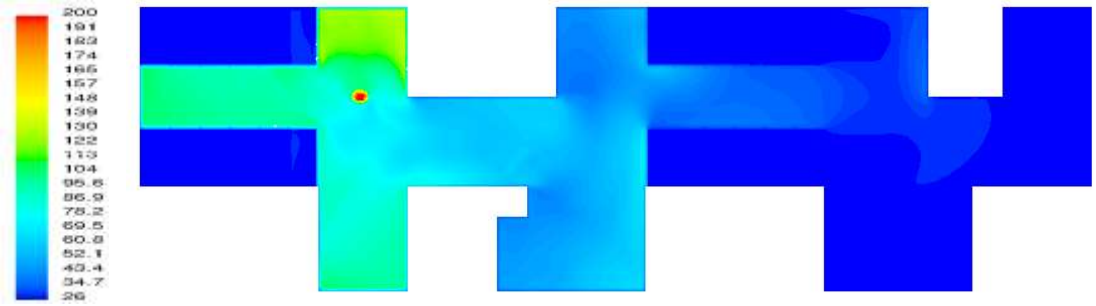


Bild 7 Temperatur (ºC) nach 240 Sekunden (Ohne aktive Sprinkleranlage)

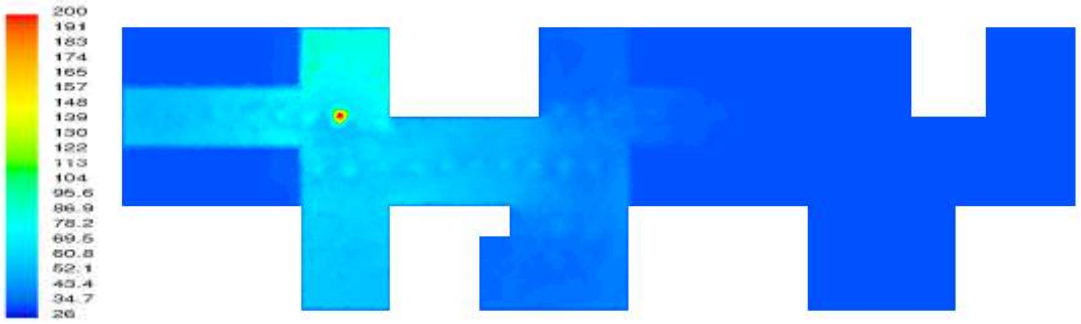


Bild 8 Temperatur (ºC) nach 240 Sekunden (Aktive Sprinkleranlage)

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass unter den o. g. Annahmen die Räumungszeit (t_{RSET}) innerhalb des „code compliant“ Konzeptes nicht geringer als die verfügbare Räumungszeit (t_{ASET}) ist. Die Annahmen zur Räumungszeit (t_{RSET}) basieren auf den Annahmen der Reaktionszeit (pre-movement) wobei darauf hingewiesen wird, dass Personen evtl. schneller auf eine Alarmierung reagieren und die Reaktionszeit in diesem Beispiel konservativ angenommen wurde. Während vergangene Brandereignisse auf längere Reaktionszeiten (> 3 Minuten) schließen lassen (wie z. B. Brand im Bradford City Football Club, 1985), kann bei einem Bürogebäude angenommen werden, dass Personen zum einen wach bzw. munter und vertraut mit dem Gebäude sind und zum anderen ein Brandschutzmanagment vorhanden ist und deshalb von geringeren Reaktionszeiten auszugehen ist.

Ein wichtiges Ergebnis der Untersuchung ist jedoch, dass die Räumungszeit (t_{RSET}) unter der verfügbaren Räumungszeit (t_{ASET}) liegt ($t_{RSET} < t_{ASET}$) und daher durch die Anwendung der Ingenieurmethoden des Brandschutzes das „fire engineered Konzept“ bestätigt worden ist.

Zusammenfassung der Evakuierungsanalyse

Auf Grund der o. g. Ergebnisse der ingenieurmäßigen Verfahren wurden von der Baubehörde die zusätzlichen technischen Brandschutzvorkehrungen als Kompensation zu den verlängerten Fluchtweglängen angerechnet.

Der Hauptbestandteil der Analyse war der Vergleich des „code compliant“ und des „fire engineered“ Konzeptes. Durch lückenhafte wissenschaftliche Erkenntnisse in einigen Teilgebieten, mussten ingenieurmäßige Annahmen getroffen werden. Diese sollen jedoch nicht die Anwendung von Ingenieurmethoden des Brandschutzes stoppen, wenn der Vergleich beider Konzepte auf einer besseren brandschutztechnischen Ausstattung des Gebäudes beruht und daher zu einem solideren Brandschutzkonzept führt.

ZUSAMMENFASSUNG

Am Beispiel eines Bürogebäudes wurde die Verwendung von Ingenieurmethoden des Brandschutzes in England und Wales dargestellt. Zum einen wurden verschiedene Techniken an dem Bürogebäude No. 1 Bishops Square erläutert, zum anderen das typische Vorgehen der britischen Baubehörde bei der Prüfung eines Brandschutzkonzeptes genannt. Unter Anwendung dieser Methoden, welche dem Stand der Wissenschaft und Technik entsprechen, ist effizienteres Bauen möglich. Der britische Gesetzgeber hat Jahre gebraucht, um diesen Stand aufzugreifen und in rechtlichen Vorschriften zu verankern. Im Hinblick auf den Personen- und Sachschutz wurden unter Anwendung der Ingenieurmethoden des Brandschutzes Anforderungen innerhalb des Brandschutzkonzeptes festgelegt, die sogar über den Standard der Norm (rechtlichen Vorschriften) hinausgehen.

Den Brandschutzingenieuren, Bauaufsichtsbehörden und Feuerwehren, welche in den deutschsprachigen Ländern tätig sind, sollen diese Erfahrungen als positives Beispiel dienen, wie in europäischen Nachbarländern der aktuelle Stand der Wissenschaft in die Brandschutzpraxis übertragen werden kann, unabhängig von Gebäudegröße und –gestaltung. Unter Beachtung von bestimmten Randbedingungen können Ingenieurmethoden verwendet werden, noch bevor diese von dem Gesetzgeber in baurechtlichen Vorschriften aufgenommen werden. Ingenieure und Baubehörden müssen “pro-aktiv” handeln, damit ökonomisches Bauen und überragende Architektur möglich werden, ohne dass wichtige Aspekte der Personensicherheit und des Sachschutzes vernachlässigt werden.

Angemessene Vorgehensweisen für die Anwendung von Ingenieurmethoden können für die Praxis dabei wie folgt lauten:

- Prüfende Durchsicht der Arbeit von anderen Experten auf diesem Gebiet.
- Untersuchung von Sensibilitätsstudien der Grundlagedaten um den ‘worst-case’ Fall zu modellieren.
- Überprüfung und Betrachtung von ähnlichen Bauprojekten mit anderen Standorten (z. B. aus unterschiedlichen Bundesländern).
- Überprüfung der Gültigkeit von Berechnungsmethoden (z. B. Tabelle E.2 aus [12]) unter Beachtung länderspezifische Bestimmungen.

In der deutschsprachigen Literatur (z. B. [19]) sind bereits die Prinzipien und auch Anwendungsbeispiele der Ingenieurmethoden des Brandschutzes dargestellt. Typische Annahmen und mögliche Vorgehensweisen - wie bereits in anderen Staaten angewendet - sind für die Praxis somit zugänglich und können als Grundlage zur Diskussion zwischen allen Beteiligten (Brandschutzfachplaner, Baubehörde und Feuerwehr, etc.) dienen.

LITERATUR

[1] The Building Regulations 2000

[2] Musterbauordnung (MBO), Fassung November 2002

[3] Approved Document B, Volume 2 – Buildings other than Dwelling Houses, Edition 2006 - Fire Safety, 2007. Department for Communities and Local Government

[4] DD240, Draft for Development, Fire Safety Engineering in Buildings Part 1:1997 ‘Guide to the application of fire safety engineering principles’, London (UK): British Standard Institute (BSI), 1997

[5] PD 7974:2002, Published Document - Application of fire safety engineering principles to the design of buildings, London (UK): British Standard Institute (BSI), 2002

[6] BS ISO/TR 13387-1:1999, Fire Safety Engineering, London (UK): British Standard Institute (BSI), 2000

[7] LDSA Guide No.1, Fire Safety in Section 20 Buildings, LDSA publications, LDSA – London District Surveyors Association, London, 1997

[8] BS EN 12845:2004, Fixed fire fighting systems- Automatic sprinkler systems – Design, installation and maintenance, London (UK): British Standard Institute (BSI), 2004

[9] BS 5306, Fire extinguishing installations and equipment on premises – Part 2: Specification for sprinkler systems, London (UK): British Standard Institute (BSI), 1990

[10] ENV 1991-2-2:1995, Eurocode 1 Basis of design and actions on structures – Part 2.2 Actions on structures – Actions on structures exposed to fire, British Standard Institute (BSI), 1995

[11] EN 1991-1-2:2002, Eurocode 1 Actions on structures, Part 1-2: General Actions – Actions on structures exposed to fire, British Standard Institute (BSI), 2002

[12] BS EN 1991-1-2:2002, Eurocode 1: Actions on structures, Part 1-2: General Actions – Actions on structures exposed to fire, Britische Fassung EN 1991-1-2:2002, British Standard Institute (BSI), November 2002

[13] PD 6688-1-2:2007, Published Document, National Annex to BS EN 1991-1-2, British Standard Institute (BSI), April 2007

[14] DIN V ENV 1991-1-2:2003, Eurocode 1: Einwirkung auf Tragewerke, Teil 1-2: Allgmeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke, Deutsche Fassung EN 1991-1-2:2002, Deutsches Institute für Normung e.V., Berlin, September 2003

[15] Quantification of Behaviour for Engineering Design Standards and Escape Time Calculations. D. Purser, Fire Research Station, UK presented at 1st International Symposium of Human Behaviour and Fire, September 1998

[16] CIBSE Guide E, Fire engineering, Chartered Institution of Building Services Engineers, London, 1997

[17] NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems, 2000 Edition, NFPA – National Fire Protection Association

[18] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition, Chapter 2-6, Toxicity Assessment of Combustion Products, David Purser, 2002, ISBN 0877654514

[19] Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes. Technischer Bericht vfdb TB 04/01, 1. Auflage Mai 2006. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V (vfdb), Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB), Referat 4, Hosser, D. (Hrsg.) (2. Auflage in Vorbereitung)

BRANDSCHUTZKONZEPT FÜR DEN NEUEN HAUPTSTADT-AIRPORT BERLIN-BRANDENBURG-INTERNATIONAL (BBI)

Andreas Dahlitz
hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH, Berlin

EINLEITUNG

Bis zum Jahr 2011 wird das Gelände des Flughafens Schönefeld ausgebaut. Eröffnet wird dann der internationale Airport Berlin-Brandenburg-International (BBI), der den gesamten Flugverkehr der Region Berlin/Brandenburg abwickeln wird. Im Gegenzug werden die Innenstadt-Flughäfen Tempelhof (2008) und Tegel (ein halbes Jahr nach Inbetriebnahme des BBI) geschlossen.

Der neue Flughafen wird sich über eine Fläche von ca. 1.470 Hektar erstrecken – das entspricht der Größe von 2.000 Fußballfeldern (Bild 1). Er ist zurzeit eines der größten, deutschen Verkehrsprojekte. Neben internationalen Flugverbindungen bietet der BBI seinen Fluggästen einen eigenen Autobahn-Anschluss sowie einen Bahnhof direkt unter dem Terminal. Der neue Hauptstadt-Airport BBI wird als so genannter Midfield-Airport geplant. Das Terminalgebäude befindet sich zwischen den zwei parallel angelegten Start- und Landebahnen, die unabhängig voneinander betrieben werden können. Das bedeutet, dass am BBI zwei Flugzeuge gleichzeitig, unabhängig voneinander starten und landen können, da die Bahnen fast zwei Kilometer auseinander liegen.

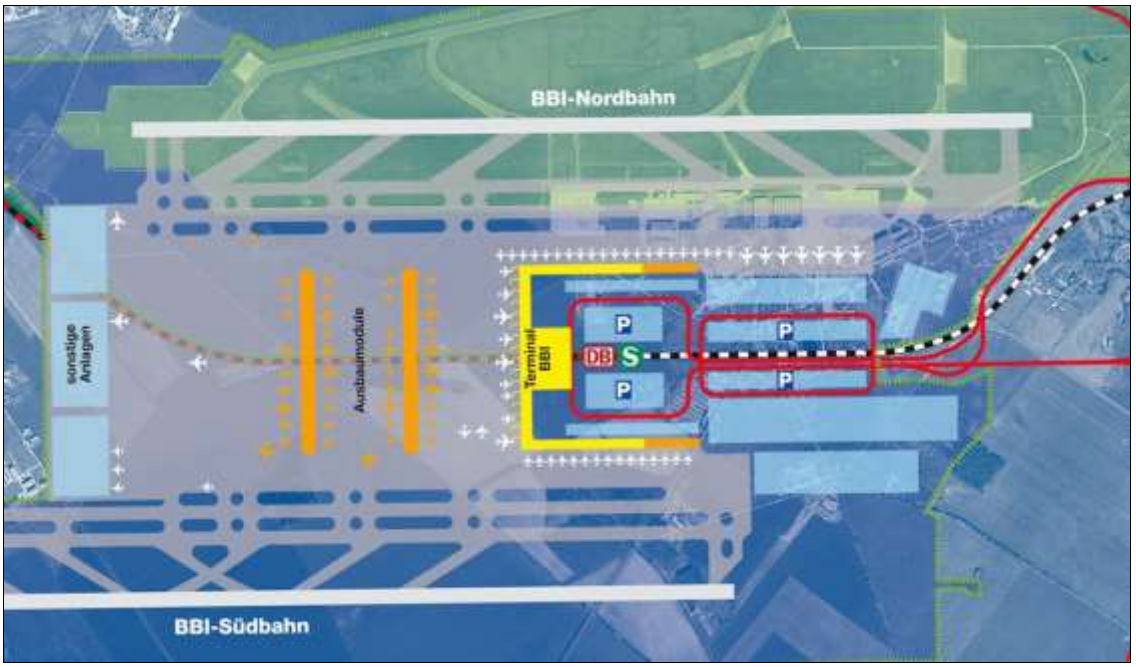


Bild 1 *Hauptstadt-Airport aus der Vogelperspektive;*
Foto: Günter Wicker (Photur) / Berliner Flughäfen

Die Baukosten für den Flughafen liegen bei ca. zwei Milliarden Euro. Hinzu kommen die Kosten für die Straßen- und Schienenanbindung sowie Drittinvestitionen (beispielsweise für Parkhäuser, Hotels und Konferenzzentren). Bauherr des Flughafens ist die Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH.

Rund um das neue Airport-Gelände sind Gewerbeflächen geplant. In der so genannten BBI Airport City sollen in einem ersten Bauabschnitt bis 2011 – auf einer Fläche von insgesamt 16 Hektar – Büro-, Hotel-, Einzelhandels- und Parkflächen entstehen.

DAS TERMINAL

In diesem Jahr hat der Bau des Terminals begonnen, dessen Probebetrieb bereits im Mai 2011 aufgenommen wird, um den Flughafen dann am 30. Oktober 2011 offiziell zu eröffnen.

Bild 2 *Ansicht Terminal von der Vorfahrtsebene E1 (Abflugebene);*
Bild: gmp Architekten, JSK International; Visualisierung: Archimation / Berliner Flughäfen

Das architektonische Konzept für das Terminal (Bild 2) stammt von der Planungsgemeinschaft Flughafen Berlin Brandenburg International (pgbbi:). Es ist ein Zusammenschluss der Berliner Architektur- und Planungsbüros J.S.K. International Architekten und Ingenieure GmbH, gmp Generalplanungsgesellschaft und IGK-IGR Ingenieurgesellschaft Kruck mbH. Der Entwurf knüpft an die regionale Bautradition an. Die gegliederten Fassaden und klaren, geometrischen Formen des Terminals enthalten architektonische Elemente aus verschiedenen Stilepochen – von Schinkel bis hin zum Bauhaus. Die zentrale Zufahrt über eine

Allee erinnert an das charakteristische Städte- und Landschaftsbild Berlins und Brandenburgs.

Das Terminalgebäude ist das zentrale Gebäude des Flughafens und bildet den Mittelpunkt der Gesamtanlage. Alle Sekundärgebäude sowie die Gebäude der Airport City sind organisatorisch mit dem Terminal verbunden (Bild 3).

Das Passagierterminal besteht aus einem Hauptterminal sowie einem nördlichen und einem südlichen Piergebäude. Nach aktuellem Planungsstand verfügt das Hauptpiergebäude (Mainpier) zum Zeitpunkt der Eröffnung über 15 Fluggastbrücken, der Pier Nord über 20 Walk-Boarding-Gates und der Pier Süd über weitere 9 Fluggastbrücken.

Das Fluggastterminal wird sich über sechs Geschosse und eine Bruttogrundfläche von ca. 260.000 m^2 erstrecken. So können zunächst 22 bis 25 Millionen Passagiere pro Jahr abgefertigt werden. Auch die Abfertigung vom Flugzeug-Typ A-380 ist vorgesehen. Die maximale Kapazität kann auf bis zu 360.000 Flugbewegungen ausgebaut werden, das entspricht 40 Millionen Fluggästen pro Jahr. Die entsprechenden Ausbaumodule sind in Form von Satelliten, die parallel zum Terminal verlaufen, geplant.

Bild 3 *Blick auf das BBI-Gelände: Terminal (1), Hauptpier (2); Pier Nord und Süd (3); Foto: Günter Wicker (Photur) / Berliner Flughäfen*

Bei der Entwicklung des Ebenenkonzepts wurde vor allem auf die Effizienz der technischen Abläufe und kreuzungsarme Haupterschließungen sowie eine passagierfreundliche und übersichtliche Strukturierung geachtet. Bei der Planung des Flughafens galt es zudem, das Luftsicherheitsgesetz zu beachten: das heißt, zwischen Luft- und Landseite zu unterscheiden sowie die Ankunfts- und Abflugebene strikt voneinander zu trennen.

Direkt unter dem Terminal ist ein sechsgleisiger Bahnhof geplant, der zwei Bahnsteige für den Regional- und Fernverkehr sowie einen S-Bahnsteig besitzt. Der Bahntunnel wird das Terminal in Ost-West-Richtung erschließen, sich über eine Länge von ungefähr 3,4 km erstrecken und dabei das Terminalgebäude sowie das Vorfeld unterqueren. Die Station liegt ca. 14,50 m unter dem umliegenden Gelände und bildet das unterste Geschoss (U2) des Terminals. Der Bau des Tunnels und des unterirdischen Bahnhofs begann 2007. Die Kosten für den Bahnhof und die Tunnelstrecke belaufen sich auf ca. 636 Millionen Euro; 576 Millionen Euro übernimmt der Bund, jeweils 30 Millionen Euro investieren die Stadt Berlin und das Land Brandenburg.

Ebenfalls in der Ebene U2 des Terminals werden Technik- und Lagerflächen, Sozialräume und Anlieferhöfe entstehen – sie können über entsprechende Rampen erreicht werden.

Die darüber liegende Zwischenebene U1 dient als Verteiler- und Verbindungsfläche zwischen Bahnhof und Ankunftsebene (E0) sowie zum Erreichen der Parkflächen.

Das Geschoss E0 wird hauptsächlich als Ankunftsebene mit Gepäckausgabe und zusätzlichen Zollkontrollpunkten genutzt. In einem abgetrennten zweigeschossigen Bereich (E0 und E0Z) befindet sich die Sorterhalle, in der das Reisegepäck kontrolliert und automatisch sortiert wird.

In der Zwischenebene E0Z kommen alle Fluggäste an. Über die so genannten Transferbereiche mit den notwendigen Sicherheits- und Kontrolleinrichtungen gelangen umsteigende Passagiere direkt wieder in die Schengen-Abflugebene E1, ohne den Sicherheitsbereich verlassen zu müssen. Ankommende Passagiere werden über Treppenanlagen in die Gepäckausgabehalle E0 und von dort weiter in die Ankunftshalle geführt.

In der Ebene E1 sind alle Funktionen, die mit dem Check-In-Vorgang in Verbindung stehen, sowie Flächen für Gastronomie und Retail vorgesehen.

Die Ebene E2 dient als Non-Schengen-Abflugebene. Zusätzlich sind in diesem Geschoss Wartebereiche, Flächen für Retail und Gastronomie, Büroräume für die Airlines sowie Konferenz- und Servicebereiche geplant.

In der Ebene E3 werden Lounge- und weitere Technikbereiche eingerichtet.

Die Besucherterrasse liegt in der Ebene E4 – auf dem Dach des Mainpiers. Von dort haben die Besucher einen ungehinderten Blick auf die Start- und Landebahnen.

Die Piers Nord und Süd werden unmittelbar an den Mainpier angeschlossen. Zusätzlich geplant sind in den Piers Retail- und Gastronomiezonen sowie Wartebereiche für so genannte Remoteabfertigungen – also Flüge, die per Bus-Boarding abgefertigt werden. Die Ebene E0 dient im Pier Nord als Wartegate-

und Ankunftsebene, im Pier Süd als Fläche für optionale Nutzungen, Gepäckzwischenlager und Büros. Das darüber liegende Geschoss E1 ist als Abflug- und Ankunftsebene vorgesehen.

BRANDSCHUTZ BEIM BBI

Für die Planung der Brandschutzmaßnahmen beim Großflughafen BBI ist hhpberlin verantwortlich. Die Größe und Komplexität der Verkehrsanlage sowie die Ansammlung einer großen Anzahl von Menschen stellten hohe Anforderungen an den Brandschutz – und damit die Fachplaner vor eine immense Herausforderung. Dem Brandschutz kam bei dem Projekt eine zentrale Bedeutung zu. Bei der Planung galt es, den Brandschutz für das Terminal, die Piers, den unterirdischen Bahnhof sowie die Tunnelanbindung sicherzustellen. Die verschiedenen Konzepte mussten dabei aufeinander abgestimmt werden; ebenso musste der Einsatz der Werk- bzw. Flughafenfeuerwehr in die Betrachtungen einfließen.

Bereits bei Projektbeginn im Jahr 2003/04 galt es, die ersten grundlegenden Entscheidungen im Rahmen der Brandschutzplanung zu treffen. Dabei wurde nicht nur die Anzahl der auf dem Flughafengelände notwendigen Feuerwachen ermittelt, auch der Bedarf an Einsatzkräften, die zukünftig neben dem Flugzeug- auch für den Gebäudebrandschutz zuständig sein sollen, wurde bestimmt.

Folgende Grundsätze wurden dem Brandschutzkonzept – in Abstimmung mit der Bauaufsicht – zu Grunde gelegt:

- Es handelt sich um einen Sonderbau. Aufgrund der besonderen Nutzung können erhöhte Anforderungen gestellt, aber auch Erleichterungen zugelassen werden.
- Es wird ein schutzzielorientiertes, objektspezifisches Konzept erarbeitet. Die Erfüllung der Schutzziele steht im Vordergrund der Betrachtungen. Sonderbauvorschriften wie die Versammlungsstättenverordnung, die Verkaufsstättenverordnung sowie die Industriebaurichtlinie werden lediglich vergleichend bzw. in Anlehnung angewendet oder nur zur Begründung von Abweichungen herangezogen.
- Abweichungen von der Brandenburgischen Bauordnung werden im Brandschutzkonzept mit Begründungen aufgeführt.

Der gesamte Planungsprozess der Schienenanbindung fiel zudem unter die rechtlichen Bestimmungen des Eisenbahnbundesamtes und die nutzungstechnischen Anforderungen der Deutschen Bahn AG. Damit lag der Planung ein völlig anderes – als das allgemein übliche – Baurecht zu Grunde. Eine zusätzliche Herausforderung bedeuten die hohen Anforderungen der Luftsicherheit. Diese verlangen eine so genannte Land- und eine Luftseite, die im Gefahrenfall über separate und eigenständige Rettungswege evakuiert werden müssen. Haben die Fluggäste also einmal alle Sicherheitschecks durchlaufen und befinden

sich auf der Luftseite, dürfen sie im Gefahrenfall nicht einfach in die Richtung flüchten, aus der sie gekommen sind (die Luftsicherheitsgrenze an der Sicherheitskontrolle also wieder in Richtung Landseite übertreten), sondern müssen die Rettungswege, die für die Luftseite geplant sind, nutzen.

Eine brandschutztechnische Besonderheit beim Flughafen BBI stellte auch die 20.000 m^2 große Sorterhalle dar, in der das Gepäck sortiert, verteilt und verladen wird. Laut gesetzlicher Forderung hätte sie in Brandabschnitte unterteilt werden müssen. Mit Hilfe des Nachweisverfahrens der DIN 18230-1 (Brandschutz im Industriebau) und in Verbindung mit Ingenieurmethoden des Brandschutzes gelang es, die Einhaltung der Schutzziele im Gefahrenfall nachzuweisen und die Halle komplett ohne Brandwände zu realisieren.

Auch der unterirdische Bahnhof stellte die Brandschutz-Planer vor weitere Herausforderungen. So sind beispielsweise alle Ebenen des Terminals – inklusive des unterirdischen Bahnhofs – über Treppenverbindungen bzw. über deren Lufträume miteinander verbunden. Doch auch hier gelang es, mit Hilfe computergestützter Simulationen, die Einhaltung der Schutzziele nachzuweisen und den architektonischen Entwurf umzusetzen.

Brandschutzplanung für das Terminal

Das Brandschutzkonzept für den Bau des neuen Großstadt-Airports (Bild 4) basiert auf einer ganzheitlichen, schutzzielorientierten Betrachtung. Dabei wird kein direkter Bezug auf die Sonderbauvorschriften genommen, diese werden lediglich vergleichend bzw. meinungsbildend hinzugezogen. Die Schwerpunkte des Brandschutzkonzepts bilden die äußere Erschließung durch die Feuerwehr, das Konzept zur Rettung der Anwesenden sowie die baulichen, anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen.

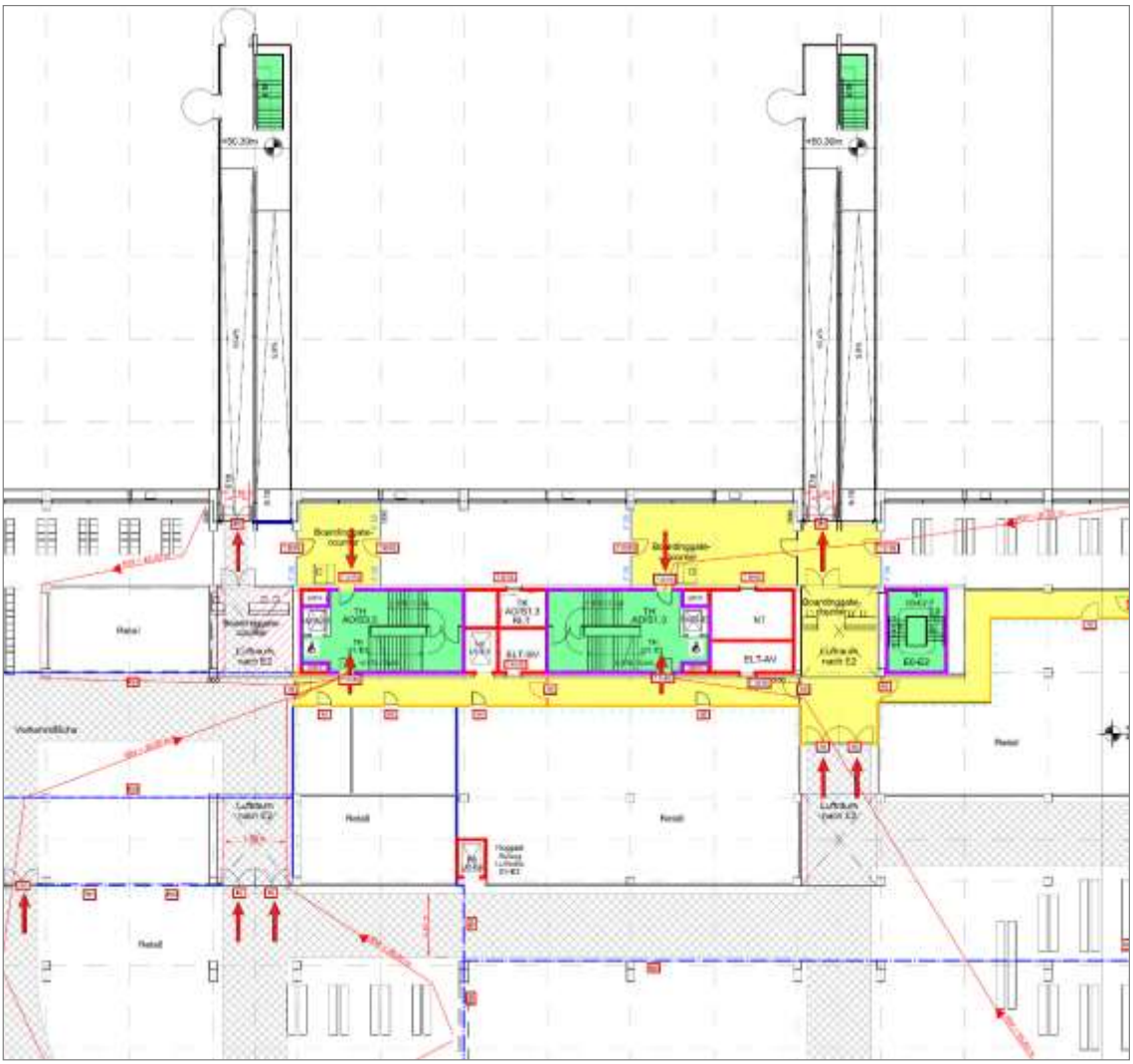


Bild 4 *Auszug aus dem Visualisierten Brandschutzkonzept, Ebene E1, Bereich Main-Pier mit festen Fluggastbrücken und Übergang zum Marktplatz; Bild: hhpberlin*

Die Rettung der Personen aus dem Flughafengebäude erfolgt ausschließlich über bauliche Rettungswege – also über Gänge und Verkehrswege im Nutzungsbereich sowie über sichere Bereiche wie Treppenräume und Fluchttunnel. Dabei gilt es grundsätzlich, eine maximale Länge von 35 m in den Ebenen einzuhalten. Allerdings ist dies bei den Ausmaßen des Flughafens nicht immer möglich. So galt es, die sichere Evakuierung im Fall von Rettungswegüberlängen mittels ingenieurtechnischer Methoden nachzuweisen. Auch bei der Planung der Brandabschnitte kam es teilweise zu Überschreitungen der gesetzlich festgelegten Maximalgröße. Diese Abweichungen konnten durch einzelne bauliche Unterteilungen, anlagentechnische Maßnahmen (wie beispielsweise Sprinkler-, Brandmelde- und Entrauchungsanlagen), die Verwendung von überwiegend nichtbrennbaren Baustoffen und unter Anrechnung einer so genannten Gebäudebrandschutzkomponente (also der als Werkfeuerwehr anerkannten Flughafenfeuerwehr) kompensiert werden.

Die Planung der baulichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen basiert auf dem Zusammenspiel mit der Flughafenfeuerwehr, denn deren Ortskenntnis und kurze Eingreifzeit trägt zu einer wesentlichen Verbesserung und zur Umsetzung der brandschutztechnischen Schutzziele bei. Für die Flughafenfeuerwehr wird ein Angriffskonzept bereitgestellt, das sich an der vorgegebenen Trennung zwischen Luft- und Landseite orientiert.

Entrauchungssimulationen

Um schutzzielorientierte Brandschutzlösungen zu konzeptionieren, wurden Ingenieurmethoden angewendet. Es wurden beispielsweise verschiedene Brandsimulationen durchgeführt, um die Ausbreitung des Rauchs sowie die Entwicklung der Temperaturen im Brandfall zu simulieren. Eines der Schutzziele erforderte den Nachweis, dass eine raucharme Schicht von mindestens 2,50 m oberhalb der Fußbodenoberkante während des gesamten Entfluchtungszeitraums eingehalten wird (Bild 5). Auf diese Weise konnten Rettungswegüberlängen gesichert und der architektonische Entwurf bestätigt werden. Für die Simulationen wurde das international anerkannte CFD-Modell (Computational fluid dynamics) FDS (Fire Dynamics Simulator).

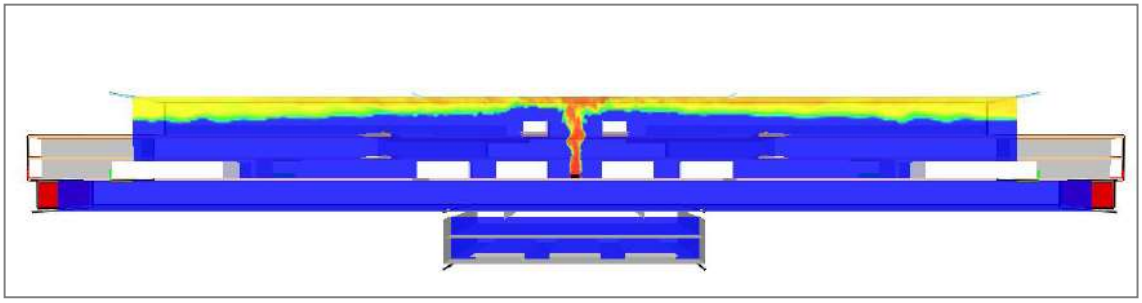


Bild 5 *Auszug aus der FDS-Simulation „Szenario B (Markthalle) 6 MW“ zum Zeitpunkt 600 s; Darstellung der Sichtweite; Nord-Süd-Schnitt durch die Markthalle; Simulation: IGK-IGR*

Die Simulationsergebnisse zeigten, dass das vorgegebene Schutzziel in allen relevanten Bereichen – außer in der Zwischen- bzw. Umsteigeebene E0Z – erreicht wird.

In der Ebene E0Z verhindern die räumlichen Gegebenheiten, ein ausreichendes Rauchauffangvolumen zu bilden, so dass die Verrauchung des Bereichs den Grenzwert überschreitet. Dies erklärt sich einerseits durch die niedrige Geschosshöhe und andererseits durch die schmale Raumgeometrie. Da das Schutzziel hier – auch bei verschiedenen Gestaltungsvarianten – nicht eingehalten werden kann, wurden in der Ebene E0Z Rauchabschnitte geschaffen. Diese begrenzen – ähnlich wie notwendige Flure – die Rauchausbreitung und ermöglichen eine schnelle und sichere Evakuierung in den jeweils benachbarten Rauchabschnitt.

Im Bereich der Gepäckausgabehalle in der Ebene E0 wird – neben der Einhaltung einer 2,50 m hohen raucharmen Schicht – die Verhinderung des Rauchübertritts in den jeweils angrenzenden (virtuellen) Rauchabschnitt gefordert. Die Gepäckausgabe in dieser Ebene – ein offener, zusammenhängender Bereich – ist in fünf virtuelle Rauchabschnitte untergliedert. Sie entstehen durch anlagentechnische Systeme in Verbindung mit Rauchschürzen, die ein definiertes Rauchauffangvolumen ausbilden.

Die Ergebnisse der Simulationen zeigen, dass eine raucharme Schicht von 2,50 m sichergestellt werden kann. Dafür sind allerdings verschiedene bauliche Brandschutzmaßnahmen notwendig: Entrauchungskanäle sowie feste, nichtbrennbare Rauchschürzen in der Zwischendecke dienen dazu, den Rauchübertritt in die angrenzenden virtuellen Rauchabschnitte zu verhindern. Zusätzlich werden beispielsweise im Piergebäude wechselseitig wirksame rauchmeldergesteuerte Rauchschürzen im Deckenhohlraum so angesteuert, dass die Zuluft als gleichmäßige, turbulenzfreie Strömung aus weiter entfernt liegenden Fassadenöffnungen herangeführt wird (Bild 6). Somit werden Verwirbelungen der Rauchgasschicht unterbunden.

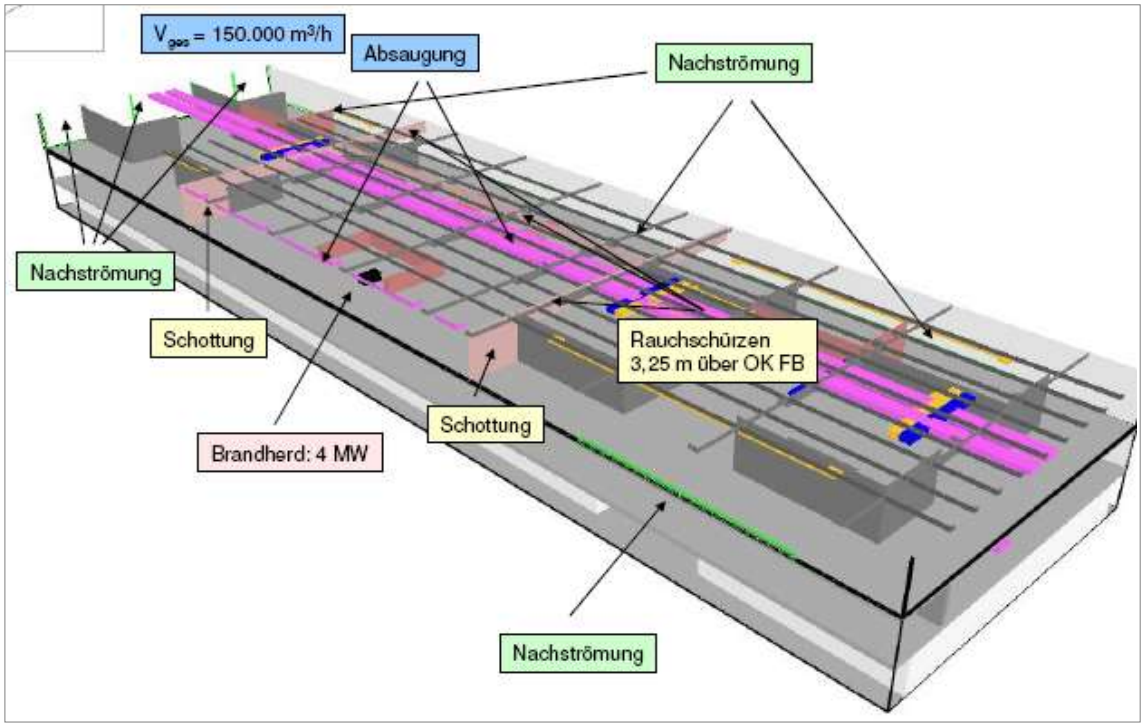


Bild 6 *Isometrische Darstellung der notwendigen Entrauchungsmaßnahmen in den Wartebereichen der Haupt-Pier (Auszug aus der Dokumentation zur Entrauchungssimulation);Simulation: IGK-IGR*

Für die 20.000 m^2 große Sorterhalle wurde das Schutzziel in den Ebenen E0 und E0Z entsprechend differenziert. Hier galt es, die raucharme Schicht von 2,50 m Höhe lediglich bis zu einer Zeit von zehn Minuten nach Ausbruch eines Feuers sicherzustellen. Da dieser Bereich nicht öffentlich zugänglich ist und

sich ausschließlich ortskundige Personen dort aufhalten, wird davon ausgegangen, dass diese entsprechend schnell und zielgerichtet handeln und flüchten und dass alle Anwesenden über das richtige Verhalten im Brandfall informiert sind. Die Ergebnisse der Simulationen zeigen, dass das Schutzziel eingehalten und die geforderte raucharme Schicht sichergestellt werden kann.

Ermittlung der Brandlasten

Neben der Brand- und Rauchausbreitungssimulation wurden für den Bereich der Sorterhalle auch die Brandlasten ermittelt. Dabei wurden die verschiedenen Bereiche der Halle (Förderbänder, Sortiermaschinen und Gepäckstücke) mit ihren unterschiedlichen Brandbelastungen einzeln bewertet und ein entsprechender repräsentativer Vergleichswert für die gesamte Halle gebildet (Bild 7).

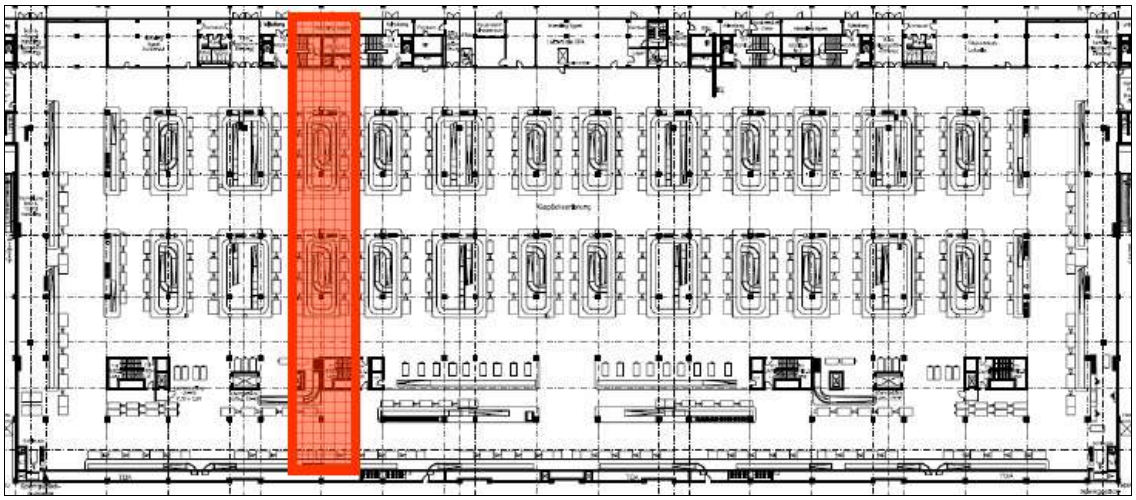


Bild 7 *Grundrissdarstellung der Sorterhalle Ebene E0 mit dem für die Brandlastermittlung ausgewählten maßgeblichen Bereich (Auszug aus Anlage 11 zum BSK) ; Bild: hhpberlin*

Gemäß der Industriebaurichtlinie darf die Sorterhalle – unter Beachtung der geplanten Sprinklerung – eine Brandabschnittsfläche von maximal 10.000 m² besitzen. Da die Halle, die sich über 92 m x 226 m ausdehnt, eine Größe von über 20.000 m^2 besitzt, war dieser spezielle Nachweis notwendig. Mit der Ermittlung der Brandlasten sollte die Brandgefährdung des Gebäudes realistisch eingeschätzt und die erforderliche Feuerwiderstandsdauer der Bauteile sowie die maximal mögliche Brandabschnittsfläche ermittelt werden. Dafür wurden alle brennbaren Materialien erfasst und aus ihren Massen und ihren jeweiligen Heizwerten die Brandbelastung errechnet.

Bei den Gepäckstücken mussten dabei beispielsweise verschiedene Annahmen getroffen werden. Es wurde geschätzt, wie viele Gepäckstücke sich maximal in einem bestimmten Bereich in der Sorterhalle befinden. Angenommen wurde auch, dass die Koffer je zur Hälfte aus Hartschalen- bzw. Stoff-Koffern bestehen. Die Hartschalen-Koffer sind erfahrungsgemäß aus Polypropylen ge-

fertigt und wiegen ca. 4 kg; Stoff-Koffer hingegen bestehen überwiegend aus Polyester und sind rund 1,5 kg schwer. Insgesamt darf ein Koffer beim Flugverkehr maximal 20 kg wiegen, allerdings erreichen nicht alle Gepäckstücke dieses Maximalgewicht. Daher wurde bei der Ermittlung der Brandlasten mit einem durchschnittlichen Gewicht von 15 kg pro Koffer gerechnet. Der Größe der Gepäckstücke wurden Abmessungen von 70 cm x 60 cm x 35 cm zu Grunde gelegt.

Die Anforderungen an das Tragwerk bzw. die erforderliche Feuerwiderstandsdauer der Bauteile ergeben sich schließlich in Abhängigkeit der vorhandenen Brandbelastung, der Öffnungsflächen (z. B. Türen) und der Rauchabzugstechnik für den Wärmeabzug, der thermischen Eigenschaften der Umfassungsbauteile sowie der brandschutztechnischen Infrastruktur (anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen wie Sprinkleranlage und die als Werkfeuerwehr anerkannte Flughafenfeuerwehr).

Für den gesamten Brandbekämpfungsabschnitt wurde eine erforderliche Feuerwiderstandsdauer von ca. 21 Minuten errechnet. Da die tragenden und aussteifenden Bauteile der Sorterhalle aus Stahlbeton gefertigt werden und die hochbaulichen Anforderungen des Tragwerkes der darüber liegenden Terminal-Bauteile sowieso einen Feuerwiderstand von 90 Minuten haben müssen, wird diese Anforderung ausreichend erfüllt.

Bei der Berechnung der zulässigen Geschossfläche des Brandbekämpfungsabschnitts ergibt sich gemäß dem Nachweis nach der Industriebaurichtlinie in Verbindung mit der DIN 18230-1 ein Maximal-Wert von 24.570 m^2. Mit ihrer Grundfläche von 20.792 m^2 wird die Halle also auch dieser Anforderung gerecht.

FAZIT

Mit einem Verkehrs-Groß-Projekt wie dem Flughafen Berlin-Brandenburg-International stoßen Architekten, Planer und Bauherrn in neue Dimensionen vor. Eine besondere Bedeutung hatte auch die Brandschutzplanung, die einen Großteil der Gesamtplanung ausmacht und für die Genehmigung sowie den Fortschritt des Bauvorhabens eine entscheidende Rolle spielt.

Insbesondere das Ineinandergreifen der beiden Rechtsbereiche *Bahn* (Schienenanbindung) und *Hochbau* (Terminal und Piergebäude) verlangten – bezogen auf das Zusammenwirken der Brandschutzmaßnahmen und der behördlichen Abarbeitung – ein Höchstmaß an Komplexität und Fingerspitzengefühl. Hinzu kam der zeitgleiche Einsatz von mehreren Brandschutz-Fachplanern, die büroübergreifend an verschiedenen Orten in Deutschland gemeinsam an Dokumenten und Plänen arbeiteten – eine neue Herausforderung, die nur mit einer sicheren IT-Logistik und einer perfekten Schnittstellendefinition zu bewältigen war.

Die Probleme wurden gemeistert, und es ist gelungen, ein schutzzielorientiertes und objektbezogenes Brandschutzkonzept für den neuen Hauptstadt-Airport zu entwickeln, so dass der Flughafen in dieser Form genehmigt werden konnte und inzwischen realisiert wird.

BRANDSCHUTZKONZEPTE FÜR BESTEHENDE HOCHSCHULGEBÄUDE ALS BASIS FÜR ERTÜCHTIGUNGEN

Christian Mahlmann
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Technische Universität Braunschweig, Braunschweig

EINLEITUNG

Hochschulen verfügen über einen großen, zumeist älteren, Gebäudebestand. Dieser wird im Laufe von Jahrzehnten vielfach umgenutzt und neuen Erfordernissen, insbesondere im Hinblick auf die Energie- und Datenversorgung, angepasst. Die Bauunterlagen der Gebäude, zum Beispiel die Grundrisse und die Leitungsführungen der Anlagentechnik, sind aufgrund des Alters oftmals unvollständig und nicht mehr aktuell.

Ganzheitliche Brandschutzkonzepte sind für Gebäude, die älter als 20 Jahre sind, zumeist nicht vorhanden.

Erschwerend kommt hinzu, dass Sanierungsmaßnahmen, sowohl allgemeiner als auch brandschutztechnischer Natur, wegen des Geldmangels der Bundesländer vielfach aufgeschoben oder nur im Rahmen von Umbaumaßnahmen punktuell durchgeführt werden.

Daraus resultierend sind an vielen Universitätsgebäuden brandschutztechnische Mängel zu beklagen, die zum Teil so weit reichen, dass die Sicherheit der Nutzer in Frage zu stellen ist.

Die Problematik offenbart sich insbesondere in zwei Großschadensereignissen aus den Jahren 2006 und 2008:

Im Untergeschoss des Socio-Oeconomicums der Georg-August Universität zu Göttingen kam es am 27. Juli 2006 zu einem zunächst unscheinbaren Brandereignis [1] (Bild 1). Aufgrund nicht vorhandener bzw. defekter Rauch- und Wärmeabzugsöffnungen verrauchte das Untergeschoss des Gebäudes im Brandverlauf jedoch so schnell, dass eine Orientierung der Einsatzkräfte und ein Auffinden des Brandherdes unmöglich wurden. Hervorgerufen durch diese schlechten Sicht- und Orientierungsbedingungen sowie vermutlich durch einen defekten Pressluftatmer, waren im Verlauf des Einsatzes ein Toter und sieben verletzte Feuerwehrangehörige zu beklagen. Der Innenangriff wurde daraufhin abgebrochen und das gesamte Untergeschoss mit Schaum geflutet. Es entstand ein Sachschaden in Höhe von ca. 1,5 Mio. €.

Am 16. Mai 2008 wurde durch einen Wasserschaden, der einen Kurzschluss in einer Kaffeemaschine verursachte, ein Brand im Hochhaus der Architektur-Fakultät in Delft, Holland ausgelöst [2] (Bild 2). Die Evakuierung des Gebäudes, in dem sich zum Zeitpunkt des Brandausbruches 200 bis 300 Personen befanden,

verlief reibungslos. Der Brand selbst breitete sich jedoch derart aus, dass die Feuerwehr den Innenangriff nach kurzer Zeit abbrechen musste. Teile des Gebäudes kollabierten im Verlauf des weiteren Brandgeschehens. Das Gebäude ist als Totalverlust zu bewerten.

Bild 1 *Brand im Untergeschoss des Socio-Oeconomicums der Universität Göttingen*

Bild 2 *Brand mehrerer Obergeschosse der Architekturfakultät der Universität Delft, Holland*

Um solchen kritischen Situationen an der Technischen Universität Braunschweig vorzubeugen, wurde im Jahr 2006 das Pilot-Projekt „Vorbeugender Brandschutz an der TU Braunschweig“ durch das Präsidium in Auftrag gegeben.

KURZBESCHREIBUNG DES PROJEKTES

Zu Beginn des Projektes wurden 11 Universitätsgebäude ausgewählt, bei denen bei laufenden Überprüfungen brandschutztechnische Mängel festgestellt worden waren oder aufgrund vorliegender Erkenntnisse vermutet wurden. Dabei wurde darauf geachtet, dass diese Gebäude im Hinblick auf typische universitäre Nutzungen und Problemstellungen repräsentativ für eine größere Gruppe weiterer Gebäude sind.

Bei einer ersten brandschutztechnischen Sichtung wurden die wesentlichen Mängel erfasst und eine grobe Einstufung hinsichtlich der Dringlichkeiten von Ertüchtigungsmaßnahmen vorgenommen.

In der so entstanden Reihenfolge wurden systematische brandschutztechnische Untersuchungen aufgenommen mit dem Ziel, ganzheitliche Brandschutzkonzepte, detaillierte Mängeldokumentationen sowie Maßnahmenkataloge für notwendige Ertüchtigungen zu erstellen.

Im nächsten Arbeitsschritt, der in Kürze beginnen wird, soll auf dieser Datengrundlage ein objektives Bewertungsverfahren für den brandschutztechnischen Zustand von Universitätsgebäuden verschiedenster Art und Nutzung entwickelt werden. Das Verfahren soll so vereinfacht und anwenderfreundlich aufbereitet werden, dass die Fachabteilungen der Universtität in die Lage versetzt werden, Gebäude mit vergleichsweise geringem Aufwand in brandschutztechnischer Hinsicht zu beurteilen, in Dringlichkeitsstufen für die Ertüchtigung zu unterteilen und Kosten-Nutzen-optimierte Sanierungspläne zu erstellen.

PROJEKTBETEILIGTE

Innerhalb der TU Braunschweig sind folgende Institutionen am Projekt in unterschiedlichster Weise beteiligt:

- Präsidium der TU Braunschweig
    - Gesamtleitung
    - Finanzplanung

- Gebäudemanagement der TU Braunschweig
    - Beschaffung von Planunterlagen
    - Planung von Umbau- und Sanierungsmaßnahmen
    - Koordinierung notweniger Abstimmungen mit externen Stellen, z. B. mit der Denkmalschutzbehörde

- Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge
    - Berücksichtigung von Aspekten der Arbeitssicherheit (z. B. in Laboratorien)
    - Beratung hinsichtlich organisatorischer Maßnahmen

- Stabsstelle für Infrastrukturplanung
    - Beschaffung von Informationen bzgl. der Raumnutzungen, Personenzahlen, Umnutzungen usw.,
    - Notwendige Abstimmungen mit den Nutzern

- Das iBMB, Fachgebiet Brandschutz
    - Erstellung von Brandschutzkonzepten
    - Ortsbegehungen und Mängeldokumentationen
    - Brandschutztechnische Detailbegutachtungen.

Ab dem Zeitpunkt, zu dem brandschutztechnisch belastbare Aussagen zur Verfügung standen, wurden außerdem folgende Institutionen eingebunden:

- Staatliches Baumanagement Braunschweig
    - Kostenschätzung
    - Baurechtliche Abstimmung

- Feuerwehr Braunschweig, Abteilung Vorbeugender Brandschutz
    - Brandschutztechnische Abstimmung.

AUSWAHL DER GEBÄUDE

Aus dem gesamten Gebäudebestand der TU Braunschweig wurden zunächst 11 Gebäude bzw. 7 Gebäudekomplexe ausgewählt, die ein möglichst breites Spektrum der universitätstypischen Nutzungen, Sonderbausituationen und der dort zu erwartenden Problemstellungen umfassen.

Dabei wurden aktuelle Gegebenheiten wie bestehende Gefahrenpotentiale, anstehende Umbaumaßnahmen, neue Raumvergaben oder bereits beantragte Sanierungen berücksichtigt.

Die einzelnen Gebäude bzw. Gebäudekomplexe werden im Folgenden kurz vorgestellt:

Das „Mühlenpfordthaus“ wird als Büro- und Verwaltungsgebäude genutzt, in dem sich zusätzlich Hörsäle für mehrere hundert Personen sowie Werkstätten und eine Hochspannungsversuchshalle (Bild 3) befinden.

Bild 3 *Versuchsaufbau in der Hochspannungsversuchshalle des „Mühlenpfordthauses“*

Beim Gebäudekomplex „Alte Pädagogische Hochschule“ handelt es sich um ein denkmalgeschütztes Hochhaus mit zusätzlichen Anbauten, in denen Hörsäle für insgesamt ca. 700 Personen, eine Sporthalle mit angegliedertem Schwimmbad sowie eine Büro- und Verwaltungsnutzung untergebracht sind.

Die „Hörsäle am Okerufer“ (Bild 4) bieten Raum für ca. 700 Personen und wurden mit einer brandschutztechnisch ungeschützten Stahl-Skelettbauweise über eine massive Versuchshalle aufgeständert. Sie verfügen im Bestand ausschließlich über Rettungswege, die über alle Geschosse frei miteinander verbunden sind und durch benachbarte Gebäude ins Freie führen.

Bild 4 *Hörsaal im Gebäude „Hörsäle am Okerufer“*

Das „Altgebäude“ (Bild 5) bildet das historische, denkmalgeschützte Zentrum der TU Braunschweig. Im Gebäude sind neben der Büro- und Verwaltungsnutzung auch mehrere Hörsäle vorhanden, so dass bei voller Belegung von ca. 1500 Personen im Gebäude auszugehen ist. Der Haupteingang führt in ein Foyer, das für Messen und ähnliche Veranstaltungen genutzt wird. Im gesamten Südflügel des Gebäudes ist lediglich ein baulicher Rettungsweg vorhanden.

Bild 5 Außenansicht des „Altgebäudes“

Der Gebäudekomplex „Hans-Sommer-Straße 10“ beheimatet die Institute für Physikalische und Technische Chemie. In ihm befindet sich daher neben den üblichen Büroräumen eine Vielzahl von Laboratorien, von denen unterschiedliche Gefahren ausgehen können (Bild 6).

Bild 6 Zugangstür mit Warnhinweisen zu einem Laborraum in der „Hans-Sommer-Straße 10“

Die „Hans-Sommer-Straße 66“ (Bild 7) besteht aus einem Hochhaus, in dem neben Seminarräumen vor allem eine Büro- und Verwaltungsnutzung angesiedelt ist und an das zwei Versuchs- und Werkstatthallen angrenzen. Davon ist die westlich gelegene Halle mit einer Tiefgarage ausgestattet.

Bild 7 Luftbild des Gebäudekomplexes „Hans-Sommer-Straße 66“

Beim „Hochhaus am Okerufer“ handelt es sich um ein denkmalgeschütztes Bauwerk aus den sechziger Jahren, welches in offener Verbindung zu den angrenzenden Gebäuden steht und im 16. OG lediglich über einen baulichen Rettungsweg verfügt. Es wird zu Büro- und Verwaltungszwecken genutzt und verfügt darüber hinaus über Seminarräume für mehrere hundert Personen.

ERSTELLUNG VON VORLÄUFIGEN BRANDSCHUTZKONZEPTEN UND DEREN BEWERTUNG

Um zügig einen Überblick über den brandschutztechnischen Status zu erhalten und einschätzen zu können, welche Gebäude am dringendsten saniert werden müssen, wurden für die vorgenannten Gebäude auf Basis erster Begehungen und vorliegender Planunterlagen vorläufige Brandschutzkonzepte erstellt.

Die Brandschutzkonzepte tragen dem Alter der Gebäude und den zum Teil gegebenen Forderungen des Denkmalschutzes Rechnung. Dementsprechend wird nicht die vollumfängliche Umsetzung des Niedersächsischen Baurechts [3] eingefordert, sondern eine schutzzielorientierte Betrachtung durchgeführt. Hierbei hat die Rettung von Menschen gegenüber den weiteren Schutzzielen des § 20 NBauO [3] (Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten und Vorkehrungen gegen die Ausbreitung von Feuer und Rauch) oberste Priorität.

Die Brandschutzkonzepte wurden auf Basis einer vereinheitlichten Gliederung erstellt, so dass die sicherheitstechnisch relevanten Abschnitte der Konzepte direkt verglichen und bewertet werden können.

Die einzelnen Gliederungsabschnitte und ihre Inhalte werden im Folgenden stichpunktartig vorgestellt:

- Außenerschließung
    - Zugänglichkeit und Bewegungsflächen für die Feuerwehr, Löschwasserversorgung usw.

- Rettungswege
    - Rettungswegführung, erforderliche Breite der Rettungswege, Anzahl der baulichen Rettungswege, bauliche Qualität der Abtrennungen (Treppenraum- und Flurwände, Brand- und Rauchschutztüren in diesen Wänden usw.)

- Tragende und aussteifende Bauteile
    - Qualität der Baustoffe und Feuerwiderstandsdauer der Bauteile

- Brand- und Trennwände
    - Ausführung von Brandwänden und Trennwänden von Räumen mit besonderem Gefahrenpotenzial (Lager, Technikräume , Labore usw.)

- Rauchableitung
    - Situation der Rauchableitung im gesamten Gebäude, insbesondere im Bereich der Rettungswege

- Brandmeldung und Alarmierung
    - Existenz von Brandmelde- und internen Alarmierungsanlagen, Überwachungsbereiche mit automatischen Meldern usw.

- Organisatorischer Brandschutz
    - Flucht- und Rettungspläne, Feuerwehrpläne usw.

Zur Veranschaulichung der Darstellungen im Schriftteil der Brandschutzkonzepte wurden auf Basis der Grundrisse visualisierte Brandschutzkonzepte angefertigt.

Die TU-internen Projektbeteiligten wurden im Rahmen einer Delphi-Umfrage gebeten, die oben genannten Abschnitte der erstellten Brandschutzkonzepte untereinander zu vergleichen und den einzelnen Brandschutzmaßnahmen in Bezug auf den Ist-Zustand der Gebäude „Schulnoten“ zuzuordnen.

Diese Einzelbewertungen wurden anschließend gemittelt und entsprechend der Bedeutung der Schutzziele für das jeweilige Gebäude mit einer Gewichtung versehen (Tabelle 1).

Tabelle 1 Bewertung der Einzelgebäude (Beispiele) im Rahmen der Delphi-Umfrage

Abschnitt	Ge-wichtung	Hörsäle am Okerufer	Altgebäude	Mühlenpfordt-haus
Außenerschließung	0,05	2,7	2,0	2,0
Rettungswege	0,30	5,0	4,7	3,7
Tragende Teile	0,10	3,3	2,0	2,3
Brand- und Trennwände	0,15	4,3	4,3	3,0
Rauchableitung	0,10	4,3	4,0	2,7
Brandmeldung und -alarmierung	0,15	4,7	4,0	3,3
Organisatorischer Brandschutz	0,15	3,7	3,7	3,7
Gesamtwertung		4,3	3,9	3,2

Aus der Summe der Bewertungen für die Einzelabschnitte multipliziert mit ihren jeweiligen Gewichtungen ergibt sich für jedes Gebäude eine Gesamtnote, die eine vergleichende Einschätzung des brandschutztechnischen Gebäudestatus ermöglicht.

Die starke Gewichtung des Abschnittes „Rettungswege“ (30 %) trägt dem gewählten Hauptschutzziel „Rettung von Menschen“ Rechnung. Die stark differierende Anzahl der Personen in den Gebäuden wurde subjektiv bei der Bewertung der Rettungswege mit berücksichtigt.

Im Weiteren wurden, auf Basis der so entstandenen Dringlichkeitsliste, für die einzelnen Gebäude Detailbegehungen durchgeführt, um umfassende Mängeldokumentationen zu erstellen.

ERSTELLUNG DER MÄNGELDOKUMENTATION

Unter Zuhilfenahme der bereits vorliegenden visualisierten Brandschutzkonzepte wurden intensive Gebäudebegehungen durchgeführt, bei denen die auffindbaren brandschutztechnischen Mängel sowie eventuell kritische Detailpunkte fotographisch dokumentiert und textlich beschrieben wurden.

Die Mängeldokumentation (Bild 8) wurde mittels einer Excel-Tabelle erstellt.

Sto	Rau	Name/Nutzui	Wai	Mangel Ty	Beschreibung	Bil	Sanierung	Größe
UG	-122	Technik	1	Durchführung	unbelegte Öffnung	004	MiWo stopfen	klein
UG	-122	Technik	1	Durchführung	Kabelbündel, ungeschottet	005	S90	klein
UG	-122	Technik	1	Durchführung	unbelegte Öffnung	006	dicht vermörteln	mittel
UG	-122	Technik	100	Durchführung	unbelegte Öffnung	007	MiWo stopfen	klein
UG	-122	Technik	4	Durchführung	Kabelbündel, ungeschottet	009	S90	klein
UG	-122	Technik	3	Tür	Tür nicht vorhanden	011	T90-RS	1-flüglg
UG	-122	Technik	3	Wand	Wand nicht vorhanden	011	F90-Wand	3 m²
UG	-122	Technik	3	Durchführung	Kabelbündel, ungeschottet	011	S90	mittel
UG	-122	Technik	3	Durchführung	Rohr A, B1-Dämmung, ungeschottet	011	B1-Dämmung entfernen, MiWo stopfen	mittel
UG	-123	Lager/Technik	1	Durchführung	unbelegte Öffnung	014	MiWo stopfen	klein
UG	-123	Lager/Technik	1	Durchführung	Kabelbündel, ungeschottet	015	S90	mittel
UG	-123	Lager/Technik	100	Durchführung	Rohr A, ungeschottet	016	dicht vermörteln	klein
UG	-123	Lager/Technik	2	Durchführung	Rohr A, B1-Dämmung, ungeschottet	018	B1-Dämmung entfernen, MiWo stopfen	klein
UG	-123	Lager/Technik	100	Durchführung	Kabelbündel, ungeschottet	020	S90	mittel
UG	-123	Lager/Technik	100	Durchführung	Kabelbündel, ungeschottet	0	S90	klein
UG	-123	Lager/Technik	100	Durchführung	Rohr B, ungeschottet	0	R90	klein

MPH0020.JPG

Bild 8 Ausschnitt aus einem Mängelkataloges mit Fotodokumentation

Durch Angabe der Bildziffer ist eine eindeutige Zuordnung des Mangels vor Ort jederzeit möglich. Die verschiedenen Filterfunktionen erlauben ein rasches Sortieren der Mängel, z. B. nach bestimmten Sanierungsmaßnahmen, Geschossen oder Räumen. Die Tabelle kann frei erweitert werden, wobei z. B. zusätzliche Zeilen zur Dokumentation der Abarbeitung, ergänzt werden können.

ERSTELLUNG DER ENDGÜLTIGEN BRANDSCHUTZTECHNISCHEN DOKUMENTE

Die Mängeldokumentation sowie die aus den Begehungen zusätzlich erworbenen Kenntnisse über die Bausubstanz, die Raumbelegung usw. dienten als Basis für eine Revision der zuvor erstellten brandschutztechnischen Dokumente. Berücksichtigt wurden hierbei auch die Qualitäten von Bestandstüren, eventuell erforderliche neue Leitungskanäle und besondere Gefahrenpotenziale.

Parallel wurden Lösungsansätze zu besonderen Problemstellungen in Detailbegutachtungen unter Verwendung ingenieurmäßiger Nachweismethoden erarbeitet.

Die „Hörsäle am Okerufer“ waren hierbei von besonderem Interesse. Aus den steil ansteigenden Sitzreihen (Bild 4) und der geringen verbleibenden Raumhöhe im oberen Bereich ergab sich die Notwendigkeit, die erforderliche Zeitdauer für eine Evakuierung mit der Zeitspanne bis zur Verrauchung der oberen

Sitzreihen abzugleichen. Hierfür wurde die Simulationssoftware FDS [4] verwendet (Bild 9).

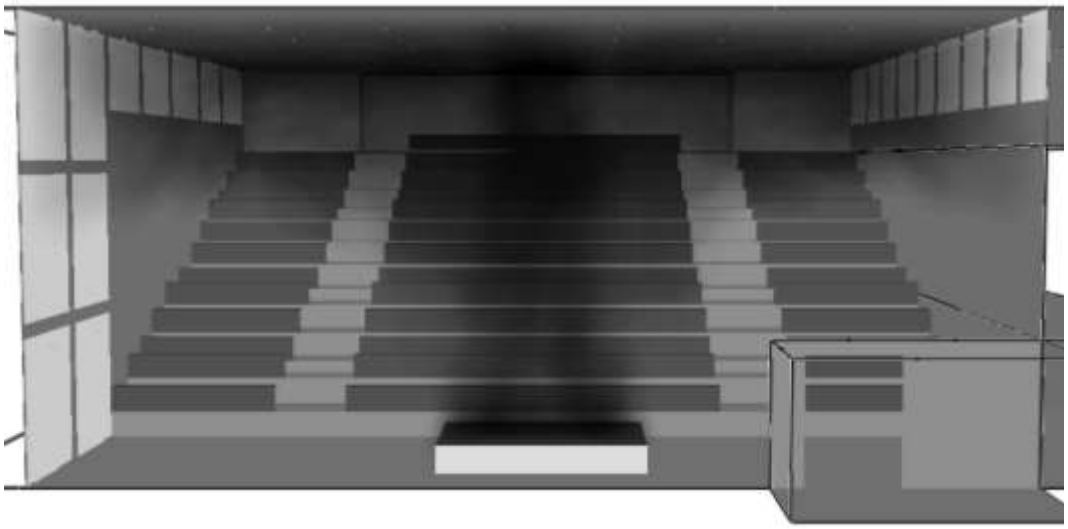


Bild 9 *Verrauchungssimulation eines Hörsaales nach t = 120 s Branddauer mit dem CDF-Modell FDS*

Da im Bestand lediglich eine Entrauchungsöffnung (eine Tür zum Balkon) vorhanden ist, steht keine ausreichend lange Zeit für eine Evakuierung im Bereich einer raucharmen Schicht zur Verfügung. Mit Hilfe mehrerer Simulationsdurchläufe mit variierten Entrauchungsmaßnahmen (maschinell, mittels Lüftungsanlage oder natürlich über Fenster) konnte schließlich eine technisch ausreichende und finanziell vertretbare Lösung gefunden werden.

Ein weiteres Problem stellt die Dachkonstruktion aus dünnen, ungeschützten Stahlelementen dar (Bild 10), die brandschutztechnisch unzureichend von den Hörsälen abgetrennt sind.

Bild 10 *Ungeschütztes Stahl-Dachtragwerk des Gebäudes „Hörsäle am Okerufer“*

Um den Nachweis der Standsicherheit zu erbringen, wurde eine weitere Brandsimulation mit dem CFD-Modell FDS [4] durchgeführt.

Dabei wurde ein lokal begrenztes Brandereignis im oberen Raumdrittel (in Deckennähe) angenommen, da sich in diesem Bereich das Projektorpult mit wahrscheinlichen Zündquellen wie heißen Glühlampen befindet.

Aus der Simulation ergab sich, bereits unter Berücksichtigung der vorhandenen natürlichen Entrauchung, nach ca. 600 s ein stationärer Zustand mit einer punktuellen Erwärmung der Decke oberhalb der Brandquelle bis zu einer Temperatur von ca. 450 °C (in Bild 11 markiert).

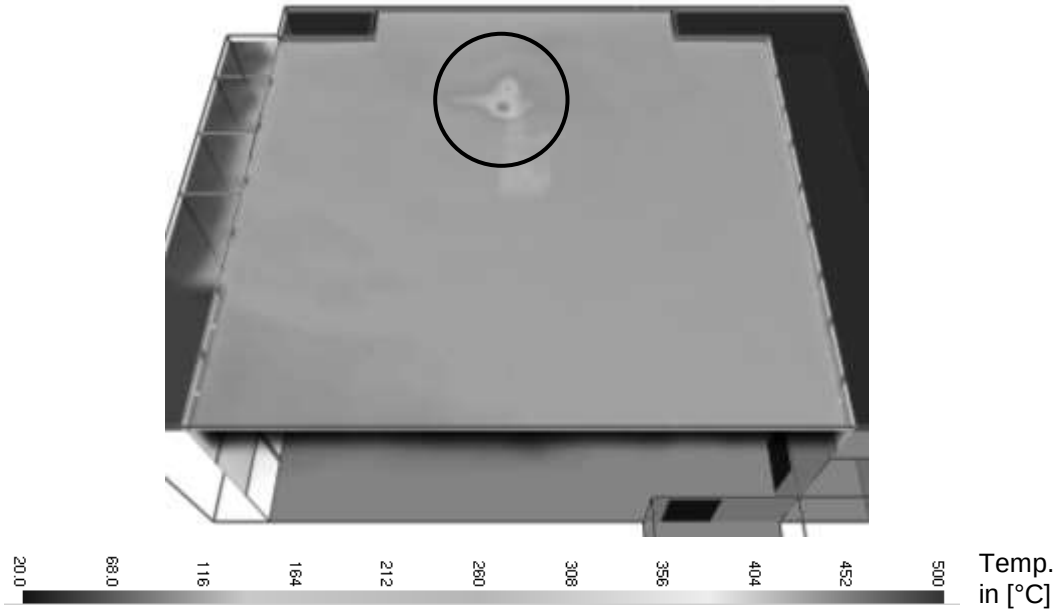


Bild 11 Stationärer Zustand der Simulation mit Temperaturverteilung im Deckenbereich zum Zeitpunkt t = 1800 s

Da das Phänomen lokal begrenzt ist und die Temperaturen direkt unter der Decke ansonsten deutlich unter 300 °C liegen, ist nicht mit einem strukturellen Versagen der Dachkonstruktion unter realistischer Brandbeanspruchung zu rechnen. Schutzzielorientiert wurden daher diesbezüglich keine weiteren baulichen Brandschutzmaßnahmen gefordert.

ERSTELLUNG DER MASSNAHMENKATALOGE

Unter Berücksichtigung des endgültigen Brandschutzkonzeptes und der umfassenden Mängeldokumentation wurde abschließend ein tabellarischer Maßnahmenkatalog erstellt (Bild 12). Dieser enthält für die einzelnen Fachplaner wesentliche Stichpunkte über die ausführenden Maßnahmen und ihren Umfang und liefert in Kombination mit der Mängeldokumentation eine belastbare Unterlage für die Kostenschätzung durch das Staatliche Baumanagement Braunschweig.

Gebäude Nr. 4208, Pockelsstraße 2, „Hörsäle am Okerufer“	Zusammenstellung der erforderlichen Maßnahmen gemäß Brandschutzkonzept vom 12.03.2008 in Verbindung mit den Baubegehungen vom 14.01.08 und 15.01.2008	IBMB
Darstellung der erforderlichen Maßnahme	**Stückzahl**	**Kosten €**
Baulicher Brandschutz	---	---
Neue 1-flüglige T 30-RS Tür beschaffen und einbauen	8	
Neue 1-flüglige T 30 Tür beschaffen und einbauen	6	
Neue 2-flüglige T 30 Tür beschaffen und einbauen	1	
Neue 2-flüglige RS Tür beschaffen und einbauen	10	
1-flüglige Bestandstür mit 3-seitiger Dichtung und Selbstschließer ertüchtigen (dTs-Tür)	6	
2-flüglige Bestandstür mit 3-seitiger Dichtung und Selbstschließer ertüchtigen (dTs-Tür)	2	
Panikbeschlag an Bestandstür nachrüsten	3	
R 90-Schottung herstellen - klein - mittel - groß	 13 9 1	
S90-Schottung herstellen - klein	 6	

Bild 12 Maßnahmenkatalog am Beispiel des Gebäudes „Hörsäle am Okerufer“

BISHERIGE RESULTATE

Das ideelle Hauptresultat der bisher geleisteten Arbeit ist sicherlich die Sensibilisierung aller Projektbeteiligten und Behörden in Hinblick auf die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Brandschutzes. Die vergangene Praxis, aufgrund von Finanzknappheit jeweils nur „die gröbsten Löcher zu stopfen“, führt langfristig nicht nur zu teilweise desaströsen brandschutztechnischen Zuständen, sondern verteuert auch die dann erforderlichen Sanierungsmaßnahmen mangels eines abgestimmten Gesamtkonzeptes unnötig.

Gerade deswegen wurden die bisher erstellten Unterlagen bereits vielfach genutzt, um besonders kritische Räumlichkeiten oder Gebäude wieder in einen brandschutztechnisch akzeptablen Zustand versetzen zu können.

So wurde zum Beispiel der Treppenraum des „Hochhauses am Okerufer“ durch neue Entrauchungsmaßnahmen ertüchtigt, so dass die Nutzung des aus Gründen der Brandsicherheit vorübergehend geschlossenen Scene-Labs, eines gläsernen Galeriegeschosses auf dem Dach des Gebäudes, wieder möglich war.

Das Chemiegebäude „Hans-Sommer-Straße 10“ wurde im Rahmen eines Sofort-Paketes mit neuer Brandmeldetechnik und einem Internalarm ausgestattet. Eine stählerne Außentreppe als zweiter baulicher Rettungsweg aus allen Laborräumen befindet sich derzeit in der Planung und Umsetzung.

Umfangreiche Umbaumaßnahmen in der „Alten Pädagogischen Hochschule“ konnten frühzeitig brandschutztechnisch bewertet, im Bau begleitet und im Gesamtkonzept des Gebäudes berücksichtigt werden.

Von großem Nutzen für die schutzzielorientierte Beurteilung der Bestandsgebäude ist die Einteilung der Büro- und Verwaltungsbereiche in interne Nutzungseinheiten in Anlehnung an § 33 (1) der Musterbauordnung (MBO) [5]. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, die Institutsgrundrisse, z. B. bei Neuberu-

fungen oder Umzügen frühzeitig mit den Betroffenen so abzustimmen, dass sie in vorhandene interne Nutzungseinheiten eingepasst werden können. Innerhalb ihrer Nutzungseinheiten können sich die Nutzer weitestgehend frei von brandschutztechnischen Auflagen entfalten.

Bedauerlicherweise hat diese brandschutztechnisch sinnvolle und für den verantwortungsvollen Umgang mit dem stets zu geringen Budget für Sanierungsmaßnahmen hilfreiche Lösung mit größeren Nutzungseinheiten noch keinen Eingang in die Niedersächsische Bauordnung gefunden. Es ist zu hoffen, dass dies im Zuge der Novellierung der NBauO nachgeholt wird.

WEITERE AUFGABEN UND AUSBLICK

Die beschriebene Brandschutzdokumentation wird die Datengrundlage bilden, um ein objektives, möglichst allgemeingültiges brandschutztechnisches Bewertungssystem für verschiedenen Arte von Hochschulgebäuden zu entwickeln. Ziel ist es, nicht nur den Status eines Gebäudes einfach und sicher zu ermitteln, sondern auch die Vergleichbarkeit verschiedener Gebäude zu erreichen.

Die wissenschaftliche Herausforderung besteht darin, bisherige Bewertungssysteme, zum Beispiel nach Fire-Tech [6] oder Dehne [7], dahingehend zu erweitern und zu verallgemeinern, dass verschiedenste Sonderbauarten damit evaluiert und auch untereinander verglichen werden können.

Desweiteren soll ermöglicht werden, sowohl die Schadenpotenziale eines mit Brandschutzmängeln behafteten Gebäudes als auch die entsprechenden Ertüchtigungsmaßnahmen mit (Kennwerten für) Kosten zu verknüpfen, um ein unter Kosten-Nutzen-Aspekten optimiertes Ertüchtigungskonzept ableiten zu können.

LITERATUR

[1] Thomas Kleinhans: Feuerwehr Fachzeitschrift, 2006/1262

[2] Spiegel-Online, 16.05.2008

[3] Niedersächsische Bauordnung vom 10.02.2003, zuletzt geändert am 14.11.2006 inkl. Durchführungsverordnungen und Sonderbauverordnungen.

[4] Kevin McGrattan et. al.: NIST Special Publication 1019-5, Fire Dynamics Simulator (Version 5) User´s Guide

[5] Musterbauordnung – MBO - , Fassung November 2002

[6] FIRE-TECH, Fire Risk Evaluation To European Cultural Heritage, Decision Supporting Procedure Users Guide, April 2005

[7] Dehne, M.: Probabilistisches Sicherheitskonzept für die brandschutztechnische Bemessung, Dissertation TU Braunschweig, 2003

SITZUNG 4

UMGANG MIT ABWEICHUNGEN

Sitzungsleitung: G. Famers, München

ABWEICHUNGEN VON BRANDSCHUTZVORSCHRIFTEN – AUSNAHMEN ODER REGEL?

Willi Siegfried
HHP Nord/Ost, Beratende Ingenieure GmbH, Braunschweig

EINLEITUNG

Aus der Sicht des Brandschutzingenieurs kann die Antwort auf die in der Überschrift angesprochene Fragestellung vorweg genommen werden. Die Abweichung stellt, zumindest im Bereich der Sonderbauten, keine Ausnahme dar. Dies bedeutet nicht, dass die zur Genehmigung anstehenden Gebäude in allen Belangen von den Bauordnungen oder Sonderbauvorschriften abweichen. Im Regelfall beschränken sich die Abweichungen auf Teilaspekte, allerdings in unterschiedlichem Ausmaß.

Der vorliegende Beitrag befasst sich daher mit typischen Frage- und Problemstellungen, die sich im Rahmen des Genehmigungsprozesses herausbilden. Da Abweichungen in ihrer Gesamtheit im Rahmen eines Vortrags nicht behandelt werden können, werden beispielhaft typische Abweichungen aufgegriffen, anhand derer sich die häufiger auftretenden Probleme verdeutlichen lassen. Hierzu gehören aber auch die verschiedenen Verfahrensweisen im Genehmigungsverfahren. Es ist kein Geheimnis, dass die gleiche Fragestellung von unterschiedlichen Personen auch unterschiedlich bewertet wird. Das Ausmaß der Bewertungsunterschiede ist zum Teil beträchtlich Daher liegt es im Interesse des Brandschutzingenieurwesens, zu einer höheren Konvergenz bei der Bewertung von Schutzzielen und geeigneten Schutzmaßnahmen beizutragen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, über die einzelnen Beispiele hinauszugehen und die grundsätzliche Behandlung von Abweichungen zu diskutieren.

TYPISCHE ABWEICHUNGEN

Zu den typischen Abweichungen gehören erfahrungsgemäß:

- Brandabschnittsbildung,
- Aufhebung der Geschosstrennung,
- Reduzierung der Anforderungen an Trennwände (typischerweise bei Verglasungen), bzw. generell bei Bauteilen,
- Überschreitung der Rettungsweglänge,
- Unterschreitung der Rettungswegbreite,
- Struktur der Rettungswege, z.B. Verzicht auf notwendige Flure,
- „Abweichungen“ aufgrund unterschiedlicher Interpretationen.

Die Gründe für die Abweichungen sind vielfältig. Sie entstehen oftmals aus einem architektonischen Konzept heraus oder einfach aufgrund geometrischer Zwangspunkte, die dazu führen, dass bestimmte Anforderungen nicht vollständig umsetzbar sind bzw. nur zu sehr nachteiligen Bedingungen. Auch hier ist es kein Geheimnis, dass Kosteneinsparungen ein häufiger Beweggrund für Abweichungen sind oder dass sich einige Planer und Architekten im Umgang mit der Bauordnung schwerer tun als andere.

Ein Grund für die Existenz von Abweichungen liegt in der Struktur der vorhandenen Regelwerke selbst. Die Verordnungen und Richtlinien sollen relativ komplexe Sachverhalte durch relativ wenige Einzelvorgaben regeln. Dies führt zwangsläufig dazu, dass Gebäudekonzepte nicht ohne Weiteres mit diesen Vorgaben in Einklang zu bringen sind oder dass Interpretationsbedarf entsteht. Verstärkt wird dies durch die Art der Vorgaben: es handelt sich im Prinzip um Maßzahlen, deren Einhaltung gefordert wird. Beispiele für solche Maßzahlen stellen die geforderten Feuerwiderstandsklassen, die zulässigen Rettungswegläng en und die Mindestbreiten der Rettungswege dar. Die Begründungen für diese Maßzahlen sind keinesfalls eindeutig, d. h. sie beruhen nicht auf detaillierten Untersuchungen, sondern oftmals auf dem Umstand, dass man bei Einhaltung dieser Maßzahlen im Großen und Ganzem gute – oder zumindest keine schlechten - Erfahrungen gemacht hat. Dies schließt jedoch nicht aus, dass sich das gewünschte Sicherheitsniveau mit veränderten Maßzahlen ebenfalls einhalten lässt. Das führt zu der Frage, anhand welcher Kriterien Abweichungen zu behandeln und zu begründen sind.

BEHANDLUNG VON ABWEICHUNGEN

Nach § 67 der Musterbauordnung - MBO - kann die Bauaufsichtsbehörde Abweichungen von Anforderungen dieses Gesetzes und aufgrund dieses Gesetzes erlassener Vorschriften zulassen, wenn sie unter Berücksichtigung des Zwecks der jeweiligen Anforderung und unter Würdigung der öffentlich-rechtlich geschützten nachbarlichen Belange mit den öffentlichen Belangen, insbesondere den Anforderungen des § 3 Abs. 1 vereinbar sind. § 3 Abs. 3 Satz 3 bleibt unberührt; [der Zulassung einer Abweichung bedarf es auch nicht, wenn bautechnische Nachweise durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt werden].

Der genannte § 3 der MBO gibt in Absatz 1 vor, dass Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten sind, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

Vereinfacht ausgedrückt heißt dies, dass sich durch die Abweichung keine erhöhte Gefährdung ergeben darf und die allgemeinen Schutzziele in gleichem Umfang erreicht werden. Insbesondere folgt daraus nicht, dass in jedem Fall besondere anlagentechnische Maßnahmen zur Kompensation ergriffen werden müssen oder dass jede Abweichung unbedingt einer gesonderten Kompensa-

tionsmaßnahme bedarf. Somit kann eine Abweichung bei besonderen Randbedingungen auch ohne Kompensationsmaßnahme auskommen, oder eine automatische Löschanlage kann durchaus eine Kompensation für verschiedene Abweichungen darstellen. Eine rein numerische Gegenüberstellung von Abweichungen und Kompensationsmaßnahmen berücksichtigt nicht die Qualität der einzelnen Kompensationsmaßnahmen und führt u. U. zu überzogenen Anforderungen. In welchem Umfang eine besondere Kompensationsmaßnahme überhaupt erforderlich ist, richtet sich nach dem Umfang der Abweichung und der dem Brandschutzkonzept zugrunde liegenden Analyse.

BEISPIELE FÜR ABWEICHUNGEN UND IHRE BEHANDLUNG

Wie bereits eingangs erwähnt, gibt es eine Vielzahl von Abweichungen, so dass eine vollständige Behandlung weit jenseits der Möglichkeiten dieses Beitrags liegt. Die Auswahl der nachfolgenden Beispiele ist daher nicht repräsentativ, sie genügt aber, um die damit einhergehenden Probleme zu beleuchten. Die nachstehend aufgeführten Themen enthalten darüber hinaus auch Beispiele dafür, dass Sachverhalte als Abweichungen angesehen werden, die keine sind.

Überschreitung der Brandabschnittsgröße

Ein Kennzeichen des oben angesprochenen Interpretationsspielraums stellen vermeintliche Abweichungen dar. Dazu gehört das erste Beispiel, welches dem Brandschutzatlas [1] entnommen ist, dessen Aktualität aber nach wie vor gegeben ist. Ausgangspunkt ist die Anforderung, dass ausgedehnte Gebäude durch Brandwände zu unterteilen sind, wobei die Abstände dieser Brandwände nicht mehr als 40 m betragen soll. Bild 1 (in Anlehnung an eine Abbildung im Brandschutzatlas [1]) zeigt das Problem. Während ein Gebäude mit rechteckigem Grundriss und Abmessungen kleiner als 40 m keiner inneren Brandwand bedarf, kommt es immer wieder vor, dass für L-förmige Gebäude Brandwände gefordert werden, weil die „Abwicklung“ die geforderten 40 m überschreitet.

Da der Abstand die kürzeste Entfernung zwischen zwei Punkten beschreibt, ist diese „Interpretation“ der Anforderung nicht korrekt. Risikotechnisch gesehen bedeutet die geringere Fläche zudem in jedem Fall eine geringere potenzielle Brandausbreitung und eine bessere Zugänglichkeit für Löschmaßnahmen.

Allgemein resultiert die Anforderung bezüglich des Abstands von 40 m aus der Anforderung, der Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb von Gebäuden vorzubeugen und wirksame Löscharbeiten zu ermöglichen. Die Konkretisierung des letztgenannten Schutzziels führt zu der Forderung, dass die Brandausbreitung möglichst nicht über Flächen erfolgen soll, die durch die Feuerwehr nicht mehr beherrscht werden können. Diese Betrachtungen führen unmittelbar zu der Schlussfolgerung, dass die Fläche eines Brandabschnitts, obwohl nicht explizit genannt, eine entscheidendes Kriterium für die Begründung einer Abweichung sein kann. Dieses Kriterium wird in den Genehmigungsverfahren

oftmals kontrovers diskutiert und manchmal mit der Begründung abgelehnt, dass eben 40 m gefordert seien.

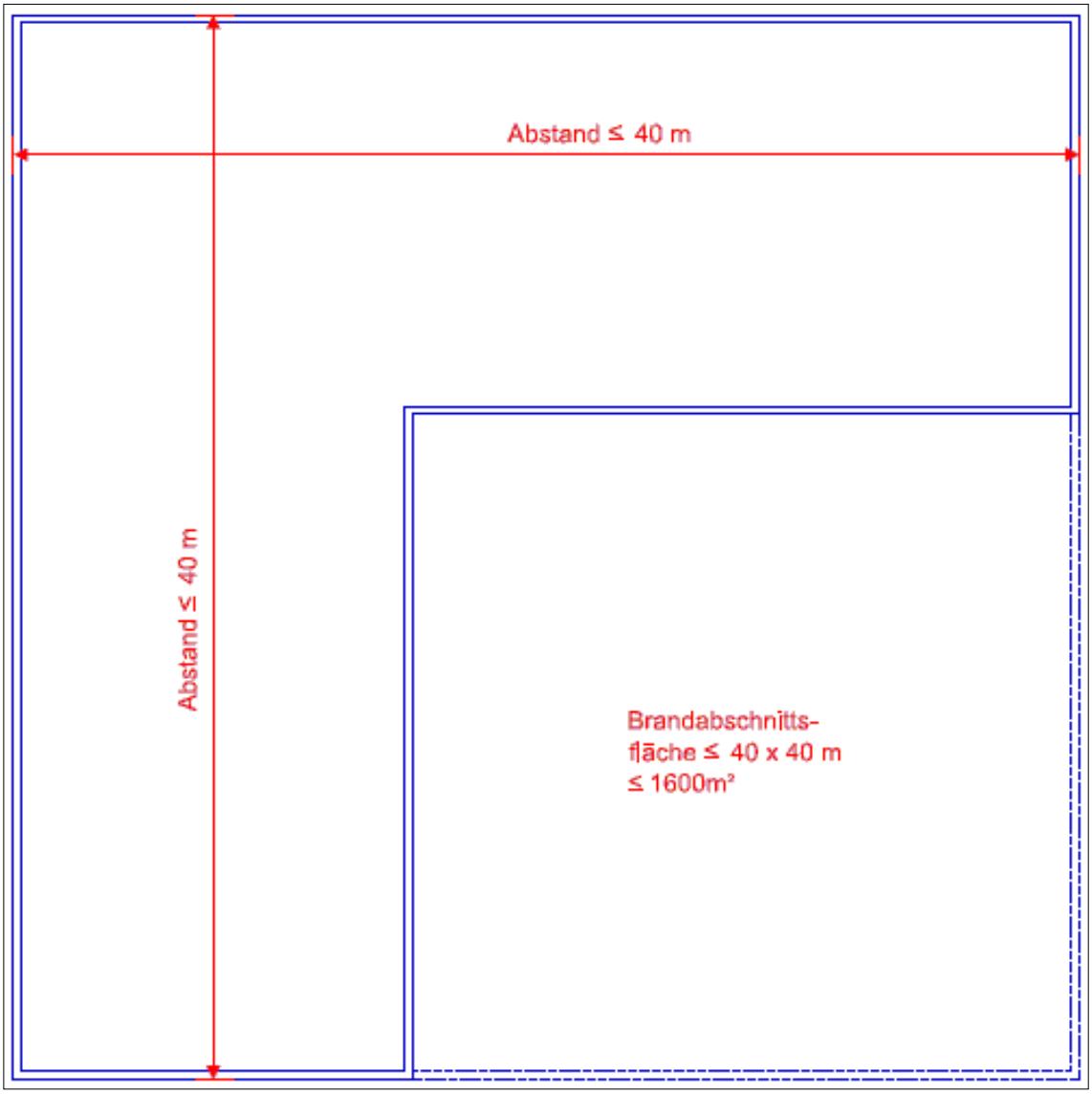


Bild 1 Vergleich von Gebäudegrundrissen

Während Sprinkleranlagen und Brandmeldeanlagen mit automatischen Meldern in den meisten Fällen als Kompensation für die Überschreitung des Brandwandabstands akzeptiert werden, gibt es aber noch andere Randbedingungen, die als Begründung für die Abweichung im Genehmigungsprozess kritischer gesehen werden. Dazu gehören die Nutzung, die innere Struktur eines Gebäudes mit brandschutztechnisch qualifizierten Trennwänden, die verwendeten Baustoffe, die Geschossigkeit und die Zugänglichkeit für die Feuerwehr. Je nach Gebäudeform und Überschreitung des geforderten Abstands ist eine Kombination dieser Maßnahmen durchaus geeignet, das Risiko der Brandausbreitung in gleichem Umfang zu mindern wie eine Lösch- oder Brandmeldeanlage.

Abweichungen bei Anforderungen an Bauteile

Das nachfolgende Beispiel stellt eine Kombination dar, bei der durch Reduzierung der Feuerwiderstandsklasse der Trennwände auch die Frage der Geschosstrennung berührt ist. Bild 2 zeigt einen Schnitt durch einen Teil eines Gebäudes, welches aufgrund der Nutzung der Versammlungsstättenverordnung unterliegt. Man erkennt die Ebene 0, welche als Foyer genutzt wird, sowie die Ebenen 1 bis 3. Die Ebene 1 ist luftraumtechnisch mit der Ebene 0 verbunden, die Ebene 2 ist gegenüber der Ebene 1 durch Geschossdecken entsprechend den Anforderungen getrennt. Die Abweichung ergibt sich aus der Verbindungstreppe, die in der dargestellten Form von der Ebene 0 bis zur Ebene 2 führt und auf der Ebene 2 durch eine Verglasung in der Feuerwiderstandsklasse F 30 abgetrennt werden soll. Hierfür war ein Nachweis gefordert. Dieser wurde unter den folgenden Randbedingungen geführt:

- Das Gebäude verfügt über eine automatische Löschanlage und eine Brandmeldeanlage mit Rauchmeldern.
- Die an das Foyer auf den Ebenen 0 und 1 angrenzenden Versammlungsräume sind feuerbeständig abgetrennt.
- Bei dem Raumbereich auf Ebene 1, in dem die Treppe mündet, handelt es sich um eine Verkehrsfläche zur Erschließung von Seminarräumen.

Dieses Beispiel ist typisch für ähnlich gelagerte Fälle, bei denen nachzuweisen ist, dass die Reduzierte Feuerwiderstandsklasse von Trennwänden aufgrund der Sprinkleranlage gerechtfertigt ist. Zur Begründung werden zunächst nochmals die Randbedingungen diskutiert.

Das Foyer auf Ebne 0 kann sicherlich Brandlasten enthalten. Aufgrund der Tatsache, dass hierüber Versammlungsräume erschlossen werden, ist aber nicht davon auszugehen, dass ausgedehnte Bereiche mit großen Brandlasten auftreten. Dies gilt noch mehr für die Ebene 1, bei der man aufgrund der verfügbaren Breite und der notwendigen Verkehrsfläche größere Brandlasten praktisch ausschließen kann. Auf der Ebene 2 sind angrenzend an die Verglasungen Brandlasten vorhanden; daher ist dies der kritische Lastfall.

Weitere Beispiele für die kontroverse Einschätzung von Randbedingungen bei Vorhandensein einer automatischen Löschanlage ergeben sich bei dem Thema Brandüberschlag, hier insbesondere auf Außentreppen oder zwischen Nutzungseinheiten und Geschossen. Dabei folgt die Verhinderung des Brandüberschlags zwischen Nutzungseinheiten nicht zwingend aus der Bauordnung.

In diesen Fällen spielt insbesondere die Wirkung einer Sprinkleranlage und deren Auslöseverhalten eine Rolle. Daher wird dieses Thema hier anhand von Experimenten diskutiert.

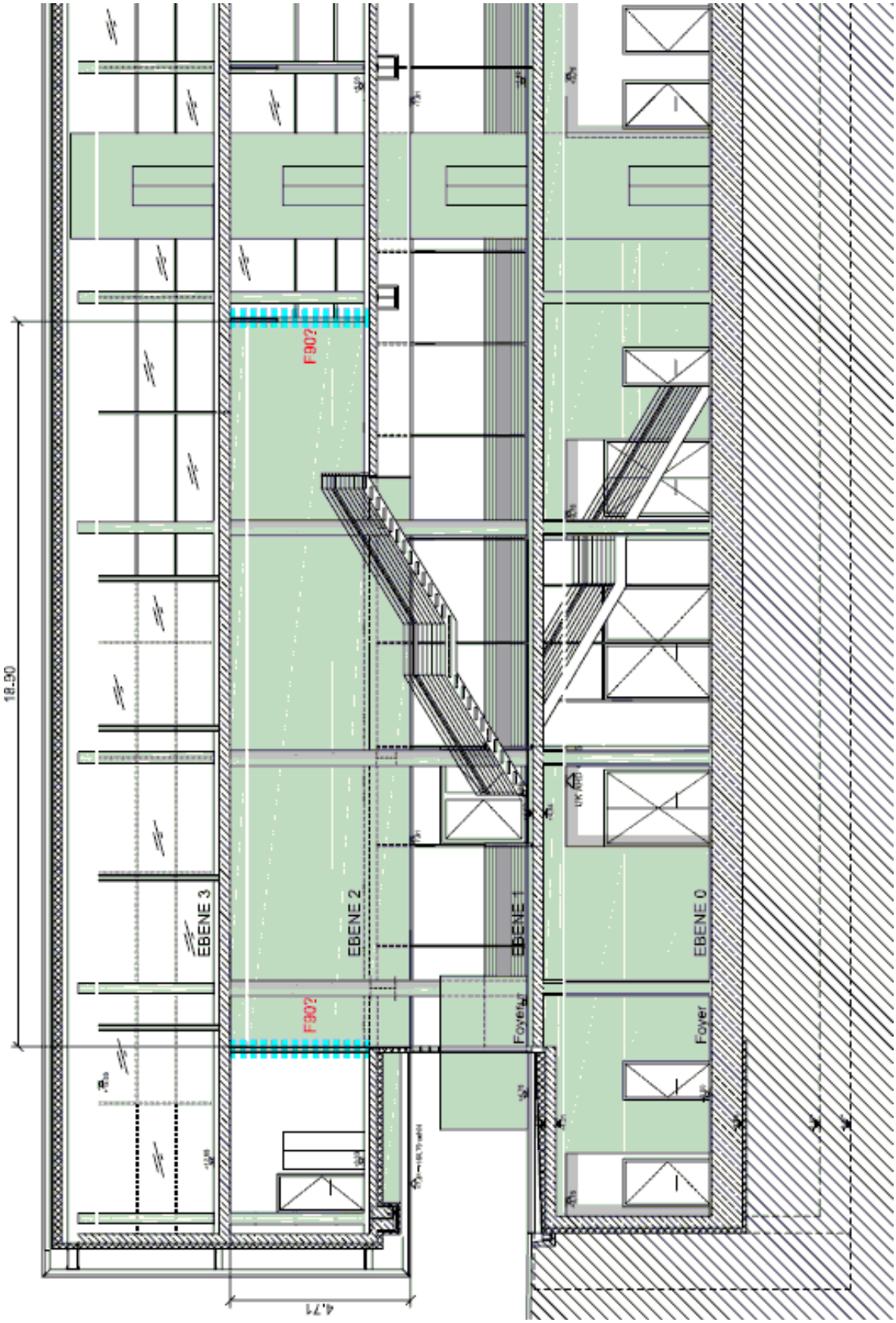


Bild 2 *Beispiel für den Abschluss einer Deckenöffnung*

Bei den in [2] genannten Experimenten wurden Raumbrände in leerstehenden Wohnungen untersucht. Neben der Messung von Temperaturverläufen an verschiedenen Raumpunkten innerhalb der Wohnräume, die durch offene Türen miteinander in Verbindung standen, bestand ein Untersuchungsziel in der Ermittlung des Auslöseverhaltens von Decken- und Seitenwandsprinklern. Dabei erfolgte lediglich eine Messung des Auslösezeitpunkts ohne Wasserzufuhr, so dass der weitere Brandverlauf unbeeinflusst blieb. Die Brandlasten bestanden aus Einrichtungsgegenständen wie Betten in verschiedener Ausführung. Die Brandlastmenge variierte zwischen ca. 80 kg und 400 kg. Als Kriterium für das Temperaturniveau wird nicht die Temperatur am Sprinklerkopf, sondern die maximale Temperatur verwendet, die aus den unterschiedlichen Messorten ermittelt werden kann. Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die maximale Raumtemperatur zum Zeitpunkt der Sprinklerauslösung bei allen Experimenten unterhalb von 120 °C lag. Dies gilt auch für die ebenfalls untersuchten Seitenwandsprinkler.

Daraus folgt, dass bei beginnender Wasserbeaufschlagung eine Maximaltemperatur im Raum von 120 °C nicht überschritten wird.

Diese Ergebnisse werden auch durch die in [3] beschriebenen Experimente belegt, die darüber hinaus weitere Einsichten bei größeren Raumhöhen vermitteln. Hierbei wurden Brandexperimente in einem 20,5 m x 21,7 m großen Raum durchgeführt, dessen Decke variabel auf unterschiedliche Höhen eingestellt werden kann. Die Berandung erfolgte durch Rauchschürzen, die eine Höhe von 1,8 m aufwiesen. Damit wurden einerseits eine gute Luftzufuhr und andererseits ein ausreichend hoher Wärmestau erreicht. Mit Hilfe von einstellbaren Lachenbränden wurden unterschiedliche Wärmefreisetzungsraten untersucht, die schnell auf einen konstanten Wert geführt wurden (stationäre Phase).

Diese Versuche eignen sich noch besser zum Vergleich mit den genannten Randbedingungen, da Raumhöhen von 3,1 m und 7,6 m Gegenstand der Parametervariation waren. Hinsichtlich der hier genannten Beispiele sind insbesondere die Experimente 1, 2 und 4 von Interesse. Bei den Versuchen 1 und 2 wurde eine Wärmefreisetzungsrate von 850 kW bei einer Raumhöhe von 3,1 m untersucht. Der Versuch 4 fand bei einer Raumhöhe von 7,6 m und einer Wärmefreisetzungsrate von ca. 4 MW statt. Dies sind typischerweise auch die Raumhöhen, wie sie sich bei den genannten Beispielen ergeben. Es ist daher nicht nur ablesbar, ob unter den gegebenen Randbedingungen eine Auslösung der Sprinkler erfolgt, sondern auch welche Temperaturentwicklung zu erwarten ist.

Bei den Experimenten 1 und 2 mit Wärmefreisetzungsraten von 850 kW und einer Raumhöhe von 3,1 m entsteht ein Temperaturmaximum im unmittelbaren Brandumfeld zwischen 400 °C und 500 °C. Daraus ist eindeutig ableitbar, dass die Auslösung der Sprinkler bei diesen Raumhöhen noch deutlich unterhalb einer Wärmefreisetzungsrate von 850 kW erfolgt. Selbst bei einer verzögerten Auslösung der Sprinkler und einer maximalen Temperaturbeauschlagung wird beispielsweise eine F30-Verglasung nicht gefährdet.

Experiment 4 ist interessant, da es auf die Temperaturverhältnisse bei deutlich höheren Räumen (7,6 m) schließen lässt.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über den zeitlichen Verlauf der Wärmefreisetzungsrate (HRR in kW) und die Temperaturverläufe unterhalb der Decke in verschiedenen Abständen (d in m).

Die Tabelle 1 wird durch Tabelle 2 ergänzt, die zudem zeigt, dass bei größeren Raumhöhen die Temperaturen in der unmittelbaren Umgebung der Flamme höher sein können als unterhalb der Decke.

Tabelle 1 Wärmefreisetzungsrate und Temperaturwerte in verschiedenen Abständen zum Brandort in Abhängigkeit von der Zeit

Zeit in s	HRR	d = 0 m	d = 2,1 m	d = 4,7 m	d = 7 m
0	0 kW	12 °C	12 °C	12 °C	12 °C
100	566 kW	40 °C	25 °C	19 °C	20 °C
200	1198 kW	80 °C	50 °C	38 °C	38 °C
300	2064 kW	125 °C	90 °C	66 °C	64 °C
400	3164 kW	190 °C	130 °C	110 °C	100 °C
500	4200 kW	250 °C	175 °C	150 °C	136 °C
600	4200 kW	248 °C	180 °C	155 °C	140 °C

Tabelle 2 Temperaturverlauf in unterschiedlichen Raumhöhen oberhalb des Brandherds

Zeit in s	h = 7,5 m	h = 6,3 m	h = 5,9 m
0	12 °C	12 °C	12 °C
100	40 °C	34 °C	34 °C
200	80 °C	40 °C	40 °C
300	125 °C	90 °C	124 °C
400	190 °C	180 °C	280 °C
500	250 °C	200 °C	300 – 400 °C

Aus den Daten ist eindeutig feststellbar, dass die Auslösekriterien der Sprinkler bei dieser Raumhöhe mit einer Wärmefreisetzungsrate zwischen 1200 kW und 2000 kW erreicht werden. Geht man konservativ davon aus, dass die Sprinkler bei einer Umgebungstemperatur von 100 °C auslösen, dann entspricht dieser Zeitpunkt von 300 Sekunden einer Wärmefreisetzungsrate von ca. 2 MW. Beim Auslösezeitpunkt sind die Temperaturwerte über der Höhe noch nicht sehr unterschiedlich und die auftretende Maximaltemperatur unterhalb der Decke liegt bei ca. 125 °C. Der stationäre Bereich mit einer konstanten Wärmefreisetzungsrate von ca. 4 MW ist durch Maximalwerte von 250 °C gekennzeichnet.

Aus der Tabelle 2 ist ersichtlich, dass mit zunehmender Flammenhöhe im Brandnahbereich höhere Temperaturen zu erwarten sind. Insgesamt ist aber aus diesen Experimenten ablesbar, dass Sprinkler selbst bei Raumhöhen von 7,6 m ausreichend sicher die Auslösetemperatur erreichen. Selbst bei stark verzögerter Auslösung oder Abschirmung eines Sprinklerkopfes werden unter diesen Randbedingungen keine Temperaturwerte im Bereich von 500 °C erreicht. Es ist darüber hinaus nochmals zu betonen, dass die genannten Temperaturen ohne die Kühlwirkung der Sprinkler gemessen wurden.

Anhand der Ergebnisse kann daher insgesamt festgestellt werden, dass der Temperaturmittelwert zum Auslösezeitpunkt der Sprinkler 100 °C nicht oder nicht signifikant überschreitet. Weiterhin ist ersichtlich, dass bei diesen Randbedingungen weder ein Brandüberschlag stattfindet, noch eine F 30-Verglasung gefährdet werden kann.

Bei Abweichungen in Bezug auf die Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsklasse von tragenden Bauteilen sind kontroverse Ansichten ausgeprägter. Dies ist im Prinzip auch nachvollziehbar, da bei gleicher Auftretenswahrscheinlichkeit auslegungsrelevanter Lastfälle das Schadensausmaß ungleich größer sein kann als beispielsweise bei Trennwänden. Die Reduzierung von Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse von Tragwerken erfordert daher in der Regel eine genauere Betrachtung der vorliegenden Randbedingungen, um dem höheren Risiko zu begegnen. Zu den wichtigsten Einflussgrößen gehören hierbei:

- Eingrenzung der Nutzung,
- Festlegbarkeit der Brandlastdichte,
- Lage der Bauteile (z.B. außen, große Abstände von den Brandlasten, etc.),
- Auslösezeitpunkt und Auslegung von automatischen Löschanlagen,
- Brandentwicklungsdauer bis zum Einsatz von Löschmaßnahmen,
- Erreichbarkeit, bzw. Zugänglichkeit für Löschmaßnahmen und
- Art der Feuerwehr.

In Anbetracht der genannten Einflussgrößen und fehlender statistischer Grundlagen ist es schwierig, allgemeine Regeln aufzustellen. Hier müssen Einzelfallbetrachtungen durchgeführt werden.

Abweichungen bei Rettungswegen

Die Behandlung der Abweichungen bei Rettungswegen ist hinsichtlich der aufgelisteten Themenbereiche sehr unterschiedlich. Beispielsweise haben sich bei der Überschreitung der maximal zulässigen Rettungsweglänge bestimmte Vorgehensweisen etabliert, die sich nach dem Ausmaß der Überschreitung richten. Bei geringen Überschreitungen bestehen bei ansonsten eingehaltenen Anforderungen und entsprechender Übersichtlichkeit der Rettungswege meist keine Bedenken. Bei größeren Überschreitungen ist wiederum der Einzelfall entscheidend. Hier stellen die betroffene Personenzahl, die betroffene Fläche, die Ausbildung des zweiten Rettungswegs und die Rauchausbreitung entscheidende Kriterien dar. In Abhängigkeit von der Analyse werden dann anlagentechnische Maßnahmen wie die Ausstattung mit automatischen Rauchmeldern (BMA), Alarmierung und Entrauchungsmaßnahmen akzeptiert.

Komplexer wird die Situation bei einer Unterschreitung der geforderten Mindestbreite von Rettungswegen. Dies betrifft insbesondere Verkaufs- und Versammlungsstätten. Obwohl sich in den letzten Jahren die Verwendung von Personenstromanalysen mehr und mehr durchsetzt, entstehen Diskussionen oftmals in Bezug auf die anzusetzenden Personenzahlen. Dies soll an zwei Beispielen verdeutlicht werden.

Verkaufsstätten weisen in Abhängigkeit von der Art der Verkaufsstätte sehr unterschiedliche Personenbelegungen auf. Der vfdb-Leitfaden [4] unterscheidet beispielsweise Bereiche mit ebenerdigen Zugängen (0,5 P/m²) von sonstigen Geschossen (0,3 P/m²) und Einkaufsmärkte für Großgeräte oder Möbel (0,1 P/m²). Insbesondere der letztgenannte Typus führt bei der Abstimmung zu Diskussionen. Aus eigener Erfahrung kann dieser Wert aber bestätigt werden. Da die Firmen ein eigenes Interesse an den Besucherzahlen haben, liegen diesbezüglich Personenzählungen vor, die auch Verkaufstage mit besonders hoher Frequentierung beinhalten. Diese Zählungen bestätigen die im Leitfaden genannten Zahlen. Wenn insbesondere Zählungen vorliegen, die über mehrere Jahre an unterschiedlichen Orten durchgeführt wurden, dann besteht kein Anlass, diese Zahlen nicht als Auslegungsgrundlage zu verwenden.

Noch schwieriger gestalten sich die Abstimmungen bezüglich der Personenzahlen in Bezug auf Versammlungsräume. Hier gibt die Versammlungsstättenverordnung Regelungen vor, die sich nicht auf alle Arten von Versammlungsräumen anwenden lassen. Als Beispiel seien hier Fitnessstudios genannt. Diese werden in der Regel als Versammlungsstätten behandelt, wobei man diskutieren könnte, ob hierbei der Veranstaltungscharakter wirklich gegeben ist. Unabhängig von dieser Fragestellung stellt sich hier dann die Frage, nach welcher Personenzahl auszulegen ist. Hierfür gibt der vfdb-Leitfaden für Be-

reiche mit Geräten eine Belegungsdichte von 0,2 P/m² an. Obwohl die Regelungen der Versammlungsstättenverordnung offensichtlich nicht zu dieser Art von Nutzung passen, führt die Auslegung anhand dieser realistischen Zahlenwerte häufig zu Diskussionen.

Die Anwendung der Auslegungskriterien für die Ausstattung von Versammlungsräumen mit Tischen oder einer Bestuhlung führt oftmals zu Härtefällen, da die geplante Nutzung nicht zu den verordneten Personenzahlen führt. Dabei gibt es anscheinend eine Tendenz, Abweichungen in Form von genehmigten Belegungsplänen nicht mehr zuzulassen. Es steht außer Frage, dass bestimmte Nutzer sich nicht an genehmigte Randbedingungen halten, es ist aber fragwürdig, andere Nutzer oder Veranstalter aus diesem Grund zu Bauweisen zu zwingen, die sie niemals benötigen.

Abweichungen bei der Struktur von Rettungswegen

Bei der Struktur von Rettungswegen handelt es sich um die Anforderungen an die Gestaltung der Rettungswege, insbesondere um das Erfordernis notwendiger Flure. Dies ist bei Nutzungseinheiten, insbesondere bei zweigeschossigen Nutzungseinheiten mit Öffnungen in der Geschossdecke, baurechtlich noch nicht in allen Bundesländern gleichermaßen geregelt. Daraus ergeben sich zwangsläufig unterschiedliche Anforderungen im Genehmigungsverfahren. Es liegt auf der Hand, dass Architekten und Bauherren ähnliche Bedingungen in allen Bundesländern umsetzen möchten.

Abgesehen von dieser eher komplexeren Fragestellung existieren aber auch selbst bei relativ einfachen Situationen unterschiedliche Interpretationen. Ein Beispiel hierfür ist in Bild 3 dargestellt. Im Grundriss befindet sich am oberen Ende ein Konferenzraum für maximal 20 Personen. Hier wurde die Frage nach einem zweiten Rettungsweg durch Anleiterbarkeit aufgeworfen. Ausgelöst wurde diese Anforderung durch eine Öffnung in der Geschossdecke. Diese Abweichung wird jedoch durch eine entsprechende Ausbildung der Trennwände im notwendigen Flur um die Deckenöffnung herum (Darstellung durch unterbrochene Linien) kompensiert. Der zweite Rettungsweg über den notwendigen Flur ist trotzdem noch gegeben.

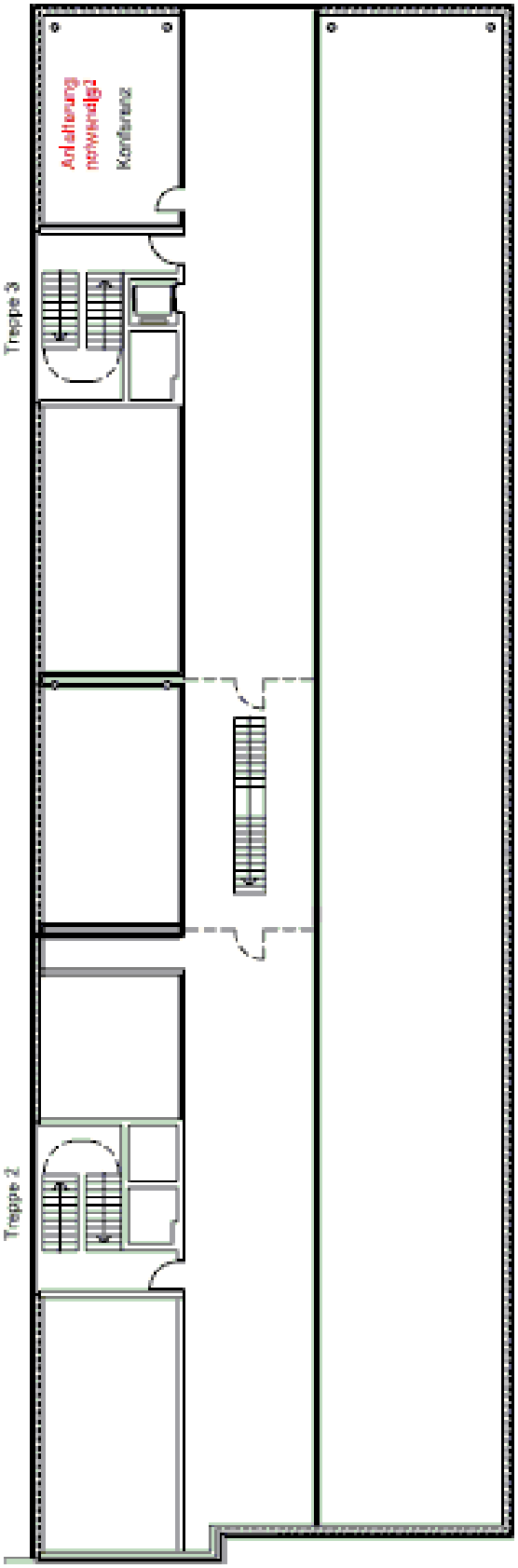


Bild 3 Grundriss eines Geschosses mit notwendigem Flur

Bei der Frage zweigeschossiger Nutzungseinheiten steht nicht nur die unterschiedliche Behandlung in den Landesbauordnungen zur Diskussion, sondern auch die Frage, inwieweit Abweichungen von der 400 m²-Regel zulässig sind. Solche Abweichungen werden sehr unterschiedlich behandelt und erfordern oftmals einen Nachweis. Dabei steht der Brandschutzingenieur vor dem Problem, dass sehr unterschiedliche Risikosituationen zu vergleichen sind. Auf der einen Seite steht der notwendige Flur mit Unterteilung in Rauchabschnitte und auf der anderen Seite eine nach Musterbauordnung mögliche zweigeschossige Nutzungseinheit von 400 m² Geschossfläche mit zwei unabhängigen Rettungswegen in jedem Geschoss, wovon der eine im Prinzip durch Anleiterbarkeit verwirklicht werden kann. Im letzten Fall wird kein notwendiger Flur gefordert und weitere Einschränkungen sind nicht vorgesehen.

Im Folgenden werden daher die Risikosituationen für zwei unterschiedliche Randbedingungen gegenübergestellt. Die erste Situation in Bild 4, die der Beispielsammlung für das Programm FDS+Evac [5] entnommen ist, zeigt ein zweigeschossiges Gebäude mit einer Grundfläche von 800 m² im Erdgeschoss und 480 m² im 1. Obergeschoss, wobei die beiden Geschosse durch einen Luftraum verbunden sind. Das obere Geschoss weist nur einen Rettungsweg über den in der Mitte dargestellten Treppenraum auf. Beide Geschosse sind mit jeweils 70 Personen belegt. Um Missverständnissen vorzubeugen, sei hier gesagt, dass die Intention dieses Vergleichs nicht darin besteht, nachzuweisen, dass der zweite Rettungsweg nicht notwendig ist. Bild 5 zeigt die klassische Flursituation. Für beide Randbedingungen wurden Simulationsrechnungen mit der gleichen Brandentwicklung durchgeführt.

Bei der zweigeschossigen Situation starten die Personen nach einer Reaktionszeit von 2 - 3 Minuten (Verteilung mit einem Mittelwert bei 150 s) und durch den zeitlichen Ablauf ergibt sich ein Maßstab für die Beurteilung der klassischen Flursituation.

Die Bilder 6 und 7 geben die Ergebnisse nach 160 s wieder. Zu diesem Zeitpunkt ist der Flur bereits stark verraucht. Demgegenüber sind bei der zweigeschossigen Anordnung aufgrund der vorhandenen Entrauchung und der geometrischen Randbedingungen noch beide Ebenen begehbar. Die weitere Berechnung liefert für den zweigeschossigen Bereich nach 200 s immer noch Bedingungen, bei denen die Personen das Gebäude verlassen können, während der Flur eindeutig nicht mehr begehbar ist.

Dieser Vergleich zeigt also, dass zweigeschossige Nutzungseinheiten gegenüber der klassischen Flursituation durchaus Vorteile aufweisen können, er zeigt zudem dass Abweichungen von der 400 m²-Regel möglich sind. Im vorliegenden Beispiel wird dies durch relativ geringe Rauchabzugsflächen von insgesamt 4 m² und die vorhandene Geometrie ermöglicht. Es ist sogar davon auszugehen, dass die untersuchte Situation günstiger ausfällt als bei den Randbedingungen, die nach MBO zulässig sind. Dies gilt auch für den Aspekt der Brandbekämpfung.

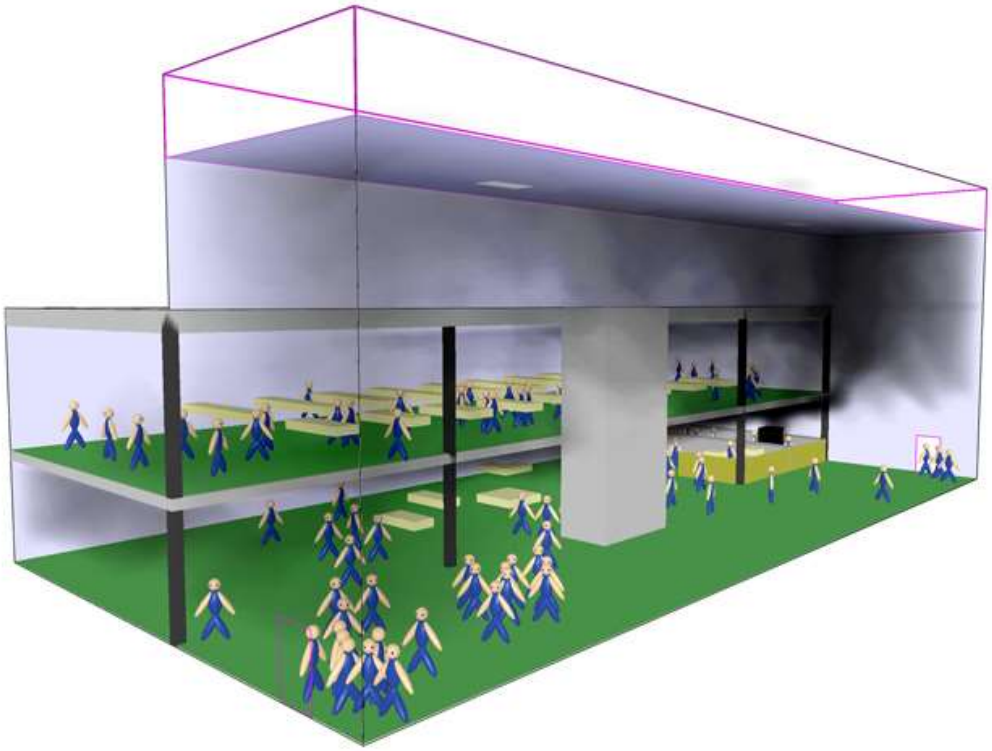


Bild 4 Zweigeschossige Nutzungseinheit

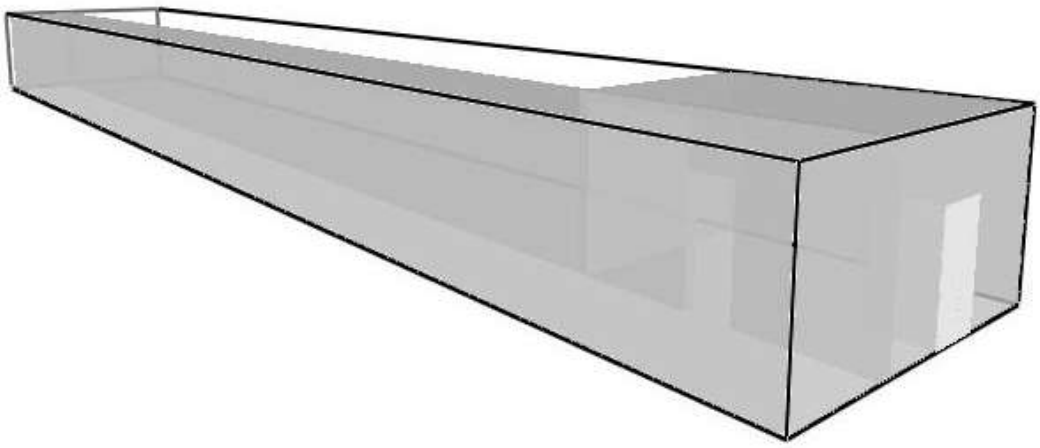


Bild 5 Klassische Flursituation

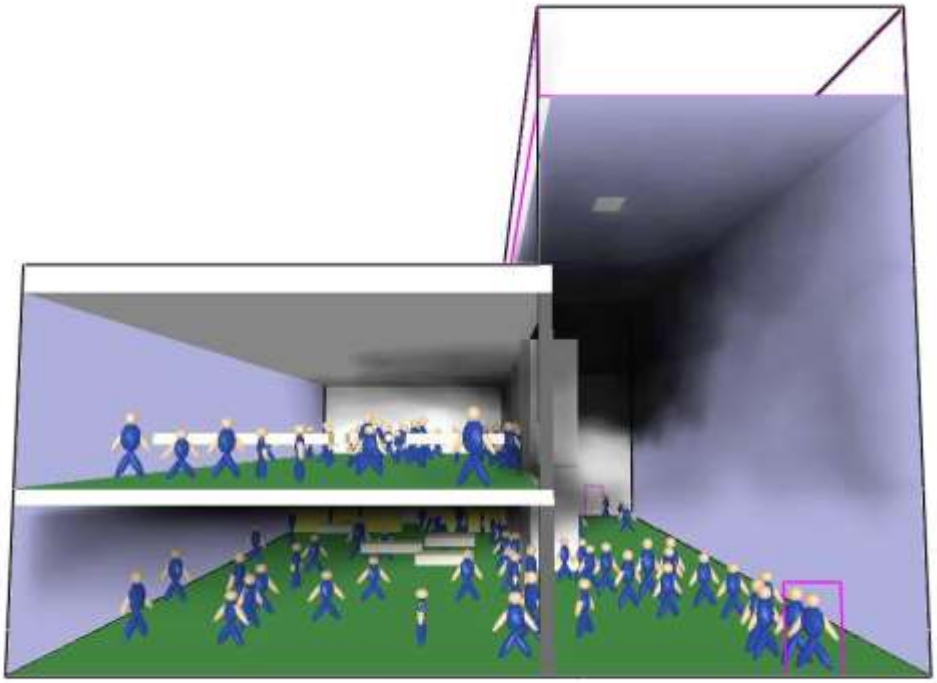


Bild 6 Zweigeschossige Nutzungseinheit zum Zeitpunkt 160 s

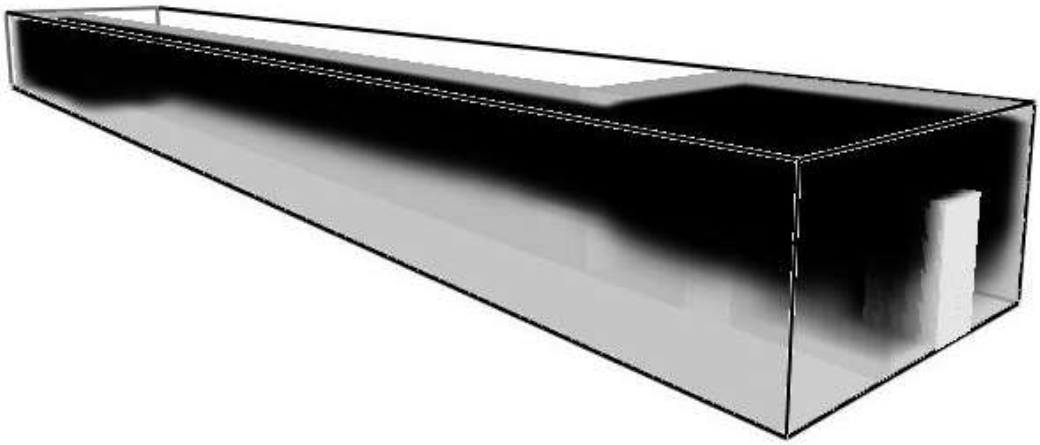


Bild 7 Klassische Flursituation zum Zeitpunkt 160 s

Die vorgestellten Ergebnisse müssen jedoch nicht für alle Randbedingungen gleichermaßen gültig sein, daher ist eine Einzelfallbetrachtung angemessen.

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Beitrag wird erörtert, welche Fragestellungen und Probleme im Zusammenhang mit Abweichungen auftreten. Dabei steht außer Frage, dass Abweichungen bei nahezu jedem Sonderbau in unterschiedlichem Ausmaß vorliegen. Bei einer nicht zu vernachlässigenden Anzahl von Fällen ergibt sich bereits ein Interpretationsproblem in der Hinsicht, dass im Genehmigungsverfahren auch Anforderungen gestellt werden, die der Brandschutzingenieur in dieser Form nicht aus der Bauordnung ableitet und bei deren Nichteinhaltung Abweichungen zu begründen sind.

Bei den zweifelsfrei identifizierten Abweichungen existiert ein weites Feld, dessen halbwegs vollständige Abarbeitung den Rahmen dieses Beitrags sprengen würde. Daher werden Schwerpunktthemen aufgegriffen. Es wird dargestellt, welche Fragestellungen in diesem Zusammenhang zwischen den Beteiligten diskutiert werden, teilweise sind auch Hinweise für deren Behandlung angefügt.

Ein wichtiger Punkt ist überdies die Verfahrensweise bei mehreren Abweichungen, bei denen oftmals Kompensationsmaßnahmen rein numerisch behandelt werden. Bei dieser Vorgehensweise wird jeder einzelnen Abweichung eine spezielle Kompensationsmaßnahme zugeordnet, die damit für andere Abweichungen quasi nicht mehr zur Verfügung steht. Diese Interpretation ist weder durch die Bauordnung gedeckt, noch empfiehlt sie sich unter dem Aspekt einer Risikobetrachtung.

LITERATUR

[1] Brandschutzatlas, FeuerTRUTZ GmbH, Verlag für Brandschutzpublikationen

[2] Walton, W. D. et al.; Santa Ana Fire Department – Experiments at South Bristol Street, NISTIR 5776, Natl. Inst. of Standards and Techn., 1996

[3] Sheppard, D. T.; Fire Environment Tests Under Flat Ceilings, Society of Fire Protection Engineers, Test Report by Underwriters Laboratories, (1997)

[4] Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, Technischer Bericht vfdb TB 04/01, 1. Auflage, Mai 2006. Altenberge, Braunschweig: Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V., Technisch-Wissenschaftlicher Beirat, Referat 4

[5] FDS+Evac, Version 5, Technical Reference and User's Guide, Juni 2008

BAUAUFSICHTLICHE BEHANDLUNG VON ABWEICHUNGEN

Klaus-Dieter Wathling
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Oberste Bauaufsicht, Berlin

EINLEITUNG

Der Begriff „Abweichung“ findet sich in der aktuellen Musterbauordnung – MBO – [1], die den Landesbauordnungen zugrunde liegt, an mehreren Stellen. Nach § 22 Abs. 1 MBO bedeutet der Begriff „Abweichung“ die Abweichung eines Bauprodukts von einer technischen Regel, einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis oder einer Zustimmung im Einzelfall. Davon zu unterscheiden sind die Begriffe „Abweichung" nach § 3 Abs. 3 Satz 3 MBO als Abweichung in der Planung, Bemessung oder Ausführung von einer Technischen Baubestimmung und nach § 67 Abs. 1 MBO als bauordnungsrechtliche Abweichung von Anforderungen der Bauordnung oder aufgrund dieses Gesetzes erlassener Vorschriften.

ABWEICHUNG VON TECHNISCHEN BAUBESTIMMUNGEN

Von den Bundesländern werden nur die technischen Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile als Technische Baubestimmungen eingeführt, die zur Erfüllung der Grundanforderungen des Bauordnungsrechts unerlässlich sind. Dies geschieht in den Bundesländern auf der Grundlage einer Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen Teil 1 [2], 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. Die entsprechende Muster-Vorschrift der Musterbauordnung lautet wie folgt:

> *§ 3 Abs. 3 MBO*
>
> *[1]Die von der obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln sind zu beachten. [2]Bei der Bekanntmachung kann hinsichtlich ihres Inhalts auf die Fundstelle verwiesen werden. [3]Von den Technischen Baubestimmungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die allgemeinen Anforderungen des Absatzes 1 erfüllt werden; § 17 Abs. 3 und § 21 bleiben unberührt.*

Von Technischen Baubestimmungen kann 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 Technische Baubestimmung vorgegebenen Planungs-

grundlage 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 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 dem „Vieraugen-Prinzip“ und müssen bauaufsichtlich geprüft oder durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt werden, wird die Bauaufsichtsbehörde (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. Dies ist der Fall, wenn beispielsweise andere als die in den als Technische Baubestimmung eingeführten Normteilen der DIN 1055 genannten Einwirkungen für die Bemessung tragender Bauteile zu Grunde gelegt werden sollen. Oder wenn das Erfordernis der Ausführung von Unterdecken in Rettungswegen gemäß der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen [3], die in allen Bundesländern als Technische Baubestimmung eingeführt ist, durch andere technische Maßnahmen kompensiert werden soll.

Mit der Regelung des § 3 Abs. 3 MBO „§ 17 Abs. 3 und § 21 bleiben unberührt“ wird klargestellt, dass spezielle Vorschriften für Bauprodukte und Bauarten im Fall der Abweichung von Technischen Baubestimmungen gelten, die im Folgenden behandelt werden.

Beispiel: Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie – MLAR – November 2005

In Punkt 3.5.4 der MLAR wird gefordert (s. Bild 1):

> *In notwendigen Fluren von Gebäuden der Gebäudeklassen 1 bis 3, deren Nutzungseinheiten eine Fläche von jeweils 200 m^2 nicht überschreiten und die keine Sonderbauten sind, brauchen Installationsschächte, die keine Geschossdecken überbrücken, Installationskanäle und Unterdecken (einschließlich der Abschlüsse von Öffnungen) nur aus nichtbrennbaren Baustoffen mit geschlossenen Oberflächen zu bestehen. Einbauten, wie Leuchten und Lautsprecher, bleiben unberücksichtigt*.

Von dieser Vorschrift soll abgewichen werden, indem auf eine Unterdecke aus nichtbrennbaren Baustoffen verzichtet wird. Als gleichwertige Lösung sollen die

vorhandenen Kabel mit Kabelbandagen ummantelt werden, die nachweislich eine Brandentwicklung und –ausbreitung auf Kabeltrassen verhindern.

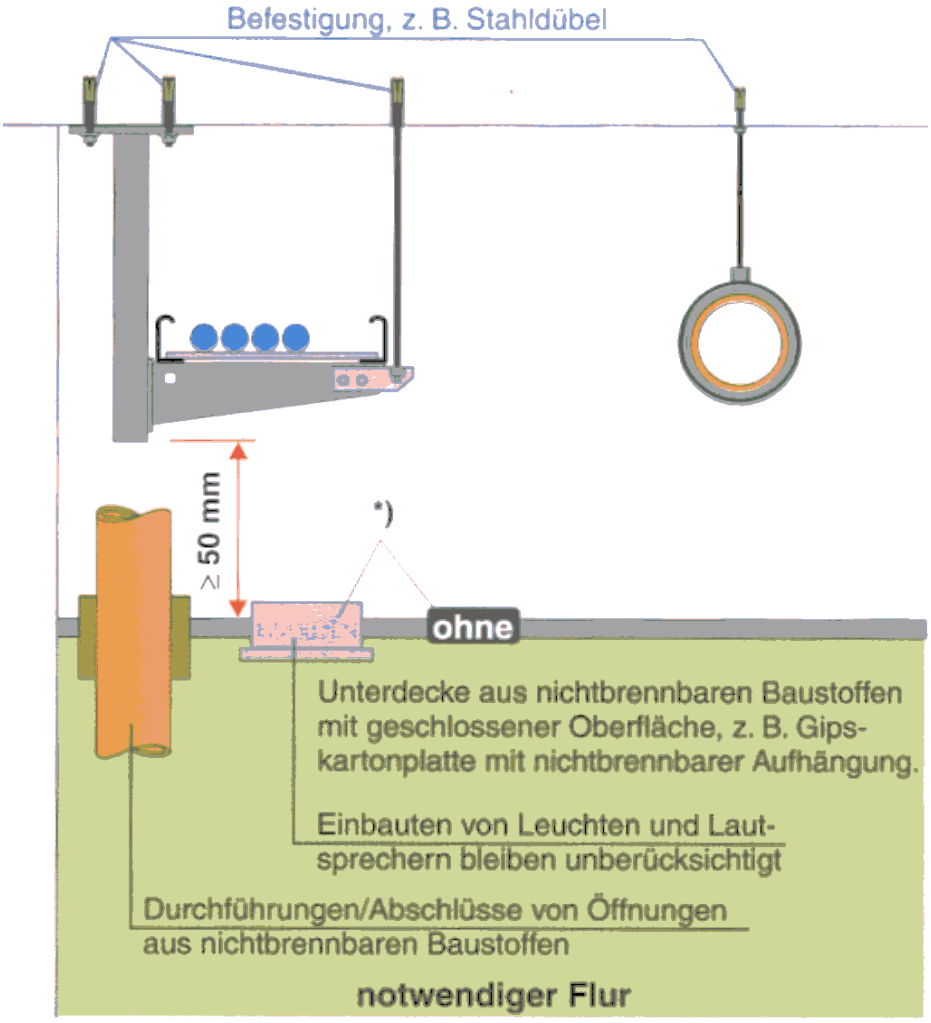


Bild 1 *Anforderungen nach MLAR an Installationsführungen in notwendigen Fluren nach [4]*

ABWEICHUNGEN BEI BAUPRODUKTEN UND BAUARTEN

Abweichungen bei Bauprodukten

In den Regelungen der Bauordnungen über die Verwendbarkeit von Bauprodukten und die Anwendbarkeit von Bauarten wird der Begriff „Abweichung" mit dem Attribut „nicht wesentlich" verknüpft. Die bauordnungsrechtliche Verwendbarkeit von Bauprodukten wird in allen Landesbauordnungen entsprechend der folgenden Vorschrift der Musterbauordnung geregelt:

§ 17 Abs. 1 MBO - Bauprodukte

[1]Bauprodukte dürfen für die Errichtung, Änderung und Instandhaltung baulicher Anlagen nur verwendet werden, wenn sie für den Verwendungszweck

1. von den nach Absatz 2 bekannt gemachten technischen Regeln nicht oder nicht wesentlich abweichen (geregelte Bauprodukte) oder nach Absatz 3 zulässig sind und wenn sie aufgrund des Übereinstimmungsnachweises nach § 22 das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) tragen oder

2. nach den Vorschriften

a) des Bauproduktengesetzes (BauPG),

b) zur Umsetzung der Richtlinie 89/106 EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (Bauproduktenrichtlinie) vom 21. Dezember 1988 (ABl. EG Nr. L 40 S. 12), geändert durch Art. 4 der Richtlinie 93/68/EWG des Rates vom 22. Juli 1993 (ABl. EG Nr. L 220 S. 1), durch andere Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaften und andere Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum oder

c) zur Umsetzung sonstiger Richtlinien der Europäischen Gemeinschaften, soweit diese die wesentlichen Anforderungen nach § 5 Abs. 1 BauPG berücksichtigen,

in den Verkehr gebracht und gehandelt werden dürfen, insbesondere das Zeichen der Europäischen Gemeinschaften (CE-Kennzeichnung) tragen und dieses Zeichen die nach Absatz 7 Nr. 1 festgelegten Klassen- und Leistungsstufen ausweist oder die Leistung des Bauprodukts angibt.

[2]Sonstige Bauprodukte, die von allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht abweichen, dürfen auch verwendet werden, wenn diese Regeln nicht in der Bauregelliste A bekannt gemacht sind. [3]Sonstige Bauprodukte, die von allgemein anerkannten Regeln der Technik abweichen, bedürfen keines Nachweises ihrer Verwendbarkeit nach Absatz 3.

Die Regelungen nach Nr. 1 betreffen die Bauprodukte, die nach nationalen, deutschen Regelungen hergestellt und verwendet werden; nur diese werden im Folgenden näher betrachtet. Konzeptionell entsprechen diese Regelungen aber dem europäischen System. Nach diesem muss der Hersteller eines Bauprodukts die Konformität mit der harmonisierten europäischen Bauproduktnorm oder der europäischen technischen Zulassung nachweisen, bevor er sein Produkt mit der CE-Kennzeichnung versehen darf. Nach Nr. 1 dürfen Bauprodukte nur zur Erfüllung der bauordnungsrechtlichen Anforderungen verwendet werden, wenn sie entweder den in der (gemäß § 17 Abs. 2 MBO vom Deutschen Institut für Bautechnik im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder veröffentlichten) Bauregelliste A Teil 1 [5] bekannt gemachten technischen Regeln entsprechen oder aber die Regelungen der folgenden Vorschrift eingehalten sind:

§ 17 Abs. 3 MBO - Bauprodukte

[1]Bauprodukte, für die technische Regeln in der Bauregelliste A nach Absatz 2 bekannt gemacht worden sind und die von diesen wesentlich abweichen oder für die es Technische Baubestimmungen oder allgemein anerkannte Regeln der Technik nicht gibt (nicht geregelte Bauprodukte), müssen

1. eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (§ 18),

2. ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (§ 19) oder

3. eine Zustimmung im Einzelfall (§ 20)

haben. [2]Ausgenommen sind Bauprodukte, die für die Erfüllung der Anforderungen dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes nur eine untergeordnete Bedeutung haben und die das Deutsche Institut für Bautechnik im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörde in einer Liste C öffentlich bekannt gemacht hat.

Bei der Herstellung der Bauprodukte müssen nicht nur die in der Bauregelliste A Teil 1 bekannt gemachten technischen Regeln oder die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse bzw. Zustimmungen im Einzelfall, d. h. die technischen Spezifikationen, eingehalten werden, sondern der Hersteller muss als weitere Voraussetzung für die Verwendbarkeit dieser Bauprodukte die Einhaltung der technischen Spezifikationen nachweisen, d. h. die Übereinstimmung bestätigen. Aus diesem Grund werden Regelungen zum Übereinstimmungsnachweis getroffen, die in der Musterbauordnung wie folgt lauten:

§ 22 MBO - Übereinstimmungsnachweis

(1) Bauprodukte bedürfen einer Bestätigung ihrer Übereinstimmung mit den technischen Regeln nach § 17 Abs. 2, den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen oder den Zustimmungen im Einzelfall; als Übereinstimmung gilt auch eine Abweichung, die nicht wesentlich ist.

(2) [1]Die Bestätigung der Übereinstimmung erfolgt durch

1. Übereinstimmungserklärung des Herstellers (§ 23) oder

2. Übereinstimmungszertifikat (§ 24).

[2]Die Bestätigung durch Übereinstimmungszertifikat kann in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, in der Zustimmung im Einzelfall oder in der Bauregelliste A vorgeschrieben werden, wenn dies zum Nachweis einer ordnungsgemäßen Herstellung erforderlich ist. [3]Bauprodukte, die nicht in Serie hergestellt werden, bedürfen nur der Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach § 23 Abs. 1, sofern nichts anderes bestimmt ist. [4]Die oberste Bauaufsichtsbehörde kann im Einzelfall die Verwendung von Bauprodukten ohne das erforderliche Übereinstimmungszertifikat gestatten, wenn nachgewiesen ist, dass diese Bauprodukte den technischen Regeln,

Zulassungen, Prüfzeugnissen oder Zustimmungen nach Absatz 1 entsprechen.

(3) Für Bauarten gelten die Absätze 1 und 2 entsprechend.

(4) Die Übereinstimmungserklärung und die Erklärung, dass ein Übereinstimmungszertifikat erteilt ist, hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

(5) Das Ü-Zeichen ist auf dem Bauprodukt, auf einem Beipackzettel oder auf seiner Verpackung oder, wenn dies Schwierigkeiten bereitet, auf dem Lieferschein oder auf einer Anlage zum Lieferschein anzubringen.

So gilt nach Absatz 1 auch eine „nicht wesentliche Abweichung" (noch) als Übereinstimmung mit der maßgeblichen technischen Regel, der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis oder der Zustimmung im Einzelfall. Ob eine Übereinstimmung – hier also die Tatsache, dass die Abweichung, um die es sich handelt, eine „nicht wesentliche" ist – vorliegt, kann nur derjenige feststellen, dessen gesetzliche Aufgabe es ist, die Übereinstimmung mit der technischen Spezifikation festzustellen. Dies ist bei Bauprodukten eindeutig geregelt:

- Im Fall der Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach § 23 MBO (Festlegung ÜH) hat der Hersteller die Übereinstimmungserklärung durch Kennzeichnung seines Bauprodukts mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) abzugeben, wenn er die Übereinstimmung festgestellt hat – sei es
    - aufgrund eigener Beurteilungen (im Fall ÜH – Übereinstimmungserklärung des Herstellers) oder
    - im Zusammenwirken mit einer bauaufsichtlich anerkannten Prüfstelle (im Fall ÜHP – Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung des Bauprodukts durch eine anerkannte Prüfstelle gemäß § 25 MBO).
- Der Hersteller kann grundsätzlich auf die Hilfestellung einer Prüfstelle zurückgreifen, die für ihren Bereich die entsprechende fachliche Beurteilung abgeben kann, jedoch muss er die Übereinstimmungserklärung abgeben. Der Hersteller muss in der Lage sein, auf Rückfrage von Verwendern seines Bauprodukts oder der Bauaufsichtsbehörde zu erläutern lassen, dass (und warum) eine festgestellte Abweichung „nicht wesentlich" und somit noch von der Übereinstimmungserklärung abgedeckt ist. Hat die Bauaufsichtsbehörde daran Zweifel, kann sie Maßnahmen nach §§ 78 und 79 MBO treffen – sie trägt dann allerdings die Beweislast.
- Im Fall, dass ein Übereinstimmungszertifikat nach § 24 MBO vorgeschrieben ist, liegt die Verantwortung bei der bauaufsichtlich anerkannten Zertifizierungsstelle nach § 25 MBO, deren Aufgabe es ist, die Übereinstimmung zu zertifizieren. Der Hersteller des Bauprodukts erklärt durch die Ü-Kennzeichnung – die er auch in diesem Fall vornehmen muss – lediglich, dass die Zertifizierungsstelle ihm ein Übereinstimmungszertifikat erteilt hat.

Die Verantwortlichkeiten der Hersteller von Bauprodukten sind eindeutig vorgeschrieben; den Herstellern muss bewusst sein, dass sie diese Verantwortung zu übernehmen haben. Bei Unsicherheiten müssen sie sich bei kompetenten Stellen – das sind in der Regel die in dem Produktbereich tätigen Prüfstellen – Rat holen. Wenn sich herausstellt, dass es sich bei einer Abweichung um eine „wesentliche“ handelt, kann beispielsweise die Übereinstimmung mit der in der Bauregelliste A Teil 1 bekannt gemachten technischen Regel nicht erklärt werden und es muss ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis erwirkt werden. So können Änderungen in der Rezeptur eines Bauprodukts unter Umständen das Brandverhalten beeinflussen, so dass zunächst Prüfungen des Brandverhaltens durchgeführt werden müssen.

Abweichungen bei Bauarten

Für Bauarten gelten die für die Verwendbarkeit von Bauprodukten getroffenen Regelungen sinngemäß. Nach § 2 Abs. 10 MBO wird die Bauart als das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen definiert. Hinsichtlich der Anwendbarkeit der Bauarten werden diese ebenfalls in geregelte und nicht geregelte Bauarten unterschieden. Zur Abgrenzung zu den Regelungen für die Verwendbarkeit von Bauprodukten wird in Zusammenhang mit Bauarten von deren Anwendbarkeit gesprochen. Die Vorschrift in der Musterbauordnung für die Anwendung von Bauarten lautet:

§ 21 Abs. 1 MBO – Bauarten

[1]Bauarten, die von Technischen Baubestimmungen wesentlich abweichen oder für die es allgemein anerkannte Regeln der Technik nicht gibt (nicht geregelte Bauarten), dürfen bei der Errichtung, Änderung und Instandhaltung baulicher Anlagen nur angewendet werden, wenn für sie

1. *eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (§ 18) oder*
2. *eine Zustimmung im Einzelfall (§ 20)*

erteilt worden ist. [2]Anstelle einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung genügt ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis, wenn die Bauart nicht der Erfüllung erheblicher Anforderungen an die Sicherheit baulicher Anlagen dient oder nach allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt wird. [3]Das Deutsche Institut für Bautechnik macht diese Bauarten mit der Angabe der maßgebenden technischen Regeln und, soweit es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt, mit der Bezeichnung der Bauarten im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörde in der Bauregelliste A bekannt. [4]§ 17 Abs. 5 und 6 sowie §§ 18, 19 Abs. 2 und § 20 gelten entsprechend. [5]Wenn Gefahren im Sinne des § 3 Abs. 1 nicht zu erwarten sind, kann die oberste Bauaufsichtsbehörde im Einzelfall oder für genau begrenzte Fälle allgemein festlegen, dass eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder eine Zustimmung im Einzelfall nicht erforderlich ist.

Die Ausführung sicherheitsrelevanter Bauarten ist in den Technischen Baubestimmungen geregelt. So sind Bauarten des vorbeugenden baulichen Brandschutzes in der als Technische Baubestimmung eingeführten DIN 4102 Teil 4 aufgeführt. Soll eine Bauart mit wesentlichen Abweichungen von den Normfestlegungen ausgeführt werden, entsteht eine „nicht geregelte Bauart“, für die ein bauaufsichtlicher Anwendbarkeitsnachweis in Form einer allgemeinen bauaufsichtliche Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall (für die Anwendung bei einem konkreten Bauvorhaben) vorliegen muss. Anstelle einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung genügt ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis, wenn die Bauart in der Bauregelliste A Teil 3 [5], die das Deutsche Institut für Bautechnik mit Angabe der maßgebenden technischen Regeln ebenfalls veröffentlicht, gelistet ist.

So sind in DIN 4102 in Tabelle 48 Mindestbeplankungsdicken nichttragender, ein- und zweischaliger Wände aus Gipskarton-Feuerschutzplatten nach DIN 18180 festgelegt und die Feuerwiderstandsklassen der Konstruktionen ausgewiesen. Werden als Beplankung jedoch andere Bauplatten verwendet, handelt es sich um eine „wesentliche“ Abweichung, denn ein Einfluss auf die Feuerwiderstandsfähigkeit der Trennwand kann nicht ausgeschlossen werden. Durch die konstruktive Änderung wird die Bauart zu einer „nicht geregelten Bauart“, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erwirkt werden muss, es sei denn, diese „nicht geregelte Bauart“ ist in der Bauregelliste A Teil 3 aufgeführt. Das ist der Fall: Bauarten zur Errichtung von nichttragenden inneren Trennwänden sind unter der lfd. Nummer 2.2. in der Bauregelliste A Teil 3 gelistet, so dass als bauaufsichtlicher Anwendbarkeitsnachweis ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis einer anerkannten Prüfstelle nach § 25 MBO vorzuliegen hat.

Für Bauarten gelten auch die für Bauprodukte getroffenen Regelungen über den Übereinstimmungsnachweis entsprechend (gemäß § 22 Abs. 3 MBO, siehe oben), allerdings mit Ausnahme der Regelungen zur Kennzeichnung mit dem Ü-Zeichen. Eine Ü-Kennzeichnung gibt es bei Bauarten nicht. Daraus folgt, dass die Erklärung über die Übereinstimmung vom ausführenden Auftragnehmer, das ist der Anwender der Bauart, formlos an den Auftraggeber erfolgen kann. Dies geschieht üblicherweise durch schriftliche Bestätigung; in den bauaufsichtlichen Anwendbarkeitsnachweisen ist regelmäßig festgelegt, dass der Ausführende dem Bauherrn eine Übereinstimmungsbestätigung auszuhändigen hat. Dem Anwender der Bauart obliegt danach auch die Beurteilung, ob gegebenenfalls eine „wesentliche“ oder eine „nicht wesentliche“ Abweichung bei der Ausführung der Bauart von den ihm vorliegenden technischen Spezifikationen gegeben ist. Dies gilt bei einer geregelten Bauart in gleicher Weise wie bei der nicht geregelten Bauart, für die ein bauaufsichtlicher Anwendbarkeitsnachweis vorliegen muss. Der Ausführende trägt öffentlich-rechtlich, aber auch im Rahmen seiner zivilrechtlichen Haftung, die Verantwortung, dass seine Ausführung mit den zugrundeliegenden technischen Spezifikationen übereinstimmt. Die Übereinstimmung darf auch dann bestätigt werden, wenn „nicht wesentliche“ Abweichungen vorhanden sind.

Die Verantwortlichkeiten der Anwender einer Bauart, d. h. der ausführenden Unternehmen, sind eindeutig festgelegt. Den Ausführenden muss bewusst sein, dass sie diese Verantwortung zu übernehmen haben. Bei Unsicherheiten müssen sie sich bei kompetenten Stellen Rat holen. Wenn ein bauaufsichtlicher Anwendbarkeitsnachweis vorliegt, sind das zunächst die Antragsteller, d. h. die Inhaber des Anwendbarkeitsnachweises, oder die Stellen, die diesen erteilt haben, immer aber auch die in dem Bereich tätigen Prüfstellen. Sachkundige Prüfstellen können Beurteilungen in schriftlicher Form erstellen, die jedoch nicht zum bauaufsichtlichen Anwendbarkeitsnachweis gehören und daher keine Verbreitung finden dürfen. Derartige Dokumente dienen allein dem Ausführenden als „Absicherung“ für gegebenenfalls eintretende privatrechtliche Auseinandersetzungen mit ihren Auftraggebern (Bild 2).

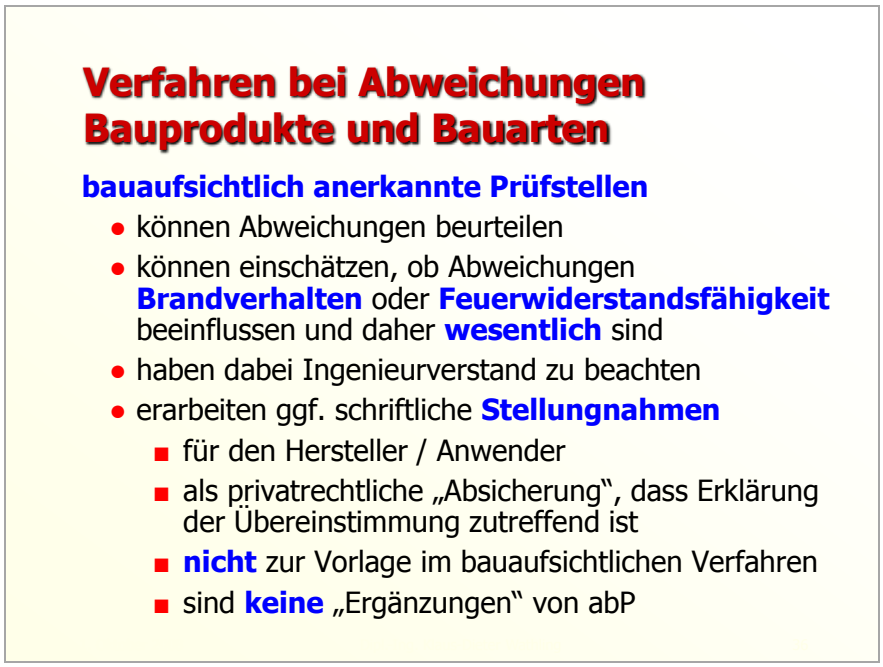


Bild 2 *Einschaltung anerkannter Prüfstellen bei Abweichungen von Anforderungen an Bauprodukte oder Bauarten*

Nicht sachgerecht ist es, wenn die zuständigen Bauaufsichtsbehörden in den Entscheidungsprozess einbezogen werden und gar gutachterliche, nur für die Entscheidungsfindung der Ausführenden bestimmte Beurteilungen von Prüfstellen vorgelegt werden; weder liegt bei den zuständigen Bauaufsichtsbehörden eine Zuständigkeit, noch verfügen sie über die erforderliche Fachkompetenz, um beurteilen zu können, ob Abweichungen „wesentlich“ sind oder nicht. Kommt der Ausführende nach verantwortungsvoller Beurteilung zu dem Ergebnis, dass eine Abweichung beispielsweise die Feuerwiderstandsfähigkeit verschlechtert, muss die Änderung des Anwendbarkeitsnachweises erfolgen oder – sofern die wesentliche Abweichung nur bei einer einzelnen Ausführung notwendig wird – eine Zustimmung im Einzelfall beantragt werden. Dieser Anwendbarkeitsnachweis wird dann maßgebend, mit ihm muss schließlich die Übereinstimmung bestätigt werden.

BAUORDNUNGSRECHTLICHE ABWEICHUNG

Der Abweichungstatbestand des § 67 MBO fasst die bisherige bauordnungsrechtliche Unterscheidung zwischen Ausnahmen und Befreiungen in einer einheitlichen – mit Ausnahme der eingeführten Technischen Baubestimmungen – übergreifenden Regelung zusammen:

> *§ 67 MBO - Abweichungen*
>
> *(1) [1]Die Bauaufsichtsbehörde kann Abweichungen von Anforderungen dieses Gesetzes und aufgrund dieses Gesetzes erlassener Vorschriften zulassen, wenn sie unter Berücksichtigung des Zwecks der jeweiligen Anforderung und unter Würdigung der öffentlich-rechtlich geschützten nachbarlichen Belange mit den öffentlichen Belangen, insbesondere den Anforderungen des § 3 Abs. 1 vereinbar sind. [2]§ 3 Abs. 3 Satz 3 bleibt unberührt; [der Zulassung einer Abweichung bedarf es auch nicht, wenn bautechnische Nachweise durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt werden].*
>
> *(2) [1]Die Zulassung von Abweichungen nach Absatz 1, von Ausnahmen und Befreiungen von den Festsetzungen eines Bebauungsplans, einer sonstigen städtebaulichen Satzung nach § 31 BauGB oder von Regelungen der Baunutzungsverordnung (BauNVO) über die zulässige Art der baulichen Nutzung nach § 34 Abs. 2 Halbsatz 2 BauGB ist gesondert schriftlich zu beantragen; der Antrag ist zu begründen. [2]Für Anlagen, die keiner Genehmigung bedürfen, sowie für Abweichungen von Vorschriften, die im Genehmigungsverfahren nicht geprüft werden, gilt Satz 1 entsprechend.*
>
> *(3) Über Abweichungen nach Absatz 1 Satz 1 von örtlichen Bauvorschriften sowie über Ausnahmen und Befreiungen nach Absatz 2 Satz 1 entscheidet bei verfahrensfreien Bauvorhaben die Gemeinde nach Maßgabe der Absätze 1 und 2.*

Die Regelung geht davon aus, dass die Vorschriften der Bauordnung oder die Vorschriften aufgrund der Bauordnung erlassener Verordnungen, wie die Sonderbauverordnungen, deutlich die Schutzziele benennen und als Standardlösung zur Erreichung dieser Schutzziele eine entsprechende Anforderung festschreiben. Insbesondere bei den materiellen Brandschutzanforderungen ist dies nur eine Möglichkeit der Schutzzielerfüllung von mehreren denkbaren Wegen. Ziel dieser Abweichungsregelung ist, die Erreichung des jeweiligen Schutzziels einer bauordnungsrechtlichen Regelung in den Vordergrund zu rücken und auf diese Weise das materielle Bauordnungsrecht zu flexibilisieren, um damit auch einen besseren Vollzug zu gewährleisten.

§ 67 Abs. 1 MBO regelt als Grundsatz, dass die Bauaufsichtsbehörde Abweichungen von bauordnungsrechtlichen Anforderungen zulassen kann, wenn sie unter Berücksichtigung des Zwecks der jeweiligen Anforderung und unter Würdigung der öffentlich-rechtlich geschützten nachbarlichen Belange mit den öffentlichen Belangen, insbesondere den bauordnungsrechtlichen Grundanforderungen des § 3 Abs. 1 MBO vereinbar sind; damit werden zugleich die in die

bei der Ermessensentscheidung vorzunehmende Abwägung einzubeziehenden Gesichtspunkte angeführt und die Mindestanforderungen des § 3 Abs. 1 MBO als absolute Grenze für die Zulassung von Abweichungen festgelegt: nach § 3 Abs. 1 MBO sind Anlagen 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. Keiner Abweichungsentscheidung der Bauaufsichtsbehörde bedarf es, wenn von Anforderungen abgewichen werden soll, die Gegenstand eines geprüften bautechnischen Nachweises sind, der von einem Prüfsachverständigen bescheinigt worden ist. Im Rahmen seiner Prüfung hat der Prüfsachverständige bereits über die Zulässigkeit der Abweichung beispielsweise von einer materiellen Brandschutzanforderung der Bauordnung und der alternativen Erfüllung des zugrunde liegenden Schutzziels befunden.

So wird in § 27 MBO für tragende Bauteile das Schutzziel wie folgt formuliert: Tragende und aussteifende Wände und Stützen müssen im Brandfall ausreichend lang standsicher sein. Als Standardlösung wird für ein Gebäude der Gebäudeklasse 5 (nach § 2 Abs. 3 MBO) in dieser Vorschrift die Anforderung „feuerbeständig“ für die Feuerwiderstandsfähigkeit, die sich bei tragenden und aussteifenden Bauteilen auf deren Standsicherheit im Brandfall bezieht, gefordert. Neben dieser Standardlösung kann auch auf anderem Weg das Schutzziel erfüllt werden. Beispielsweise durch eine verringerte Feuerwiderstandsfähigkeit und Kompensation durch Einsatz einer automatischen Feuerlöschanlage. Dieser Weg muss im Brandschutznachweis behandelt und begründet werden. Sofern die geforderte Prüfung des Brandschutznachweises nicht durch einen Prüfsachverständigen erfolgt, sondern durch die Bauaufsichtsbehörde (bzw. den in ihrem Auftrag tätigen Prüfingenieur) muss nach der Vorschrift der Musterbauordnung eine Abweichung von der bauordnungsrechtlichen Anforderung bei der zuständigen Bauaufsichtsbehörde beantragt und begründet werden.

Die Antrags- und Begründungspflicht ergibt sich aus § 67 Abs. 2 MBO, der Regelungen über das Abweichungsverfahren enthält. Die Zulassung von Abweichungen von bauordnungsrechtlichen Anforderungen (nach Absatz 1), ferner von Ausnahmen und Befreiungen von dort näher aufgeführten städtebaurechtlichen Vorschriften muss vom Bauherrn bei der zuständigen Bauaufsichtsbehörde schriftlich beantragt und begründet werden. Die Einbeziehung der städtebaurechtlichen Regelungen ist erforderlich, weil die einschlägigen städtebaurechtlichen Vorschriften zwar jeweils ein materiell-rechtliches Entscheidungsprogramm für die Zulassung von Ausnahmen und Befreiungen enthalten, aber kein Trägerverfahren für ihre Umsetzung im Einzelfall. Die Begründungspflicht soll der Bauaufsichtsbehörde die Ermittlung der für die Zulassung einer Abweichung sprechenden Gesichtspunkte erleichtern.

Eine Abweichung nach § 67 Abs. 1 MBO von bauordnungsrechtlichen Anforderungen bedarf also stets entweder der Zulassung durch die zuständige Bauaufsichtsbehörde oder der Bescheinigung durch einen Prüfsachverständigen.

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Beitrag zeigt anhand der Regelungen der aktuellen Musterbauordnung, denen die Vorschriften der Landesbauordnungen weitestgehend entsprechen die bauaufsichtliche Behandlung von Abweichungen, er stellt die verschiedenen bauordnungsrechtlichen Vorschriften zu Abweichungen zusammen, erläutert ihre Bedeutung, beschreibt den Umgang und die Verantwortlichkeiten. Alle Formen der Abweichungen sind sinnvolle Instrumente der Bauordnungen, um mit den Vorschriften flexibel umgehen zu können.

Materielle Brandschutzanforderungen der Landesbauordnungen und der Sonderbauverordnungen behandeln immer nur den Standardweg zur Erfüllung der bauordnungsrechtlichen Grundanforderungen. Abweichungen und damit andere Wege sind möglich, ihre Zulässigkeit muss aber in einem bauaufsichtlichen Verfahren geklärt werden. Alternative technische Lösungen bei der Planung, Bemessung und Ausführung sind ebenfalls möglich, weil von Technischen Baubestimmungen abgewichen werden darf. Hersteller von Bauprodukten und Ausführende von Bauarten können ebenfalls Spielräume nutzen, haben aber sachgerecht und verantwortungsvoll die Übereinstimmung mit den technischen Spezifikationen zu bestätigen.

Die am Bau Beteiligten sollten über ihre Möglichkeiten informiert sein, um diese nutzbringend einsetzen zu können, sie müssen sich aber auch über ihre Verantwortung im Klaren sein.

LITERATURHINWEISE

[1] Musterbauordnung – MBO – Fassung November 2002,
Begründung der Fassung November 2002,

veröffentlicht im Informationssystem der Bauministerkonferenz „is-argebau“ im Internet unter www.bauministerkonferenz.de

[2] Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen Teil I,

veröffentlicht im Informationssystem der Bauministerkonferenz „is-argebau“ im Internet unter www.bauministerkonferenz.de

[3] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagenrichtlinie – MLAR) – Fassung November 2005, veröffentlicht im Informationssystem der Bauministerkonferenz „is-argebau“ im Internet unter www.bauministerkonferenz.de

[4] Lippe, Wesche, Rosenwirth: Kommentar zur MLAR 2005 mit Anwendungsempfehlungen; Heizungsjournal Verlag

[5] Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C - Ausgabe 2000/1 -,
DIBt Mitteilungen, Sonderheft Nr. 36 vom 17. Juni 2008;
Verlag Ernst & Sohn

VERANTWORTLICHKEIT UND HAFTUNG BEI ABWEICHUNGEN

Till Fischer
Rechtsanwaltskanzlei Dr. Fischer, Heidelberg

VON DER NORMIERUNGSWUT ZUM SCHLANKEN STAAT

Die konzeptionelle Umgestaltung der bauordnungsrechtlichen Regelungsgrundlagen schreitet weiter voran. Man kann mittlerweile von einer grundlegenden Änderung der bauordnungsrechtlichen Regelungssystematik sprechen.

Dies zeigt sich sowohl für die behördlichen Entscheidungsträger als auch für den betroffenen Bürger in erster Linie in den mittlerweile geschaffenen vereinfachten bauordnungsrechtlichen Verfahren. Diese weichen in ihrer Form - von vereinfachten Prüfungen bis hin zum völligen Verzicht auf behördliche Beteiligung bei der Überprüfung der öffentlich-rechtlichen Vorschriften - in ganz vehementer Art und Weise vom klassischen Modell der umfassenden behördlichen Überprüfung ab.

Diese verfahrensrechtlichen Änderungen sind deutlich für jedermann erkennbar. Nicht so offensichtlich zeigt sich jedoch, dass sich hierunter eine grundlegende konzeptionelle Änderung im gesamten Regelungssystem des Bauordnungsrechts verbirgt, die vor allem auch ganz wesentlichen Einfluss auf das materielle Recht hat.

Vereinfacht lässt sich diese Neuorientierung so ausdrücken: Wo vorher umfassende detaillierte Regelungen versucht haben, auf abstrakt genereller Ebene möglichst viele Sachverhalte zu erfassen, soll nunmehr die eigenverantwortliche Entscheidung im Einzelfall die Einhaltung der öffentlich-rechtlichen Vorschriften gewährleisten.

Der Gesetzgeber gibt die Schutzziele vor - die Art und Weise, wie diese konkret einzuhalten sind, orientiert sich jedoch mehr an den konkreten Umständen des Einzelfalles, als dass diese durch starre abstrakte Regelungen vorgegeben werden, die im Zweifelsfalle ohnehin nicht „eins zu eins“ auf den vorliegenden Sachverhalt anwendbar sind.

Der Vorteil einer solchen Regulierungssystematik liegt auf der Hand: Ermöglicht wird eine wesentlich größere Flexibilität und auch im Sinne der öffentlich-rechtlichen Gefahrenabwehr eine Entscheidungsfindung, die konkrete und interessengerechte Lösungen *im Einzelfall* ermöglicht.

Sofern man hier von einem Nachteil sprechen möchte, liegt dieser darin, dass der mit dieser Aufgabe betraute Planer oder Objektüberwacher im Endeffekt sich mit einer größeren Rechtsunsicherheit konfrontiert sieht. Diese lässt sich jedoch durch entsprechende Kommunikation und im Zweifel notwendige Abstimmung mit den Behörden im Vorhinein reduzieren.

Unbestritten ist jedoch, dass der Umgang mit der nunmehr einzuhaltenden gesetzgeberischen Neuorientierung im Bereich des Bauordnungsrechts auch für den verantwortlichen Architekten und Ingenieur ein gewisses Umdenken auf der genehmigungsrechtlichen Ebene erfordert.

Einige wesentliche Grundzüge sollen im Folgenden angesprochen werden.

DIE ABWEICHUNG ALS INSTRUMENT ZUR FLEXIBILISIERUNG

Der wesentliche Grundgedanke der Abweichung ist schlichtweg die Erkenntnis, dass sich nicht alle Lebenssachverhalte konkret im Vorhinein auf normativer Ebene regeln lassen.

Tatsächlich ist die oben beschriebene Entwicklung auch allein dadurch erkennbar, dass an die Stelle der in früheren Bauordnungen existierenden Regelungen der „Ausnahme“ und „Befreiung“ nunmehr die einheitliche „Abweichung“ getreten ist.

Mit diesem neuen Terminus wird auch der „Ausnahmetypus“ der betreffenden Fälle relativiert. Mit dem Begriff der Abweichung ist klargestellt, dass im konkreten Fall schlichtweg von den Regelungen auf gesetzlicher bzw. verordnungsrechtlicher Ebene abgewichen wird. Eine Wertung ist damit per se noch nicht verbunden. Mit anderen Worten: Eine Abweichung ist grundsätzlich wertneutral und muss nicht zwangsläufig schlechter sein als die an sich vorgesehene gesetzliche Lösung.

Gleichwohl geht mit der damit verbundenen Loslösung von der gesetzlichen Regelung als „Maß aller Dinge“ selbstverständlich ein höheres Maß an Rechtsunsicherheit einher. Hierbei handelt es sich schlichtweg um den Preis der damit erkauften höheren Flexibilisierung.

Für den Architekten bzw. Ingenieur resultiert diese Rechtsunsicherheit vor allem daraus, dass er keine konkrete Regelungsvorgabe heranziehen kann.

Vielmehr muss die Lösung im Einzelfall - unter Beachtung der gesetzlichen Zielvorgaben - entwickelt werden. Zu beachten ist hierbei, dass der Architekt bzw. Ingenieur als Auftragnehmer im Rahmen des Zivilrechts und der werkvertraglichen Erfolgsschuld gegenüber seinem Auftraggeber dafür haftet, dass die von ihm entworfene Planung auch tatsächlich „erfolgreich“ ist. Erfolgreich in diesem Zusammenhang meint unter anderem die dauerhafte Genehmigungsfähigkeit der Planung sowie die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik als Mindestmaß, soweit nicht darüber hinausgehende Anforderungen im Einzelfall kraft Gesetz oder vertraglicher Vereinbarung gestellt werden.

Die Grundlage der Planung ist somit weniger die konkrete gesetzgeberische Vorlage, sondern die anhand des Einzelfalls entwickelte und erdachte Lösung.

Hiermit geht einher, dass der planende Architekt bzw. Ingenieur im Vorhinein besonders darauf achten muss, dass in Betracht kommende Unsicherheitsfaktoren so weit wie möglich ausgeräumt werden. Einige typische „Fußangeln“ der Praxis lassen sich beispielhaft wie folgt darstellen:

- Zur Realisierung des geplanten Projektes ist die Zustimmung von Nachbarn erforderlich. Hierauf wird sich verlassen, ohne dass diese im Vorhinein eingeholt wird. Daraufhin wird die beantragte Baugenehmigung abgelehnt.
- Im brandschutzrechtlich relevanten Bereich wird sich ohne weitere Kontrolle auf einen vermeintlichen - oft völlig falsch eingeschätzten und weit überschätzten - Bestandsschutz verlassen. Im Nachhinein stellt sich dann eine bereits gefertigte Genehmigungsplanung als nicht genehmigungsfähig heraus, weil nach Ansicht der Behörde Bestandsschutz aufgrund des Umfangs der geplanten Baumaßnahme nicht mehr gegeben ist und eine Abweichung nicht in Betracht kommt.
- Das Eingreifen von öffentlich-rechtlichen Belangen anderer Behörden (beispielsweise Denkmalschutz) wird übersehen. Dies stellt sich erst im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens heraus. Eine Abweichung - die vorher eventuell noch mit relativ geringem Aufwand durch Anpassung oder Änderung der Planung möglich gewesen wäre - wird nunmehr abgelehnt und muss eventuell im Rahmen eines langwierigen verwaltungsgerichtlichen Verfahrens erstritten werden (dessen Ausgang oft ungewiss ist).

Im Rahmen der Abweichung - und damit immer mehr im gesamten Bereich des heutigen Bauordnungsrechts - gilt somit mehr denn je die Devise: Vorsicht ist besser als das Nachsehen.

Das Nachsehen hat in einer Vielzahl von Schadensfällen in aller Regel der Architekt bzw. Ingenieur, dessen Planung sich leider zu spät als nicht genehmigungsfähig beziehungsweise nicht den öffentlich-rechtlichen Anforderungen entsprechend herausgestellt hat. Besonders gravierend sind die Folgen dann, wenn der Bau bereits begonnen bzw. eventuell sogar fertig gestellt ist und mit einer Änderung der Planung nicht mehr geholfen werden kann.

Nachfolgend soll noch etwas konkreter auf die hier eingreifenden Ursachen der bestehenden Haftungsrisiken aus rechtlicher Sicht eingegangen werden.

DAS HAFTUNGSRISIKO DER ERMESSENSVORSCHRIFT

Die Frage, ob eine Abweichung von einer bestehenden und eingreifenden Vorschrift erteilt wird, steht im pflichtgemäßen Ermessen der Behörde. Sie *„kann“* erteilt werden - *„muss“* aber - zumindest in aller Regel - nicht.

Dies bedeutet zunächst, dass derjenige, der eine abweichende behördliche Entscheidung begehrt, grundsätzlich (mit wenigen Ausnahmefällen) keinen Anspruch auf die Erteilung der Abweichung hat.

Die Situation ist somit genau umgekehrt wie bei der Erteilung einer Baugenehmigung, bei der keine Abweichung von bestehenden Vorschriften nötig ist. Diese steht nicht im Ermessen der Behörde, sondern ist zwingend zu erteilen, sofern die öffentlich-rechtlichen Vorschriften eingehalten werden.

Dies bedeutet: Der planende Architekt bzw. Ingenieur kann sich im Vorhinein nicht darauf verlassen, dass die von ihm angebotene Lösung als Grundlage einer Abweichung ohne weiteres akzeptiert wird. Hier ist es oftmals die Regel, dass - auch im Wege der Zusammenarbeit mit der Behörde - Alternativlösungen erarbeitet werden müssen.

Gerade bei komplexeren Bauvorhaben und planerischen Aufgabenstellungen ist es daher oftmals erforderlich, dass die Planung unter Beteiligung der Behörde angepasst wird. Sofern sich dabei auch aus Sicht des Bauherrn machbare Lösungen erarbeiten lassen, ist dies oft zielführender als ein langwieriger Verwaltungsprozess bzw. ein verwaltungsgerichtliches Verfahren.

Mit anderen Worten: Im Bereich der Abweichungen und der dabei zu Grunde liegenden Ermessensspielräume der Behörde ist das Instrument zur Durchsetzung der planerischen Ideen in aller Regel nicht der Prozess, sondern die Argumentation.

MÖGLICHE ERMESSENSFEHLER IM RAHMEN DER ABWEICHUNG

Die oben beschriebene Tatsache, dass Abweichungen als Ermessensentscheidung der Behörde getroffen werden, bedeutet jedoch nicht die völlige Entscheidungsfreiheit der Behörde.

Hier greift nun wieder die „rein juristische Seite“, sofern eine ablehnende Entscheidung der beantragten Abweichung getroffen wurde.

Nun ist anhand der von der Behörde gelieferten Begründung sorgsam zu überprüfen, ob nicht mögliche Ermessensfehler in Betracht kommen (Bild 1). Zu einer pflichtgemäßen Ermessensprüfung gehört auch das Gebot der Verhältnismäßigkeit (Bild 2). Hierbei lässt sich oftmals die für die begehrte Abweichung erarbeitete Lösung als milderes Mittel im Sinne der so genannten „Erforderlichkeit“ im Sinne des Prinzips der Verhältnismäßigkeit darstellen.

Zu beachten ist jedoch, dass auch im Rahmen der gerichtlichen Überprüfung einer Ermessensentscheidung das Gericht (wiederum bis auf wenige Ausnahmefälle) nicht per Urteil die Behörde verpflichten kann, die begehrte Abweichung zu erteilen. Das Gericht urteilt grundsätzlich nur darauf, dass - sofern die Voraussetzungen eines Ermessensfehlers vorliegen - die Entscheidung rechtswidrig und nach Rechtsauffassung des Gerichts erneut seitens der Behörde zu entscheiden ist.

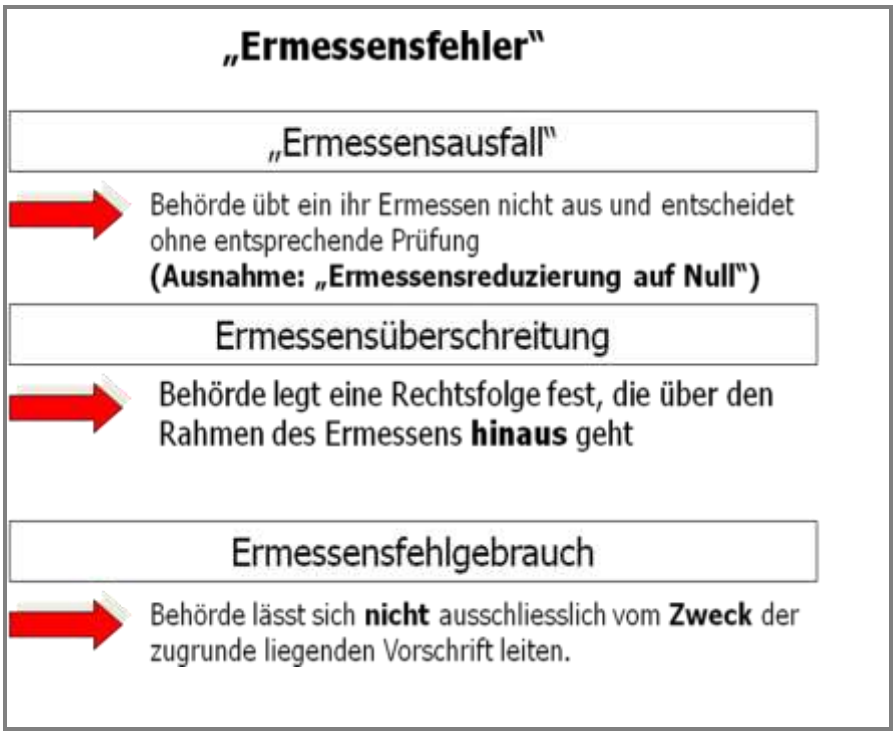


Bild 1 *Mögliche Ermessensfehler*

Bild 2 *Kriterien der Verhältnismäßigkeit*

SONDERPROBLEMATIK DER ABWEICHUNG IM BEREICH BRANDSCHUTZ

Im Bereich der Abweichung ist noch eine weitere wichtige Tatsache zu beachten, die gerade in brandschutzrechtlich relevanten Bereichen die behördliche Entscheidung über eine Abweichung im Sinne des Begehrens des Bauherrn oft erschwert. Hier behandelt es sich um einen Faktor, der weniger juristisch als vielmehr rein menschlich begründet ist.

Man muss sich vor Augen führen, dass der behördliche Sachbearbeiter bzw. diejenige Person, die auf behördlicher Ebene über eine Abweichung zu entscheiden hat, gerade im Bereich des Brandschutzes die schwierigere Position empfindet als bei einer reinen Entscheidung, ob bereits bestehende konkrete Vorschriften eingehalten werden oder nicht.

Insofern ist hier der planende Architekt bzw. Ingenieur gefordert, im Einzelfall auch wirklich im wahrsten Sinn des Wortes „tragfähige Lösungen“ zu erarbeiten, um die begehrte Entscheidung zu erhalten.

Gerade die Anwendung von Ingenieurmethoden dürfte in Zukunft auf dem hierfür fruchtbaren Feld der Abweichung enorm an Bedeutung gewinnen.

FAZIT

Das Instrument der Abweichung ist eine der wesentlichen Facetten der gesetzgeberischen Umgestaltung des Bauordnungsrechts und in erster Linie als ganz wesentliche Chance der Flexibilisierung zu begreifen. Ermöglicht werden im Einzelfall Lösungen, die aufgrund der vorgefundenen Situation (somit auch besonders im Bereich des Bauens im Bestand) eine Planung überhaupt erst ermöglichen.

Ermöglicht werden vor allem auch Lösungen, die zwar von der eigentlichen gesetzgeberischen Vorgabe abweichen, jedoch anhand der konkreten Umstände des Einzelfalls qualitativ besser sind.

In diesem Sinne ist auch die hinter dem Instrument der Abweichung stehende gesetzgeberische Wertung im oben bereits beschriebenen Sinne zu verstehen, dass die Abweichung nicht als Minus zu begreifen ist, sondern als wirkliche Alternative.

MEHR FLEXIBILITÄT DURCH LEISTUNGSORIENTIERTE BRANDSCHUTZVORSCHRIFTEN

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

EINLEITUNG

Der vorbeugende Brandschutz dient primär dem Schutz der Nutzer eines Gebäudes vor einer Gefährdung durch unmittelbare Brandeinwirkungen oder durch brandbedingtes Versagen der Konstruktion, aber auch dem Schutz der Einsatzkräfte der Feuerwehr während der Personenrettung und Brandbekämpfung. Die Schutzmaßnahmen müssen geeignet sein, die Gefährdung der betroffenen Personen auf ein von der Gesellschaft toleriertes Restrisiko zu begrenzen. Indirekt dienen sie damit auch dem Schutz vor übermäßigen Sachschäden, die volkswirtschaftlich bedenklich wären.

In den Bauordnungen und den aufgrund der Bauordnungen erlassenen Rechtsvorschriften sind die Schutzziele nur allgemein und ohne quantitative Kriterien benannt. Daher ist unklar, in welchem Umfang die materiellen Anforderungen sowie die anerkannten Regeln der Technik zu deren Umsetzung zum Erreichen der Schutzziele beitragen. Dies betrifft die Anforderungen an das Brandverhalten der Konstruktion, an die Gestaltung der Rettungswege und an die Vorkehrungen für die Brandbekämpfung gleichermaßen.

Neben den quantitativen Leistungskriterien zu den qualitativ formulierten Schutzzielen des Brandschutzes fehlt außerdem ein übergreifendes Sicherheitskonzept, mit dem bei den unterschiedlichen Brandschutznachweisen mit Ingenieurmethoden die Einhaltung einer angemessenen Zuverlässigkeit gewährleistet werden kann. Das Sicherheitsniveau muss so kalibriert werden, dass sich bei Gebäuden normaler Art und Nutzung im Mittel wieder die Brandschutzanforderungen nach den geltenden Vorschriften ergeben.

Am ehesten lässt sich ein Zusammenhang zwischen Schutzzielen und materiellen Anforderungen in der Musterbauordnung (MBO) von 2002 [1] und den auf dieser Grundlage überarbeiteten Landesbauordnungen erkennen, weil hier jahrzehntelange positive Erfahrungen beruhen eingeflossen sind. Hingegen sind die davon abweichenden Anforderungen in den Sonderbauverordnungen und –richtlinien nur bedingt nachvollziehbar. Sie tragen jedoch, wenn auch mit unterschiedlichen Gewichten, zum Erreichen der generellen Schutzziele bei:

- Verhinderung der Brandausbreitung auf andere Nutzungen, Brandabschnitte oder Gebäude,
- Schutz der Nutzer vor direkter Brandeinwirkung oder brandbedingtem Versagen der Konstruktion,

- Schutz der Einsatzkräfte während der Personenrettung und Brandbekämpfung vor Bauteilversagen und Rauch.

Das brandschutztechnische Sicherheitsniveau wird offensichtlich durch zwei Kategorien von Nachweisen erreicht. Diese betreffen einerseits

- die Sicherheit der Bauteile und andererseits
- die Sicherheit der Personen.

Die Sicherheit der tragenden und raumabschließenden Bauteilen wird über Einzelanforderungen in den Bauordnungen und/oder Verordnungen und Richtlinien hinsichtlich des Brandverhaltens und ggf. der Baustoffe, in Verbindung mit den Technischen Regeln zur Umsetzung dieser Anforderungen, z. B. DIN-Normen oder Eurocodes, definiert.

Die Personensicherheit wird über Einzelanforderungen in den Bauordnungen und/oder Verordnungen und Richtlinien hinsichtlich der Anzahl, der maximal zulässigen Länge und der Mindestabmessungen der Rettungswege sowie ggf. der Rauchableitung geregelt. Zusätzlich ist in der Muster-Versammlungsstättenverordnung [2] die erforderliche Gesamtbreite der Ausgänge in Abhängigkeit von der Anzahl der darauf angewiesenen Personen definiert.

In einem Forschungsvorhaben des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung „Umsetzung leistungsorientierter Brandschutzvorschriften“ (BBR-Vertrag Z 6-10.08.17.7-07.8) werden vergleichende Untersuchungen für Sonderbauten durchgeführt und Grundlagen für eine leistungsorientierte Vorschriftenstruktur erarbeitet. Auf die bisherigen Ergebnisse nach [3] wird hier zurückgegriffen.

PRÄSKRIPTIVES VERSUS LEISTUNGSORIENTIERTES KONZEPT

Für die praktische Auslegung der vorbeugenden baulichen Brandschutzmaßnahmen wird in Deutschland von einer (direkt oder indirekt) vorgeschriebenen Feuerwiderstandsklasse ausgegangen. Hierfür wird ein entsprechendes Bauteil ausgewählt, das nach einer Bemessungstabelle von DIN 4102-4 [4] oder DIN 4102-22 [5], ggf. unter Beachtung der im Brandfall vorhandenen Lastausnutzung, bei Normbrandbeanspruchung nach ETK in eine entsprechende Feuerwiderstandsklasse eingestuft werden kann. Der Vorteil dieses *„präskriptiven Auslegungskonzepts“* (Bild 1) liegt in seiner einfachen Anwendbarkeit und Überprüfbarkeit. Nachteilig ist jedoch, dass die verfügbaren Bemessungstabellen der DIN 4102-4 bzw. DIN 4102-22 – und analog die Verwendbarkeitsnachweise in Form von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen oder allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen - nur für bestimmte häufige Randbedingungen gelten und dazu relativ grob nach den Feuerwiderstandsklassen abgestuft sind. Eine Folge ist, dass entweder die Bemessung bei günstigeren als den in der DIN zugrunde gelegten Randbedingungen mehr oder weniger stark auf der sicheren Seite liegt oder Abweichungen von den Regelausführungen erforderlich werden, die besondere Nachweise und Zustimmungen erfordern.

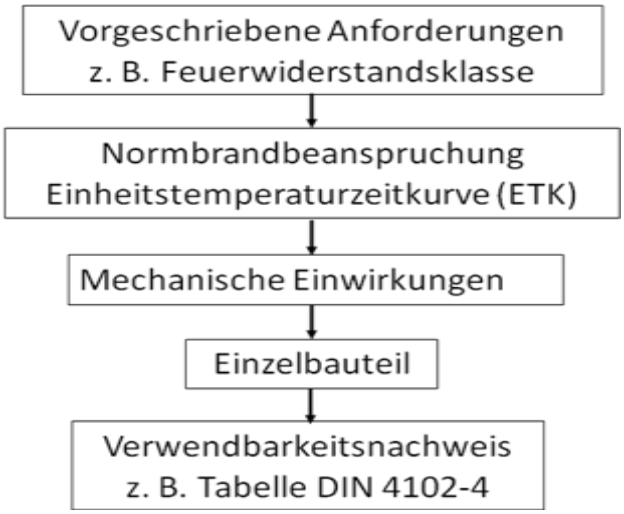


Bild 1 Bandschutztechnische Auslegung der Bauteile nach derzeit gültigen nationalen Regelungen (präskriptives Konzept)

Im Zuge der europäischen Harmonisierung sind seit Mitte der 1980er Jahre die Eurocodes entstanden, die auch spezielle Teile für den konstruktiven Brandschutz enthalten. Darin werden nur noch vereinzelt Bemessungstabellen wie in DIN 4102-4 angeboten, der Schwerpunkt liegt eindeutig bei rechnerischen Nachweisen des Brandverhaltens, mit denen die tatsächlichen Systemrandbedingungen und Belastungen der Bauteile wesentlich flexibler berücksichtigt und wirtschaftlichere Bemessungsergebnisse erzielt werden können. Auch hinsichtlich der Brandbeanspruchung werden neue Möglichkeiten durch die Vorgabe natürlicher Brandverläufe eröffnet, die mit Hilfe von vereinfachten oder allgemeinen Naturbrandmodellen beschrieben werden können.

Die Auslegung des konstruktiven Brandschutzes wird damit zu einer „echten Ingenieuraufgabe“, die grundsätzlich in analoger Weise gelöst werden kann wie bei der Bemessung der Konstruktion für Normaltemperatur. Man legt zunächst die erforderliche Brandschutzleistung fest, die entweder wie bisher eine Feuerwiderstandsklasse, basierend auf einer Brandbeanspruchung nach ETK, sein kann oder aber in einer natürlichen Brandbeanspruchung besteht, der die Konstruktion standhalten muss. Für den rechnerischen Nachweis können die tatsächlich vorhandenen Randbedingungen und Einwirkungen zu Grunde gelegt werden, und es kann bei Bedarf auch das Zusammenwirken verschiedener Bauteile in einem Teiltagwerk oder Gesamttragwerk berücksichtigt werden. Der Nachweis kann auf unterschiedlichen Stufen geführt werden:

Stufe 1: mit tabellarischen Daten (nur für Beton- und Verbundbauteile),

Stufe 2: mit vereinfachten Rechenverfahren (ingenieurmäßige Nachweise),

Stufe 3: mit allgemeinen Rechenverfahren (numerische Brandsimulation).

Die vielfältigen Möglichkeiten dieses neuen *„leistungsorientierten Konzepts“* sind aus Bild 2 ersichtlich.

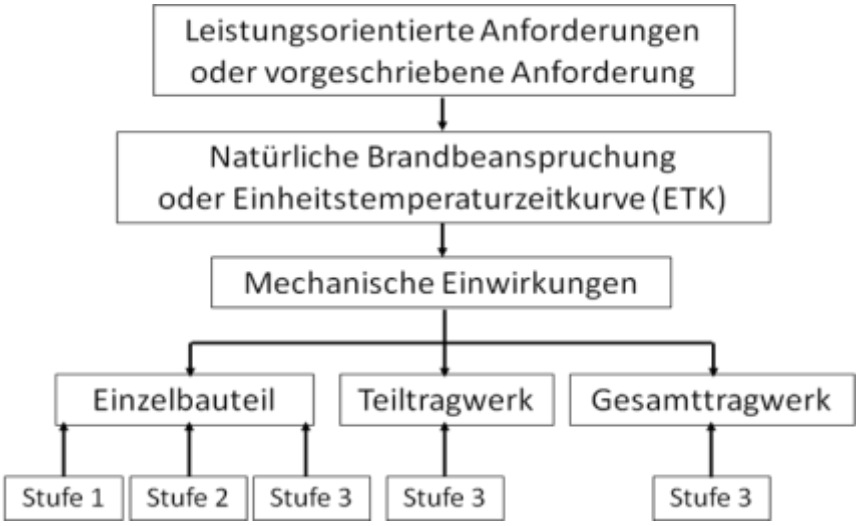


Bild 2 *Bandschutztechnische Auslegung der Bauteile nach den Eurocode-Brandschutzteilen (leistungsorientiertes Konzept)*

Nach dem Erscheinen der Eurocodes als Europäische Vornormen (ENV-Fassungen) Mitte der 1990er Jahre und nochmals nach der Veröffentlichung der endgültigen Normen (EN-Fassungen) ab 2002 wurde in Deutschland im zuständigen Normenausschuss sowie seitens der obersten Bauaufsichtsbehörden kritisch hinterfragt, ob sich durch die Anwendung der neuen rechnerischen Nachweise das Sicherheitsniveau des Brandschutzes insgesamt oder in bestimmten Fällen verschieben könnte. Dieser Frage wurde in mehreren Forschungsvorhaben nachgegangen mit dem Ergebnis, dass die Brandschutznachweise der Stufe 1 und Stufe 2 im Wesentlichen im Einklang stehen mit den bisherigen Erfahrungen aus Brandversuchen und genaueren numerischen Simulationen, so dass gegen die Anwendung in Deutschland keine Bedenken bestehen. Hingegen werden bezüglich der individuellen Leistungsanforderungen auf der Basis von Naturbränden und der allgemeinen Rechenverfahren der Stufe 3 eine vorherige Abstimmung mit der Bauaufsichtsbehörde und eine Prüfung nach dem Vier-Augen-Prinzip verlangt. Einzelheiten werden in den Nationalen Anhängen zu den Eurocode-Teilen geregelt, die Ende 2008 als Normentwürfe (Gelbdrucke) und Anfang 2010 als DIN-Normen (Weißdrucke) veröffentlicht werden sollen.

RISIKOORIENTIERTE BETRACHTUNGEN BEI SONDERBAUTEN

Um die unterschiedlichen Brandschutzanforderungen in den Sonderbauvorschriften besser verstehen und nachvollziehen zu können, wurden in [3] für die wichtigsten Sonderbauten die besonderen Risikofaktoren, die hiervon primär betroffenen Schutzziele sowie die dafür besonders wirksamen vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen zusammengestellt (Tabelle 1). Auf dieser Basis lässt sich zumindest qualitativ die unterschiedliche Gewichtung der einzelnen Schutzziele in den Vorschriften nachvollziehen.

Tabelle 1 Besondere Risiken, Schutzziele und Maßnahmen bei Sonderbauten

Sonderbau	Besondere Risiken	Wichtige Schutzziele	Besondere Maßnahmen
Beherbergungs-stätten	schlafende, mit der Umgebung nicht vertraute Personen	Flucht und Rettung von Personen	Brandmeldung und Alarmierung, Rettungswegkenn-zeichnung
Verkaufsstätten	große Zahl mit der Umgebung nicht vertrauter Personen, hohe Brand-last, große Brandab-schnitte	Flucht und Rettung von Personen wirksame Löscharbeiten	Brandmeldung und Alarmierung, ausreichend dimensio-nierte und gekennzeich-nete Rettungswege, Rauch- und Wärmeabzug, Löschanlage
Versammlungs-stätten	große Zahl mit der Umgebung nicht vertrauter Personen, große Brand-abschnitte, lange Rettungswege, verschiedene Nutzungen	Flucht und Rettung von Personen Vermeidung der Brandausbreitung	Brandmeldung und Alarmierung, ausreichend dimensio-nierte und gekennzeich-nete Rettungswege, Rauch- und Wärmeabzug, Vorkehrungen zur Brand-bekämpfung, organisatorische Maß-nahmen
Krankenhäuser	große Zahl auf Hilfe angewie-sener Perso-nen offene Verbin-dungen in den Nutzungen	Rettung von Personen Vermeidung der Brandausbreitung	Brandmeldung und Alarmierung, für Krankentransport geeignete Rettungswege, Vorkehrungen zur Brand-bekämpfung, organisatorische Maß-nahmen
Schulen	große Zahl auf Anleitung angewiesener Personen	Flucht und Rettung von Personen	zwei bauliche, ausreichend dimensionierte Rettungs-wege, organisatorische Maß-nahmen
Industriebauten	z. T. hohe Brandlastdichte große Brand-abschnitte, lange Rettungswege	Vermeidung der Brandausbreitung inkl .Sachschutz, wirksame Löscharbeiten	Brandmeldung und Alarmierung, Rauch- und Wärmeabzug, ggf. Löschanlage, organisatorische Maß-nahmen

DEFINITION VON LEISTUNGSKRITERIEN

Leistungskriterien für die Sicherheit der Bauteile

Im Hinblick auf die bauordnungsrechtlichen Schutzziele,

- der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorbeugen und
- die Rettung von Menschen (und Tieren) und wirksame Löscharbeiten ermöglichen,

gibt es ein übergeordnetes Leistungskriterium in Form der Feuerwiderstandsdauer. Diese muss so bemessen werden, dass die Bauteile unter den definierten Brandeinwirkungen bis zum wahrscheinlichen Abschluss der Flucht und Rettung von Personen und der Löscharbeiten durch die Feuerwehr standsicher und ggf. hinsichtlich der raumabschließenden Funktion wirksam bleiben.

Folgende Zeiten werden von Mehl [6] aus Sicht der Bauaufsichtbehörden (für Gebäude normaler Art und Nutzung) genannt:

- Die Flucht von einzelnen Personen oder die Evakuierung eines Gebäudes oder Brandabschnittes im Ganzen soll spätestens nach 10 Minuten abgeschlossen sein.
- Die Rettung von in Not geratenen Menschen soll innerhalb von 15 bis maximal 30 Minuten nach Brandausbruch bewerkstelligt werden.
- Je nach Gebäudeklasse darf eine Brandbekämpfung (ein Löschangriff) innerhalb eines Gebäudes mindestens 30 bzw. 60 oder 90 Minuten nicht durch ein Versagen der Konstruktion gefährdet werden.

Die im letzten Spiegelstrich genannten Zeiten können als abdeckend für bauliche Brandschutzmaßnahmen angesehen werden, die für einen Normbrand nach DIN 4102-2 im Zeitbereich (über die Feuerwiderstandsdauer) nachgewiesen werden. Wird der Nachweis mit Ingenieurmethoden des Brandschutzes individuell für Normbrand- oder Naturbrandbeanspruchung im Zeit-, Temperatur- oder Festigkeitsbereich geführt, ist ein äquivalentes Sicherheitsniveau einzuhalten. Hierzu werden in einem Forschungsvorhaben des iBMB im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) die erforderlichen Grundlagen und Methoden erarbeitet [7].

Die praktische Umsetzung des Leistungskriteriums „Feuerwiderstandsdauer“ erfolgt in Deutschland derzeit durch Verwendung von Bauteilen und Sonderbauteilen, die in DIN 4102-4 bzw. DIN 4102-22 genormt sind oder für die ein gültiger Verwendbarkeitsnachweis auf der Grundlage der DIN 4102 vorliegt.

Künftig können tragende und raumabschließende Bauteile und Tragwerke auch nach den Brandschutzteilen der Eurocodes rechnerisch für Normbrandbean-

spruchung oder Naturbrandbeanspruchung nachgewiesen werden [8]. Dabei sind die oben bereits erwähnten Nachweisstufen möglich:

Stufe 1: tabellarische Daten (nur für Beton- und Verbundkonstruktionen),

Stufe 2: vereinfachte Rechenverfahren (für alle Bauweisen außer Mauerwerk),

Stufe 3: allgemeine Rechenverfahren (nicht für Holz- und Mauerwerksbau).

Leistungskriterien für den Personenschutz

Analog zum Nachweis der Konstruktion nach den Eurocodes können grundsätzlich auch für die Personensicherheit Nachweise auf unterschiedlichen Stufen durchgeführt werden (Bild 3).

Stufe 1:

Stufe 2:

Stufe 3:

Bild 3 Nachweisstufen für den Personenschutz

Der einfache Nachweis auf Stufe1 entspricht den bisherigen Regelungen in den deutschen Brandschutzvorschriften. Hierzu gehören die Anforderungen in den Vorschriften und Richtlinien hinsichtlich maximaler Rettungsweglängen, erforderlicher Ausgangsbreiten usw., die bei der Gestaltung der Rettungswege zu beachten sind. Die Anforderungen sollten in der Regel auf der sicheren Seite liegen.

Beim vereinfachten Nachweisverfahren (Stufe 2) kann z. B. eine raucharme Schicht indirekt durch Bemessung der Rauchableitung nach DIN 18232 oder EN 12101 [9] eingehalten werden. Für die Evakuierung kann ein Nachweis mit Handformeln, z. B. nach Predtetschenski, Milinski [10] geführt werden.

Als allgemeine Nachweisverfahren (Stufe 3) kommen z. B. Brandsimulationen mit Feldmodellen oder ggf. Zonenmodellen in Betracht, mit denen sowohl eine

wirksame Rauchableitung, z. B. unter Einhaltung von Mindestwerten der Sichtweite bzw. Höchstwerten der optischen Dichte, als auch eine ausreichende Personensicherheit durch Begrenzung der toxischen Wirkung des Brandrauches, z. B. mit dem FED-Modell nach Purser [11], nachgewiesen werden können. Im Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes [12] sind entsprechende Anhaltswerte für die Bewertung der Personensicherheit als Ergebnis einer längeren Konsensbildung angegeben (Tabelle 2). Diese Werte enthalten noch gewisse Sicherheitsreserven, die auch bestehende Unsicherheiten der Modelle und Eingangsdaten ausgleichen sollen.

Tabelle 2 Leistungskriterien für den Personenschutz [12]

Beurteilungsgröße	längere Aufenthaltsdauer (< 30 min)	mittlere Aufenthaltsdauer (ca. 15 min)	kurze Aufenthaltsdauer (< 5 min)
CO-Konzentration	100 ppm	200 ppm	500 ppm
CO_2-Konzentration	1 Vol.-%	2 Vol.-%	3 Vol.-%
HCN-Konzentration [(1)]	30 ppm	40 ppm	55 ppm
Wärmestrahlung	1,7 kW/m^2	2,0 kW/m^2	< 2,5 kW/m^2
Gastemperatur	50 °C	50 °C	60 °C
Rauchdichte D_L	0,1 m^{-1}	0,1 m^{-1} / 0,15 m^{-1} [(2)]	0,1 m^{-1} / 0,2 m^{-1} [(2)]
Sichtweite [(3)]	10 m – 20 m	10 m – 20 m	10 m – 20 m

(1) Die HCN-Konzentrationen sind starken Streuungen unterworfen. Für typische Brände besteht eine Korrelation mit den CO-/CO_2-Konzentrationen.

(2) Der jeweils höhere Anhaltswert kann zur Beurteilung angesetzt werden, wenn der betroffene Bereich übersichtlich strukturiert ist oder die Personen mit den Räumlichkeiten vertraut sind.

(3) Die Sichtweite ist starken Streuungen unterworfen. Für typische Brände besteht eine Korrelation mit der Rauchdichte D_L..

Zwei für die Selbstrettung wichtige Auswirkungen der durch Brandrauch reduzierten Sichtweite sind die damit verbundene Verlangsamung flüchtender Personen sowie Schwierigkeiten bei der Orientierung bzw. generell das Zurückschrecken vor verrauchten Bereichen. Dem ist bei genaueren Entfluchtungsnachweisen mit Hilfe von Personenstromanalysen, z. B. mit Individualmodellen, Rechnung zu tragen (vgl. [12]).

HIERARCHISCHE STRUKTUR LEISTUNGSORIENTIERTER BRANDSCHUTZVORSCHRIFTEN

Grundkonzept

Die derzeitige Struktur der Brandschutzvorschriften erschwert eine zügige Einführung von Neuerungen und damit die Anpassung an den Stand der Technik. Das Verfahren sieht vor, dass die von der ARGEBAU in Projektgruppen erarbeiteten und in den zuständigen Gremien verabschiedeten Muster Grundlage für einheitliche Vorschriften auf Länderebene sein sollen. Die Muster werden aber erst mit zeitlichem Verzug oder auch gar nicht von den Bundesländern in Landesrecht überführt. Das dauert häufig mehrere Jahre, was vor allem daran liegt, dass detaillierte Anforderungen direkt im Gesetz stehen und somit die entsprechenden Gesetzesvorlagen auch in den Landesparlamenten beraten und verabschiedet werden müssen. Diese Problematik besteht speziell im Brandschutz. Für die anderen technischen Anforderungen an Bauwerke gibt die Bauordnung nur einen allgemeinen Rahmen vor und setzt voraus, dass die Details entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik geplant und ausgeführt werden.

Ziel sollte sein, auch im Brandschutz zu einer sinnvollen hierarchischen Struktur der Vorschriften zu kommen, wie sie in anderen europäischen Ländern bereits eingeführt ist und für eine flexible nationale Umsetzung der Eurocodes notwendig ist. Als Beispiel seien die neuen Schweizerischen Brandschutzvorschriften erwähnt. Diese wirken sich wie folgt auf die Praxis aus [13]:

- ca. 80 % aller Gebäude können problemlos mit festgelegten Vorgaben geplant werden,
- ca. 15 % der Gebäude lassen sich mit partiellen Abweichungen ausführen, wobei die Erstellung von Brandschutzkonzepten empfohlen wird,
- lediglich 5 % der Gebäude weichen so weit von den Standardvorgaben ab, dass Brandschutzkonzept zwingen erforderlich sind.

Bauordnung

Auf der obersten Ebene 1 der Vorschriften-Hierarchie (Bild 4) sollten weiterhin die Landesbauordnungen stehen. Sie sollten jedoch keine detaillierten Einzelanforderungen an den Brandschutz mehr enthalten, sondern lediglich die in den allgemeinen Anforderungen (§§ 3 und 14 MBO [1]) formulierten Schutzziele. Ein Hinweis auf eine differenzierte Gewichtung der Schutzziele in Abhängigkeit von der Gebäudeart und Nutzung, z. B. im Zusammenhang mit den Sonderbauten, wäre wünschenswert. Anstelle der Vorgaben zu Ausnahmen und Abweichungen sollte klargestellt werden, dass der erforderliche Brandschutz – hinsichtlich Bauteil- und Personensicherheit - entweder durch die Berücksichtigung von Standard-Vorgaben erreicht werden oder alternativ durch ein ganzheitliches Brandschutzkonzept mit individuellem Nachweis der ausreichenden Sicherheit – entsprechend dem Stand der Technik – gewährleistet werden kann.

Ebene 1:

Ebene 2:

Ebene 3:

Bild 4 Hierarchiestufen der Brandschutzvorschriften

Verordnungen und Richtlinien

In der mittleren Ebene 2 können z. B. in einer Durchführungsverordnung zur Landesbauordnung für die verschiedenen Gebäude- und Nutzungsarten einerseits präskriptive Vorgaben als Standardauslegung (ohne weiteren Nachweis) und andererseits die grundsätzlichen Anforderungen an leistungsorientierte Nachweise der Sicherheit baulicher Brandschutzmaßnahmen sowie der Personensicherheit und Evakuierung geregelt werden.

Als Beispiel für den Aufbau der entsprechenden Regelungen auf der Ebene 2 kann die Muster-Industriebaurichtlinie dienen. Diese sieht drei alternative, d. h. genehmigungsrechtlich gleichwertige Verfahren im beschriebenen Sinne vor:

1) Tabellarische Daten (zulässige Brandabschnittsfläche in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsklasse der Bauteile und der brandschutztechnischen Infrastruktur)
2) Vereinfachtes Rechenverfahren (formelmäßige Ermittlung der zulässigen Fläche eines Brandbekämpfungsabschnittes und der Anforderungen an die Bauteile aufgrund eines Nachweise nach DIN 18230-1)
3) Allgemeines Rechenverfahren (Nachweis mit anerkannten Methoden des Brandschutzingenieurwesens, dass die Schutzziele erreicht werden).

Technisches Regelwerk

Auf Ebene 3 sollten analog zum Nachweis der Standsicherheit eines Gebäudes auch bei den Nachweisen zum Brandschutz einschlägige Normen zur Anwendung kommen, die über die Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen

bekannt gemacht werden. Hierzu werden künftig vor allem die Brandschutzteile der Eurocodes in Verbindung mit den Nationalen Anhängen zählen.

Hinsichtlich der Anwendbarkeit und Interpretation von Nachweisen der Stufe 3 sollte darüber hinaus auf den „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“ [12], oder ggf. zu einem späteren Zeitpunkt auf eine DIN-Norm zu Ingenieurmethoden des Brandschutzes, verwiesen werden [14]. Diese Technischen Regeln liefern die notwendigen fachlichen Grundlagen für die Nachweisführung und unterliegen der ständigen Aktualisierung.

Eine gleichzeitige Anpassung der Bauordnungen oder der Verordnungen und Richtlinien durch die Länder ist dann nicht mehr erforderlich.

ÜBERGREIFENDES SICHERHEITSKONZEPT

Voraussetzungen und Grundlagen

Das übergreifende Sicherheitskonzept muss für

- unterschiedliche Bauweisen (Beton, Stahl, Verbund, Holz, Mauerwerk),
- unterschiedliche Nutzungsarten (normale Gebäude und Sonderbauten),
- unterschiedliche Brandeinwirkungen (Normbrand- und Naturbrandbeanspruchung),
- unterschiedliche rechnerische Nachweisverfahren (vereinfachte und allgemeine Rechenverfahren)

gleichermaßen anwendbar sein und folgende brandschutztechnischen Randbedingungen berücksichtigen:

- Brandentstehungshäufigkeit (nutzungsabhängig),
- Brandausbreitungswahrscheinlichkeit (nutzungsabhängig),
- Verfügbarkeit und Wirksamkeit anlagentechnischer Maßnahmen,
- Verfügbarkeit und Wirksamkeit der Brandbekämpfung durch die Feuerwehr.

Die Eingangsgrößen für die Ermittlung der Brandeinwirkungen weisen stochastische Streuungen, statistische Unsicherheiten und ggf. Modellunsicherheiten auf, die durch geeignete Wahl von Bemessungswerten kompensiert werden müssen. Das gilt z. B. für

- Brandlastdichten,
- Wärmefreisetzungsraten oder Abbrandraten,
- Produktionsraten von Rauch,
- Entstehungsraten von Schadstoffen.

Das Sicherheitskonzept muss sich an den in den europäischen Normen – unter übergeordneten Gesichtspunkten – bereits getroffenen Festlegungen orientieren und diese sinnvoll integrieren. Das betrifft einerseits die generellen Anforderungen bezüglich der Zuverlässigkeit von Bauwerken und Tragwerken, die bauart- und baustoffübergreifend in EN 1990 – Eurocode [15] geregelt sind. Weiterhin werden die mechanischen Einwirkungen auf Gebäude werden in den verschiedenen Teilen von EN 1991-1 geregelt. Für normale Hochbauten sind insbesondere die Wichten, Eigengewichtslasten (G) und Nutzlasten (Q) in EN 1991-1-1 [16] von Bedeutung. Wegen der mehr oder weniger starken Streuungen der Einwirkungen werden die charakteristischen Werte als obere Fraktilen definiert und zusätzlich mit Teilsicherheitsbeiwerten, z. B. γ_G = 1,35 für ständige Einwirkungen und γ_Q = 1,5 für veränderliche Einwirkungen bei Grenzzuständen der Tragfähigkeit, multipliziert. Im Brandfall entfallen die Teilsicherheitsbeiwerte und bei Kombination mehrerer Einwirkungen erfolgt zusätzlich eine Abminderung mit Kombinationsbeiwerten ψ, wobei mit ψ_1 ein seltener Wert und mit ψ_2 ein quasi-ständiger Wert definiert werden.

Auf der Seite der Widerstände gehen in der Regel geometrische Größen wie Bauteilabmessungen sowie Materialeigenschaften in die Grenzzustandsbetrachtung ein. Dabei werden für geometrische Größen wegen der durchweg geringen Streuungen meist die Mittelwerte als charakteristische Werte definiert. Bei den Materialeigenschaften sind es in der Regel ungünstige Fraktilen, z. B. die 5 %-Fraktile der Beton- und Betonstahlfestigkeit bei Stahlbetonbauteilen. In Abhängigkeit von den Streuungen werden zusätzlich Teilsicherheitsbeiwerte γ_M angesetzt, z. B. γ_c = 1,5 für die Betonfestigkeit und γ_s = 1,15 für die Betonstahlfestigkeit bei Stahlbetonbauteilen.

Für den Brandfall wird in DIN EN 1991-1-2 (Eurocode 1 Teil 1-2) [17] empfohlen und vom zuständigen DIN-Arbeitsausschuss für Deutschland so festgelegt, die Materialteilsicherheitsbeiwerte für alle Baustoffe und Bauarten einheitlich zu γ_M = 1,0 zu setzten, um unterschiedliche Werte für die verschiedenen Bauweisen und Nachweise zu vermeiden.

Somit kann die erforderliche Zuverlässigkeit der Brandschutzbemessung nur über die Definition einer hinreichend konservativen Bemessungsbrandeinwirkung sichergestellt werden. Das entspricht im Übrigen der bisherigen Praxis, die Brandeinwirkung über die für Brände im normalen Hochbau (Wohn- und Bürogebäude und Gebäude mit vergleichbarer Nutzung) repräsentative Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) nach DIN 4102-2 und eine bauordnungsrechtlich geforderte, auf der sicheren Seite liegende Feuerwiderstandsklasse zu definieren.

Je nach verwendetem Naturbrandmodell und Nachweisverfahren sind unterschiedliche Eingangsgrößen für die Brandeinwirkungen maßgebend und daher mit Teilsicherheiten zu beaufschlagen:

- die Brandbelastung, wenn die Branddauer für die Bemessung maßgebend ist (z. B. bei Bauteilen mit größerer Feuerwiderstandsdauer und bei Holzbauteilen mit konstanter Abbrandgeschwindigkeit (dieser Fall wird in [17], Anhang E behandelt),
- die Brandausbreitungsgeschwindigkeit, wenn die Brandeinwirkung in der Frühphase des Brandes maßgebend wird (z. B. die Raumtemperatur bei ungeschützten Stahlbauteilen),
- die maximale Brandausdehnung und/oder Abbrandrate, die in der stationären Phase eines *brandlastgesteuerten Brandes* die maximale Wärmefreisetzungsrate und Temperaturentwicklung bestimmen,
- die Ventilationsbedingungen, die im *ventilationsgesteuerten Brand* für die maximale Wärmefreisetzungsrate und Temperaturentwicklung ausschlaggebend sind.

Die genannten Einflussgrößen werden bei den nachfolgenden probabilistischen Analysen als streuende Größen (Basisvariablen) eingeführt. Die statistischen Kennwerte werden der Literatur entnommen oder sinnvoll angenommen.

Erforderliche Zuverlässigkeit

Im Informativen Anhang B von EN 1990 [15] werden die verschiedenen baulichen Anlagen in Schadensfolgeklassen (Tabelle 3) eingestuft, denen über Zuverlässigkeitsklassen (Tabelle 4) die erforderliche Zuverlässigkeit tragender und aussteifender Bauteile zugeordnet wird.

Tabelle 3 Einstufung baulicher Anlagen in Schadensfolgen nach EN 1990 [15], Anhang B

Schadens-folgeklassen	Merkmale	Beispiele im Hochbau oder bei sonstigen Ingenieurbauwerken
CC3	Hohe Folgen für Menschenleben oder sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Tribünen, öffentliche Gebäude mit hohen Versagensfolgen (z. B. eine Konzerthalle)
CC2	Mittlere Folgen für Menschenleben, beträchtliche wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Wohn- und Bürogebäude, öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen (z. B. ein Bürogebäude)
CC1	Niedrige Folgen für Menschen und kleine oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen	Landwirtschaftliche Gebäude ohne regelmäßigen Personenverkehr, (z. B. Scheunen, Gewächshäuser)

Tabelle 4 Zuverlässigkeitsklassen nach [15] mit der Empfehlung von Mindestwerten für den Zuverlässigkeitsindex β bzw. die Versagenswahrscheinlichkeit p_f

Zuverlässig-keitsklasse	Zuverlässigkeitsindex β und Versagenswahrscheinlichkeit p_f			
	Bezugszeitraum 1 Jahr		Bezugszeitraum 50 Jahre	
RC 3	5.2	1.0E-07	4.3	8.5E-06
RC 2	4.7	1.3E-06	3.8	7.2E-05
RC 1	4.2	1.3E-05	3.3	4.8E-04

Bezüglich der Häufigkeit von Bränden findet man in der internationalen Literatur unterschiedliche Angaben. Gut dokumentiert sind z. B. Daten aus Finnland [18] (Tabelle 5). Sie liegen in einer ähnlichen Größenordnung wie ältere Daten aus England, Holland und USA, die Grundlage der Auslegungssystematik in [19] waren.

Tabelle 5 Anzahl der Brände von 1996 bis 1999, zugehörige Flächenbestände verschiedener Gebäudekategorien sowie resultierende relative jährliche Brandhäufigkeiten, nach Statistics Finland [18]

Nutzung	Brände	Gebäudefläche [m^2]	Brandhäufigkeit λ_1 [1/(m^2·a)]
Wohngebäude	4361	231 565 978	4.7E-6
Geschäftsgebäude	356	18 990 450	4.7E-6
Bürogebäude	140	16 354 516	2.1E-6
Gebäude von Transport, Feuerwehr, Rettungsdiensten	123	10 627 751	2.9E-6
Betreuungs- und Pflegeeinrichtungen	197	8 780 942	5.6E-6
Versammlungsstätten	112	7 379 199	3.8E-6
Bildungseinrichtungen	122	15 801 759	1.9E-6
Industriegebäude	1038	40 321 357	6.4E-6
Lagergebäude	405	7 434 710	1.4E-5
Andere Nutzungen	2650	2 437 960	2.7E-4

Die Häufigkeiten in Tabelle 5 betreffen Entstehungsbrände, die weder von selbst verlöschen noch durch Anwesende unmittelbar gelöscht werden. Aus einer durchschnittlichen jährlichen Auftretensrate λ_1 lässt sich die Auftretenswahrscheinlichkeit $p_1(A)$ von mindestens einem Entstehungsbrand auf einer Grundfläche A des betrachteten Gebäudeabschnittes in einem Bezugszeitraum von 1 Jahr berechnen:

$$p_1 = 1 - \exp(\lambda_1 \cdot A) \approx \lambda_1 \cdot A \quad (1)$$

Aufgrund frühzeitiger Brandentdeckung und Meldung an die Feuerwehr können nach [19] rund 90 % der Entstehungsbrände erfolgreich bekämpft werden. Die Ausbreitung zu einem fortentwickelten Brand erfolgt nur mit einer Wahrscheinlichkeit p_2, die in der Größenordnung von 0,1 liegt. Wenn außerdem eine automatische Löschanlage installiert wird, kommt es nur bei Nichtverfügbarkeit bzw. Ausfall dieser Anlage mit der sehr geringen Wahrscheinlichkeit p_3 im Anforderungsfall (z. B. 0,02 bei Sprinkleranlagen nach VdS-Standard) zu einem Schadenfeuer. Somit ergibt sich die Auftretenswahrscheinlichkeit von mindestens einem fortentwickelten Brand auf der Abschnittsfläche A im Bezugszeitraum von 1 Jahr zu

$$p_{fi} = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \quad (2)$$

Die erforderliche Zuverlässigkeit β_{fi} eines Bauteils oder Tragwerks im Brandfall kann aus der (bei bisherigen Nachweisen stillschweigend akzeptierten) Versagenswahrscheinlichkeit p_f von Bauteilen für die normalen Gebrauchslastfälle (Tabelle 2, Bezugszeitraum 1 Jahr) und der jährlichen Auftretenswahrscheinlichkeit p_{fi} von Bränden in dem betreffenden Brandabschnitt (nach Gl. (2)) abgeleitet werden:

$$p_f = \Phi(-\beta)\,[1/a] \quad (3)$$

$$p_{f,fi} = \frac{p_f}{p_{fi}} \quad (4)$$

$$\beta_{fi} = -\Phi^{-1}(p_{f,fi}) \quad (5)$$

Dabei ist $\Phi(\ )$ die Funktion der Standard-Normalverteilung und Φ^{-1} deren Umkehrfunktion.

Teilsicherheitsbeiwerte für die Brandeinwirkung

Für die Brandschutzbemessung von Bauteilen und Tragwerken ist in der Regel die Bauteiltemperatur die maßgebende Brandeinwirkung. Sie ergibt sich aufgrund der Brandraumtemperatur in der Umgebung der Bauteile. Diese wiederum hängt von der Art, Menge und Verteilung der im Raum vorhandenen Brandlasten, den Ventilationsbedingungen, den Eigenschaften des Brandraumes und ggf. der Wirkung von anlagentechnischen und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen ab.

Für Brandlasten in unterschiedlich genutzten Gebäuden gibt es nur eine begrenzte Anzahl von Datenquellen. In [17], Anhang E sind durchschnittliche Brandlastdichten (mittlere Brandlast pro m^2 Geschossfläche) für typische Nut-

zungen angegeben (Tabelle 6). Im Industriebau werden die Brandlasten aufgrund der großen Schwankungsbreite häufig objektbezogen aufgenommen.

Zur Ermittlung des Zeitverlaufs der Raumtemperatur mit einem Naturbrandmodell wird unter Vorgabe eines Bemessungsbrandszenarios ein resultierender Verlauf der Wärmefreisetzungsrate ermittelt, der einen großen Teil der Einflussgrößen beinhaltet.

Tabelle 6 Nutzungsabhängige Brandlastdichten nach [17] und berechnete Fraktilen bei Annahme einer Gumbel-Verteilung

Nutzung	Brandlastdichte [MJ/m^2]				
	Mittelwert	Standard-abweich.	80 %-Fraktile	90 %-Fraktile	95 %-Fraktile
Wohnen	780	234	948	1085	1217
Krankenhaus (Zimmer)	230	69	280	320	359
Hotel (Zimmer)	310	93	377	431	484
Bücherei	1500	450	1824	2087	2340
Büro	420	126	511	584	655
Schule (Klassenzimmer)	285	85,5	347	397	445
Einkaufszentrum	600	180	730	835	936
Theater (Kino)	300	90	365	417	468
Verkehr (öffentl. Bereich)	100	30	122	139	156
Industrie – Lager *)	1180		1800	2240	2690
Industrie – Produktion *)	300		470	590	720

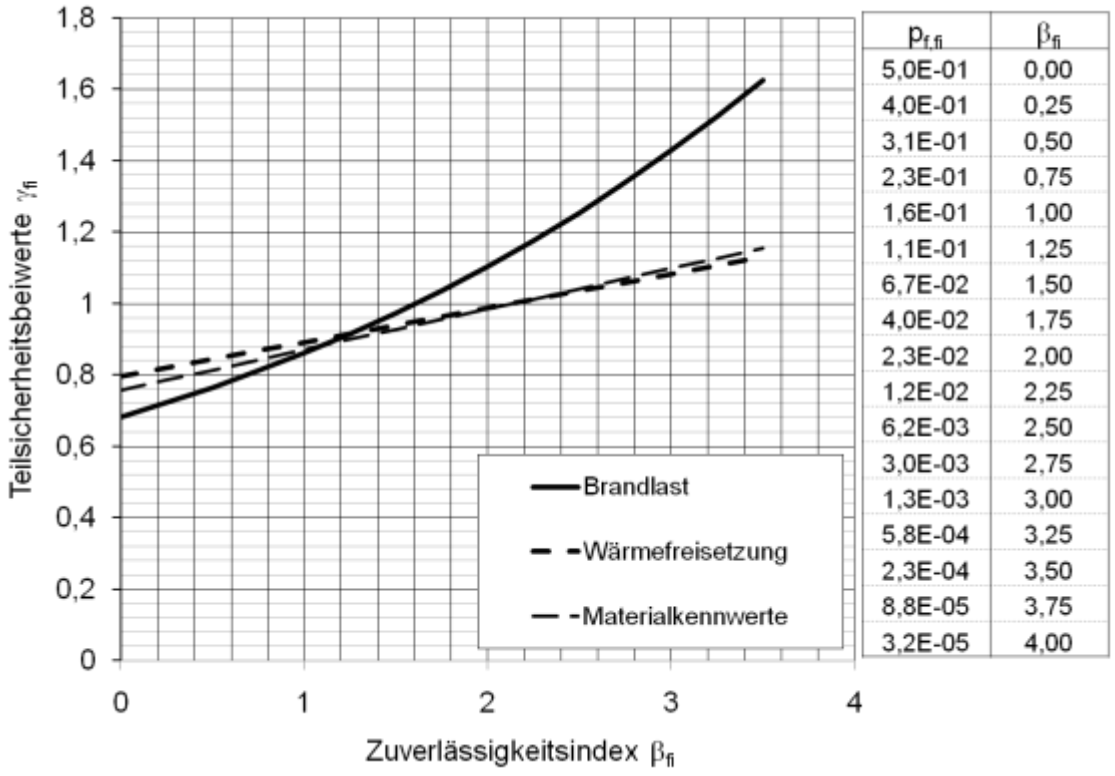
**) zusätzliche Angaben basierend auf einer Log-Normalverteilung*

In [20] wurden umfangreiche Zuverlässigkeitsanalysen für Einzelbauteile aus unterschiedlichen Baustoffen (Beton, Stahl und Holz) in unterschiedlich genutzten Gebäuden (Wohn-/Bürogebäude, Verkaufsstätte/Versammlungsstätte, Industriebau) durchgeführt. Zum Vergleich wurde die Zuverlässigkeit derselben Bauteile bei Normbrandbeanspruchung nach ETK berechnet, wobei die ETK mit der bauaufsichtlich geforderten Feuerwiderstandsdauer deterministisch vorgegeben wurde. Es hat sich in allen Fällen ergeben, dass während des gesamten Brandverlaufes die Zuverlässigkeit bei realistischer Naturbrandbeanspruchung unter Berücksichtigung streuender Einflussgrößen höher liegt als bei Normbrandbeanspruchung am Ende der geforderten Feuerwiderstandsdauer.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass bei den Beton- und Stahlbauteilen die Brandlastdichte aufgrund ihrer großen Streuungen den maßgebenden Einfluss auf die Zuverlässigkeit hat; bei den Holzbauteilen gilt das für die Abbrandrate von Holz.

Je nach Brandmodell spielt danach entweder die Wärmefreisetzungsrate oder die Brandfläche die nächstgrößere Rolle.

Geht man davon aus, dass für die betreffenden Einflussgrößen jeweils die charakteristischen Werte als 90 %-Fraktilen definiert werden, so werden zusätzlich die in Bild 5 grafisch dargestellten Teilsicherheitsbeiwerte γ_{fi} benötigt, um die geforderte Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Da gleichzeitig die mechanischen Einwirkungen entsprechend der außergewöhnlichen Einwirkungskombination vorgegeben werden, was bei genauerer Betrachtung konservativ ist, und andererseits auch die Materialkennwerte mit ihren charakteristischen Werten eingesetzt werden, obwohl Werte nahe dem Mittelwert ausreichend wären, genügt es, nur die Brandlastdichte mit dem in Bild 5 dargestellten Teilsicherheitsbeiwert zu beaufschlagen. Der zu Grunde zu legende Zuverlässigkeitsindex β_{fi} kann nach den Gln. (1) bis (5) über die bedingte Versagenswahrscheinlichkeit im Brandfall $p_{f,fi}$ berechnet und aus der Tabelle in Bild 7 abgelesen werden.



$p_{f,fi}$	β_{fi}
5,0E-01	0,00
4,0E-01	0,25
3,1E-01	0,50
2,3E-01	0,75
1,6E-01	1,00
1,1E-01	1,25
6,7E-02	1,50
4,0E-02	1,75
2,3E-02	2,00
1,2E-02	2,25
6,2E-03	2,50
3,0E-03	2,75
1,3E-03	3,00
5,8E-04	3,25
2,3E-04	3,50
8,8E-05	3,75
3,2E-05	4,00

Bild 5 Teilsicherheitsbeiwerte für die maßgebenden Einflussgrößen eines Naturbrandes bezogen auf die definierten charakteristischen Werte

Berücksichtigung anlagentechnischer und abwehrender Maßnahmen

Wenn der Einfluss von anlagentechnischen und/oder abwehrenden Brandschutzmaßnahmen auf das Brandszenario und die Brandeinwirkungen berücksichtigt werden soll, ist von Bedeutung, mit welcher Wahrscheinlichkeit die jeweilige Maßnahme im Brandfall verfügbar ist und wie sie sich auf den Verlauf des Brandes auswirkt. Hat z. B. ein Brand beim Eintreffen der Feuerwehr schon eine bestimmte Größe überschritten, so ist die Feuerwehr erfahrungsgemäß nicht mehr in der Lage, diesen wirksam zu löschen. Sie muss ihre Maßnahmen dann darauf beschränken, ein Übergreifen des Brandes auf andere Gebäude(teile) zu verhindern. Ob ein bestimmter „Versagenspfad“ für die Bemessung einzelner Bauteile oder des Tragwerks maßgebend wird, hängt unter anderem auch von dem zu erwartenden Schaden ab. So ist z. B. das Versagen einer selbsttätigen Löschanlage mit ca. 2 – 10 % höchst unwahrscheinlich, der Schaden an Gebäude und Inventar kann aber bei dem dann entstehenden Vollbrand erheblich größer sein, so dass der Vollbrand bemessungsrelevant wird.

Da das bemessungsrelevante Brandszenario auch mit viel Erfahrung nicht immer eindeutig erkannt werden kann, müssen ggf. mehrere Szenarien untersucht werden, die jeweils einen mehr oder weniger großen Beitrag zum Brandrisiko leisten. Zur Abschätzung der Risikobeiträge kann der in Bild 6 schematisch dargestellte Ereignisbaums hilfreich sein, bei dem sich je nach Funktion oder Ausfall einzelner Brandschutzmaßnahmen eine Vielzahl möglicher „Versagenspfade“ ergeben, an deren Ende jeweils ein bestimmtes Versagensereignis steht, das durch eine Eintrittswahrscheinlichkeit, den zugehörigen Bemessungsbrand und ggf. den daraus resultierenden Schaden beschrieben werden kann.

Mit Hilfe umfangreicher Systemzuverlässigkeitsanalysen wurden in [20] die Auswirkungen einer automatischen Löschanlage und/oder einer besonders schlagkräftigen Feuerwehr (z. B. einer anerkannten Werkfeuerwehr) auf die Zuverlässigkeit der Bauteile im Brandfall untersucht. Die Analysen haben gezeigt, dass sich die relevanten Brandszenarien mit einem ggf. weiter vereinfachten Ereignisbaum analog zu Bild 6 bei bekannten Wahrscheinlichkeiten für die Funktion bzw. den Ausfall der betreffenden anlagentechnischen oder abwehrenden Maßnahme leicht identifizieren lassen.

Bei nur einer zusätzlichen Maßnahme wird in der Regel der unbeeinflusste Brand bei Ausfall der betreffenden Maßnahme (z. B. Sprinkleranlage oder Löscharbeiten der Feuerwehr) maßgebend. Die Wirksamkeit einer rasch auslösenden Sprinkleranlage ist dabei nach den vorliegenden Ergebnissen höher einzuschätzen ist als die einer Werkfeuerwehr, die binnen 10 Minuten mit dem Löschangriff beginnt.

Die Einflüsse der Sprinkleranlage und einer schlagkräftigen Feuerwehr können hinsichtlich der Systemzuverlässigkeit grundsätzlich superponiert werden, da die Wirksamkeit der Sprinkleranlage vom Brand – und damit auch vom Einfluss

der Feuerwehr - näherungsweise unabhängig ist. Bei gleichzeitiger Beteiligung der öffentlichen Feuerwehr und einer Werkfeuerwehr trägt nur die Löschmaßnahme mit der geringsten Ausfallwahrscheinlichkeit zur Systemzuverlässigkeit bei, eine Superposition der Wirkung von öffentlicher Feuerwehr und Werkfeuerwehr ist somit nicht zulässig.

Wenn anlagentechnische und abwehrende Brandschutzmaßnahmen berücksichtigt werden, können die Anforderungen an den vorbeugenden baulichen Brandschutz deutlich reduziert werden, da sich die bedingte Versagenswahrscheinlichkeit $p_{f,fi}$ näherungsweise mit dem Kehrwert der Ausfallwahrscheinlichkeit der betreffenden Maßnahme erhöht. Bei Installation einer Sprinkleranlage kann dies bis zu zwei Feuerwiderstandsklassen ausmachen, so dass z. B. eine F 30 Konstruktion anstelle der sonst erforderlichen F 90-Konstruktion ausreichen kann.

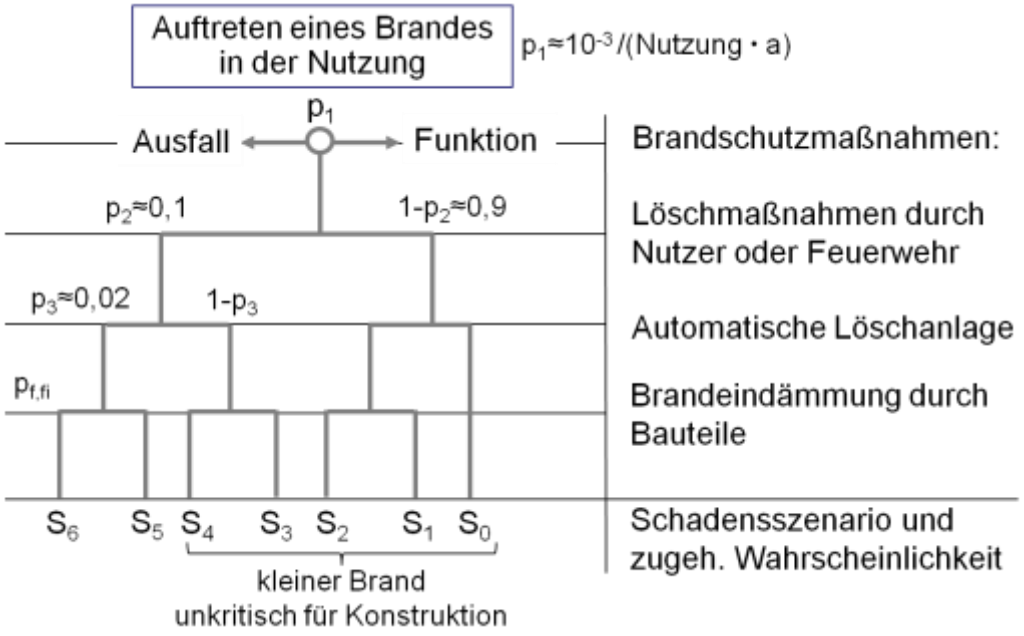


Bild 6 Ereignisbaum mit verschiedenen Brandschutzmaßnahmen

Verfügbarkeit der abwehrenden Maßnahmen

Die Leistungsfähigkeit des abwehrenden Brandschutzes ist ein kontrovers diskutiertes Thema. Einerseits wollen die Kommunen den Aufwand für ihre Berufsfeuerwehren reduzieren oder übertragen ihnen zusätzliche Aufgaben. Im ländlichen Raum, wo viele Menschen weite Wege zur Arbeit auf sich nehmen müssen, ist der Bereitschaftsgrad der freiwilligen Feuerwehren tagsüber sehr niedrig bis nicht vorhanden. Damit erscheint die Schlagkraft der öffentlichen Feuerwehren erscheint daher zunehmend gefährdet. Andererseits

Für die Bewertung der Wirksamkeit und Zuverlässigkeit ist maßgebend, ob die Feuerwehr aufgrund ihrer Personalstärke und Geräteausstattung verhindern kann, dass ein Brand in einem kleineren Gebäude in den Vollbrand übergeht oder bei einem größeren Gebäude die Grenze der Beherrschbarkeit überschreitet. Experten gehen davon aus, dass dies bei etwa 10 % der Brände nicht gelingt. Dabei spielen die Zeit bis zur Entdeckung des Brandes und Meldung an die Feuerwehr, deren Einsatzbereitschaft und die Entfernung und Erreichbarkeit der Brandstelle eine Rolle.

Das vfdb-Referat 4 versucht seit geraumer Zeit, statistische Daten zur Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Brandbekämpfung durch die öffentlichen Feuerwehren zu erheben. Obwohl einzelne Berufsfeuerwehren grundsätzlich bereits sind, sich an dieser Erhebung zu beteiligen, erweist sich die erwünschte Abstimmung mit den zuständigen Gremien der der Berufsfeuerwehren (AGBF) als schwierig und zeitraubend. Bezüglich der für die Wirksamkeit des Löscheinsatzes wesentlichen Hilfsfrist haben eigene statistische Auswertungen von Brandberichten der Berufsfeuerwehr Braunschweig erste Trendaussagen geliefert (Bild 7 aus [12]).

Im Rahmen von Nachweisen mit Ingenieurmethoden des Brandschutzes kann ein Versagen der Brandbekämpfung durch die Feuerwehr vereinfachend dadurch modelliert werden, dass beim Eintreffen der Feuerwehr an der Brandstelle der Brand sich über eine maximal beherrschbare Fläche von z. B. 200 m^2 hinaus ausgebreitet hat. Ein mögliches Modell für das Versagen der Brandbekämpfung im Innenangriff ist das Überschreiten einer zulässigen Wärmebelastung der Einsatzkräfte (Bild 6 nach [21]).

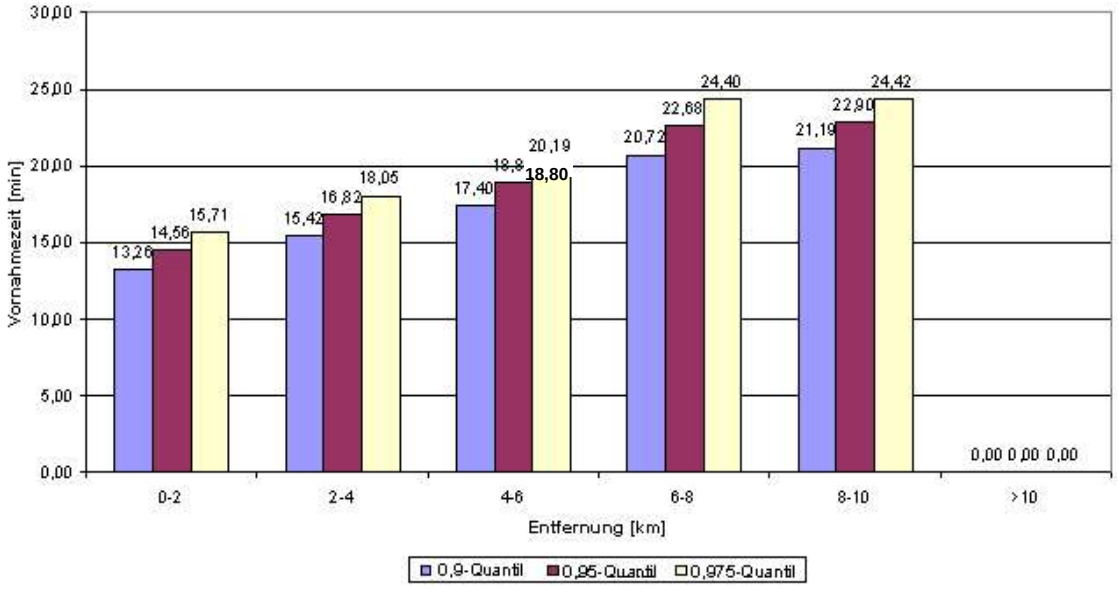


Bild 7 *Quantile der Hilfsfristen (Vornahmezeit) in Abhängigkeit der Entfernung zwischen Feuerwache und Brandstelle [12]*

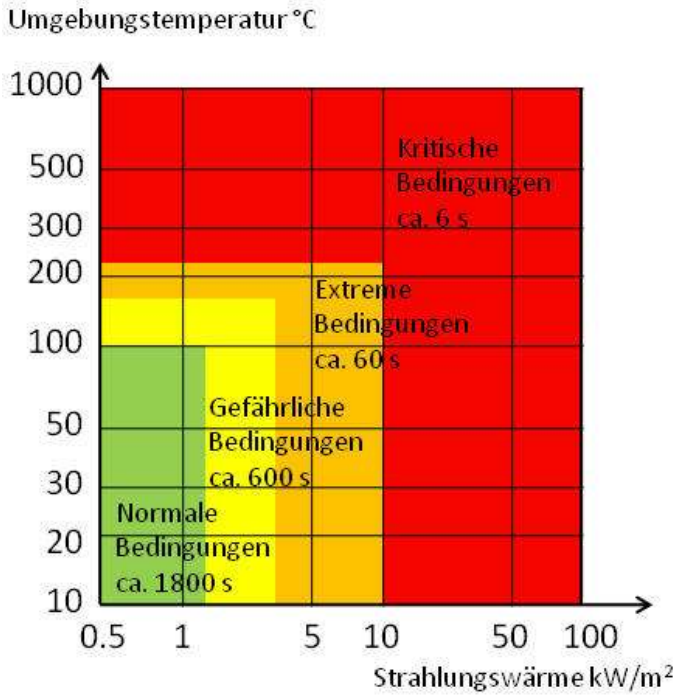


Bild 6 *Wärmebelastung beim Feuerwehreinsatz und mögliche Schutzzeit von Schutzausrüstung für den Innenangriff [21]*

Verfügbarkeit der anlagentechnischen Maßnahmen

In einem EU-Forschungsvorhaben FireTech [22] wurde von einem Konsortium aus 7 Partnern und 4 assoziierten Mitgliedern unter anderem Erfahrungen und Daten aus den beteiligten 11 Ländern über Fragebogen erfasst und ausgewertet. Daraus konnten auch Angaben zur Verfügbarkeit (und Wirksamkeit) von unterschiedlichen baulichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen im Brandfall abgeleitet werden (Tabelle 7).

Anstelle der Ausfallwahrscheinlichkeit pro Anforderung gemäß Tabelle 3 können auch die Verfügbarkeit und die Wirksamkeit in Abhängigkeit von den Brandwirkungen (z. B. der Temperaturentwicklung bei Sprinklern oder der Rauchentwicklung bei Rauchmeldern) getrennt berücksichtigt werden.

Bemerkenswert ist, dass nach den Erfahrungen aus 11 Mitgliedsländern der EU offen-sichtlich auf anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen im Anforderungsfall nicht weniger Verlass ist als auf passive bauliche Maßnahmen. Das deckt sich mit der Beobachtung des Autors bei der Begutachtung vieler Brandschäden, dass vielfach fehlerhaft eingebaute Sonderbauteile oder nachträglich veränderte raumabschließende Bauteile der Grund für eine unplanmäßige Brandausbreitung über Abschnittsgrenzen hinaus und damit für größere Schäden sind.

Tabelle 7 Wahrscheinlichkeit des Versagens von Brandschutzmaßnahmen nach [22]

System	Nichtverfügbarkeit bzw. Ausfall-wahrscheinlichkeit beim Brand
Anlagentechnische Maßnahmen	
Sprinkleranlage	0,05 bis 0,25
Andere automatische Löschanlage	0,1
RWA-Anlage	0,1
Rauchmelder, gewerblich	0,1
Rauchmelder, Wohnung	0,25
Rauchansaugsystem	0,1
Wärmemelder	0,1
Flammenmelder	0,5
Alarmierungsanlage	0 bis 0,05
Bauliche Maßnahmen	
Raumabschließende Mauerwerkswand	0,25
Leichte raumabschließende Wand	0,35
Verglasung	0,6
Abgehängte Decke	0,75
Feuerschutztür (blockiert)	0,3
selbstschließende Tür (nicht schließend)	0,2

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

In diesem Beitrag wird erläutert, wie die Möglichkeiten des Brandschutzingenieurwesens flexibler eingesetzt werden können, um bei Gebäuden, die vom üblichen Standard abweichen, die Schutzziele des Brandschutzes zuverlässig zu erreichen. Eine Voraussetzung dafür allerdings auch eine Flexibilisierung der bauordnungsrechtlichen Brandschutzvorschriften. Als geeignet erscheint eine Struktur mit drei Hierarchieebenen in Anlehnung an die europäischen Regelungen mit der Bauproduktenrichtlinie für den übergeordneten Grundsätze und Schutzziele, den Grundlagendokumenten für konkretere Angaben zu den verschiedenen wesentlichen Anforderungen sowie den harmonisierten technischen Regeln für alle Detailanforderungen und -nachweisen. Letztere lassen sich zeitnah an aktuelle Weiterentwicklungen des Standes der Technik anpassen. Sie können außerdem konkreter auf spezielle Problemfälle eingehen und dafür auch alternative Lösungen anbieten. Ein Beispiel für gleichwertige Alternativlö-

sungen stellt die Industriebaurichtlinie mit ihren drei Nachweisverfahren dar, die dem Fachplaner größtmögliche Gestaltungsfreiheit nach Kosten-Nutzen-Abwägung bei kontrollierter Zuverlässigkeit einräumt. Eine weitere Voraussetzung ist die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Bauwerks- und Nutzungsarten sowie zwischen unterschiedlichen Sicherheitsnachweisen. Hierfür wird ein übergreifendes Sicherheitskonzept benötigt, dessen Grundzüge vorgestellt wurden. Bei Umsetzung des hier vorgestellten Konzeptes leistungsorientierter Brandschutzvorschriften und -nachweise gehören die heute diskutierten Probleme mit Abweichungen von Standardlösungen des Brandschutzes der Vergangenheit an. Es ist höchste Zeit, auch in Deutschland diesen Weg zu gehen, um nicht im internationalen Vergleich ins Hintertreffen zu geraten.

LITERATUR

[1] Musterbauordnung (MBO), Fassung November 2002; herausgegeben von der Bauministerkonferenz

[2] Musterverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten, Muster-Versammlungsstättenverordnung MVStättV, Fassung Juni 2005; ARGEBAU Fachkommission Bauaufsicht; www.is-argebau.de

[3] Weilert, A.; Hosser, D.: Vergleichende Analyse der Brandschutzanforderungen an Sonderbauten. In: vfdb-Jahresfachtagung 2008, am 28.04. bis 30.04.2008 in Bochum, Tagungsband, S. 389-415

[4] DIN 4102-4:1994-3: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

[5] DIN 4102-22:2004-11: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4

[6] Mehl, F.: Bauordnungsrechtliche Schutzziele des vorbeugenden Brandschutzes. In: Hosser, D. (Hrsg): Braunschweiger Brandschutz-Tage 2007, 26. und 27. September 2007 in Braunschweig. Braunschweig: Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Heft 199, ISBN 978-3-89288-181-0, S. 245-262

[7] Hosser, D.; Weilert, A.: Schutzziele und Sicherheitsanforderungen für Brandschutznachweise. In: vfdb-Jahresfachtagung 2008, am 28.04. bis 30.04.2008 in Bochum, Tagungsband, S. 295-324

[8] Hosser, D.; Richter, E.: Rechnerische Nachweise im Brandschutz – Zukunftsaufgabe für Prüfingenieure. Der Prüfingenieur, Heft 31, Oktober 2007, S. 24-37

[9] Hegger, T.: Rauch- und Wärmeabzug, welche Norm darf es bitte sein? In: Hosser, D. (Hrsg.): Braunschweiger Brandschutz-Tage 2008, am 30.09. und 01.10.2008 in Braunschweig, Tagungsband. Braunschweig: Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Heft 202, ISBN 978-3-89288-189-8, S. 77-86

[10] Predtetschenski, W. M.; Milinsiki, A. I.: Personenströme in Gebäuden – Berechnungsmethoden für die Projektierung, Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin, 1971

[11] Purser, D.: Behaviour and Travel Interactions in Emergency Situations and Data Needs for Engineering Design. Proceedings of the 2nd International Conference Pedestrian and Evacuation Dynamics, Greenwich, 2003

[12] Hosser, D. (Hrsg.): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes. Technischer Bericht vfdb TB 04/01, 1. Auflage Mai 2006. Altenberge, Braunschweig: Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (vfdb), 2006

[13] Neeracher, J. O.: Brandschutz in der Schweiz: Regelungsdichte versus Eigenverantwortung. Der Prüfingenieur, Heft 32, April 2008, S. 58-72

[14] Wathling, K.-D.: Anwendung des vfdb-Leitfadens aus der Sicht der Bauaufsichtsbehörden. In: vfdb-Jahresfachtagung 2006, am 21.05. bis 25.05.2006 in Salzburg, Tagungsband, S. 389-406

[15] EN 1990:2002, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, April 2002

[16] EN 1991-1-1:2002 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau. April 2002

[17] DIN EN 1991-1-2:2003-09 Eurocode 1 Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke. Deutsche Fassung von EN 1991-1-2:2002

[18] Tillander, K.; Keski-Rahkonen, O.; The Ignition Frequency of Structural Fires in Finland 1996-99; Fire Safety Science – Proceedings of the seventh international symposium; 2003; ISBN 0-9545348-0-8; S. 1051-1062

[19] Bub, H.; Hosser, D.; Kersken-Bradley, M.; Schneider, U.: Eine Auslegungs-systematik für den baulichen Brandschutz, 1. Auflage. Berlin: E. Schmidt, 1983

[20] Hosser, D.; Weilert, A.: Klinzmann, C.; Schnetgöke, R.: Erarbeitung eines Sicherheitskonzeptes für die brandschutztechnische Bemessung unter Anwendung von Ingenieurmethoden gemäß Eurocode 1 Teil 1-2“ (Sicherheitskonzept zur Brandschutzbemessung). Abschlussbericht im Auftrag des Deutschen Institut für Bautechnik. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Technische Universität Braunschweig, Juni 2008

[21] Gressmann, H.-J.: Schutzausrüstung aus Anwendersicht. In: vfdb-Jahresfachtagung 2008, am 28.04. bis 30.04.2008 in Bochum, Tagungsband, S. 477-492

[22] Fire Tech Decision Supporting Procedure User Guide; April 2005; ISBN 908098521X

[23] BSI PD 7974-7 (2003); Application of fire safety engineering principles to the design of buildings; Part 7: Probabilistic risk assessment

[24] Brandschutzleitfaden für Gebäude des Bundes, 3. Auflage. Stand Juli 2006. Bundesinisterium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Regierungsrat Dr.-Ing. Gary Blume	Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig
Dipl.-Ing. Maja Bolze	Deutsches Institut für Bautechnik Referat III 3 Kolonnenstraße 30 L 10829 Berlin
Dipl.-Ing. Andreas Dahlitz	hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH Rotherstraße 19 10245 Berlin
Gary Daniels M. Sc.	HOARE LEA Fire Engineering Hoare Lea Royal Exchange Cross Street M2 7FL Manchester (U.K.)
Dr.-Ing. Helge-Jürgen Dargel	Bayer Technology Services GmbH BTS-ENG-CSA-SE 51368 Leverkusen
Ministerialrätin Dipl.-Ing. Gabriele Famers	Bayerisches Staatsministerium des Innern Oberste Baubehörde Postfach 22 00 36 80535 München
Rechtsanwalt Dr. Till Fischer	Kanzlei Dr. Fischer Kandelstraße 17 74927 Eschelbronn
Ltd. Branddirektor Dipl.-Phys. Hans-Joachim Gressmann	Stadt Braunschweig Fachbereich Feuerwehr Feuerwehrstraße 1 38114 Braunschweig
Ministerialrat Dipl.-Ing. Gerd Gröger	Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung Henning-von-Treschkow-Straße 2 – 8 14467 Potsdam
Oberregierungsrat Dr.-Ing. Alex-W. Gutsch	Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig

Ltd. Branddirektor Dipl.-Ing. Harald Hagen	Berufsfeuerwehr Wiesbaden Kurt-Schumacher-Ring 16 65195 Wiesbaden
Dipl.-Ing. Thomas Hegger	FVLR Ernst-Hilker-Straße 2 32750 Detmold
Prof. Dipl.-Ing. Gunter Hoppe	Deutsches Institut für Bautechnik Abteilung III Kolonnenstraße 30 L 10829 Berlin
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser	Technische Universität Braunschweig Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig
Dipl.-Ing. Christian Mahlmann	Technische Universität Braunschweig Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig
Oberingenieur Dr.-Ing. Ekkehard Richter	Technische Universität Braunschweig Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig
Dipl.-Ing. Bernd Rahn	IBES GmbH Waldburgweg 26 12555 Berlin
Oberregierungsrätin Dr.-Ing. Annette Rohling	Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig
Dipl.-Ing. Paul Schmitz	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung Referat II 6 Deichmannsaue 31 – 37 53179 Bonn

Dr. rer. nat. Willi Siegfried	HHP Nord/Ost Beratende Ingenieure GmbH Breite Straße 23 38100 Braunschweig
Oberbrandrat Dipl.-Phys. Georg Spangardt	Berufsfeuerwehr Köln Scheibenstraße 13 50737 Köln
Dipl.-Ing. Karl Heinz Stahl	VdS Schadenverhütung GmbH Amsterdamer Straße 172 – 174 50735 Köln
Dipl.-Ing. Karl Wallasch	HOARE LEA Fire Engineering Glen House 200-208 Tottenham Court Road W1T 7PL London (U.K.)
Dipl.-Ing. Klaus-Dieter Wathling	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung VI D2 – Oberste Bauaufsicht Württembergische Straße 6 10702 Berlin
Regierungsdirektor a. D. Prof. Dr.-Ing. Jürgen Wesche	Dönhoffstraße 88 51373 Leverkusen
Dr.-Ing. Jürgen Wiese	Sachverständigenbüro Halfkann + Kirchner Richard-Lucas-Straße 4 41812 Erkelenz

ANHANG 1

Anschriften der Referenten und Sitzungsleiter

ANHANG 2

Kurzvorstellung des Veranstalters (iBMB / MPA)

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)
Struktur und Anwendung der Baustoffe	Prof. Dr.-Ing. H. P. Großkurth	(Tel. 22077-0)
Massivbau	Prof. Dr.-Ing. M. Empelmann	(Tel. -5499)
Brandschutz und Grundlagen des Massivbaus	Prof. Dr.-Ing. D. Hosser	(Tel. -5441)
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 7 Abteilungen:

Mechanische Technologie	Dr.-Ing. Gutsch	(Tel. -5446)
Physik der Baukonstruktion	Dipl.-Phys. Krause	(Tel. -5451)
Brandschutz	Frau Dr.-Ing. Rohling	(Tel. -5407)
Chemie, Physik und Umwelt	Dr. Unterderweide	(Tel. -5419)
Bauwerkserhaltung und Bauwerksabdichtung	Dr. Herrmann	(Tel. -8251)
Qualitätswesen, Messtechnik und zentrale Dienste	Dipl.-Ing. Rusack	(Tel. -5593)
Zertifizierung	Dr.-Ing. Hinrichs	(Tel. -5902)
Vorstand:	Prof. Dr.-Ing. Budelmann	(Tel. -5405)
	Prof. Dr.-Ing. Empelmann	(Tel. -5499)
	Dr.-Ing. Laube	(Tel. -5420)
	Dr.-Ing. Hinrichs	(Tel. -5902)

Die MPA Braunschweig erfüllt unter der Aufsicht des Niedersächsischen Ministers für Wirtschaft, Technologie und Verkehr als fachlich unabhängige Landeseinrichtung vielfältige Aufgaben u.a.

- Durchführung von mechanischen, chemischen, physikalischen und elektrischen Prüfungen an Baustoffen, Werkstoffen und Konstruktionen zur Gütebestimmung, Festigkeitsforschung oder zur Abwehr von Sach- und Personenschäden.
- Prüfung und Überwachung von industriellen und sonstigen Erzeugnissen auf ihre Übereinstimmung mit technischen Anforderungen oder Angaben in Rechts- und Verwaltungsvorschriften, Normen, Lieferbedingungen, Gütevorschriften oder Vereinbarungen.
- Beratung und Information zur Förderung der gewerblichen Wirtschaft.
- Prüfungen und Bewertungen zur Einhaltung bauaufsichtlicher oder gutachterlicher Forderungen.
- Zulassungsprüfungen neuer Baustoffe und Bauarten.
- Entwicklung und Verbesserung von Prüfverfahren, Maschinen und neuen Technologien.
- Mitarbeit bei der Erstellung von Normen und Richtlinien im nationalen und internationalen Bereich.

Seit Jahrzehnten ist die MPA Braunschweig im bauaufsichtlichen Bereich als Prüf-, Überwachungs-, und neuerdings auch als Zertifizierungsstelle anerkannt und als Prüflabor nach DIN EN ISO A7025 akkreditiert.

Beethovenstraße 52
D-38106 Braunschweig
Tel. 05 31/391-5400
Fax 05 31/391-5900

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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
12,78 €

Heft 49
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz - Veröffentlichungen 1967 bis 1981. Braunschweig, 1981. 89 S.
ISBN 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.
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.
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.
10,23 €

Heft 53
Weber, V.
Untesuchung des Riß- und Verformungsverhaltens segmentärer Spannbetonbauteile. Braunschweig., 1982.III, 191 S. Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1982.
ISBN 3-89288-017-4.
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.
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.
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.
10,23 €

Heft 58
Schneider, U.
Wärmebilanzrechnungen in Verbindung mit Versuchen in Brandräumen (Teil 2). Braunschweig, 1983. 34 S.
ISBN 3-89288-020-4.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
12,78 €

Heft 65
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz - Forschungsarbeiten 1978 - 1983. Braunschweig, 1984. 305 S.
ISBN 3-89288-001-8.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
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.
12,78 €

Heft 89
Weiterbildungsseminar Bauen in Europa : 15.-16. November 1990 in Braunschweig; Kurzreferate. Braunschweig, 1990.169 S.
ISBN 3-89288-063-8.
12,78 €

Heft 90
Falkner, H.; Teutsch, M.; Claußen, T.; Voß, K.
Vorspannung im Hochbau. Überarb. Aufl. Feb. 1991.
ISBN 3-89288-064-6
Vergriffen (Kopie: 10,23 €).

Heft 91
Fachtagung Spannbeton im Hoch- und Industriebau : Kurzreferate. 1991.
ISBN 3-89288-065-4
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
Vergriffen (Kopie: 10,23 €).

Heft 93
Hagen, E.
Zur Prognose des Gefährundungspotentials von Raumbränden. 1992. Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1991.
ISBN 3-89288-070-0.
11,25 €

Heft 94
Fachseminar Instandsetzung und Ertüchtigung von Massivbauten : 14./15. November 1991 in Braunschweig; Kurzreferate. 1991.
ISBN 3-89288-068-9.
10,45 €

Heft 95
Qualitätssicherung im Bauwesen: VMPA-Tagung 1992 ; 25.-26.6.1992, Tagungsbericht.
ISBN 3-89288-071-9.
15,34 €

Heft 96
Weiterbildungsseminar Brandschutz im Industriebau: 30.9.1992 in Braunschweig; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-070-0.
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.
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.
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.
12,78 €

Heft 100
Fachseminar Stahlfaserbeton: 4. März 1993 in Braunschweig; Neue Erkenntnisse und Anwendungsgebiete. 1993. 156 S.
ISBN 3-89288-076-X.
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.
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.
12,78 €

Heft 103
5. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 06./07.10.1993 in Braunschweig; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-079-4.
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.
12,78 €

Heft 105
Dauerhafte Bauwerke aus Faserbeton: Braunschweiger Bauseminar 1993; 11.-12.11.1993.
ISBN 3-89288-081-6.
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.
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.
20,45 €

Heft 108
Holzenkämpfer, P.
Ingenieurmodell des Verbundes geklebter Bewehrung für Betonbauteile.
Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss., 1994.
ISBN 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.
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.
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.
16,36 €

Heft 112
Weiterbildungsseminar Brandschutz bei Sonderbauten: 05./06.10.1994 in Braunschweig. Kurzreferate. 1994
ISBN 3-89288-092-1.
Vergriffen (Kopie: 15,34 €).

Heft 113
Aus der Forschung in die Praxis: 10./11.11.1994. Braunschweiger Bauseminar 1994.
ISBN 3-89288-091-3.
25,56 €

Heft 114
Warnecke, P.
Tragverhalten und Konsolidierung von historischem Natursteinmauerwerk. 1995.
Zugl.: Braunschweig, Univ.; Diss., 1995.
ISBN 3-89288-094-8.
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.
Vergriffen (Kopie: 15,34 €).

Heft 116
Huang, Z.
Grenzbeanspruchung gebetteter Stahlfaserbetonplatten. 1995.
Zugl.: Braunschweig. Univ., Diss. 1995.
ISBN 3-89288-095-6.
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.
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.
Vergriffen (Kopie: 17,90 €).

Heft 119
Braunschweiger Bauseminar 1995: "Dichte Betonbauwerke"; 09./10.11.1995.
ISBN 3-89288-098-0.
Vergriffen (Kopie: 25,56 €).

Heft 120
Steinert, C.
Bestimmung der Wärmeübergangsbedingungen auf Bauteile im Brandfall: Abschlußbericht. 1995.
ISBN 3-89288-099-9.
13,29 €

Heft 121
Schütte, J.; Teutsch, M; Falkner, H.
Fugenlose Betonbodenplatten: Forschungsbericht. 1996.
ISBN 3-89288-100-6.
Vergriffen (Kopie: 17,90 €)

Heft 122
Weiterbildungsseminar Brandschutz bei Sonderbauten: 24./25.09.1996 in Braunschweig.
Kurzreferate. 1996.
ISBN 3-89288-101-4.
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.
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.
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.
20,45 €

Heft 126
Falkner, H.; Teutsch, M.
Braunschweiger Bauseminar 1996:
Ingenieurbauwerke mit neuen Konzepten.
14./15.11.1996.
ISBN 3-89288-105-7.
30,68 €

Heft 127
Forschung über Baudenkmalpflege - Arbeitsberichte. 1990 - 1993. 1996.
ISBN 3-89288-106-5.
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.
26,59 €

Heft 129
Forschung über Baudenkmalpflege - Arbeitsberichte. 1994. 1997.
ISBN 3-89288-108-1.
20,45 €

Heft 130
Forschung über Baudenkmalpflege - Arbeitsberichte. 1995. 1997.
ISBN 3-89288-109-X.
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.
10,23 €

Heft 132
Schütte, J.
Einfluß der Lagerungsbedingungen auf Zwang in Betonbodenplatten. 1997.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss.
ISBN 3-89288-111-1.
15,34 €

Heft 133
Braunschweiger Brandschutz-Tage 1997:
7. Fachseminar Brandschutz - Forschung und Praxis: 01./02.10.1997; Kurzreferate.
ISBN 3-89288-112-X.
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.
17,90 €

Heft 135
Rostásy, F. S.; Wigger, H.
Konsolidierung von historischem Natursteinmauerwerk: 06. - 7.11.1997 in Braunschweig
ISBN 3-89288-114-6.
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.
16,36 €

Heft 137
Forschung über Baudenkmalpflege – Arbeitsberichte: 1996 – 1997, 1998
ISBN 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.
17,90 €

Heft 139
Weiterbildungsseminar Brandschutz bei Sonderbauten: 29./30.09.1998 in Braunschweig;
Kurzreferate 1998.
ISBN 3-89288-118-9.
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
20,45 €

Heft 141
Falkner, H.; Teutsch, M.
Braunschweiger Bauseminar 1998:
Beton auf neuen Wegen; 12./13.11.1998
ISBN 3-89288-120-0
25,56 €

Heft 142
Festschrift zum 60. Geburtstag von
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Horst Falkner.
1999
ISBN 3-89288-121-9
28,12 €

Heft 143
Teutsch, M; Klinkert, H.
Leistungsklassen von Stahlfaserbeton.
1999.
ISBN 3-89288-122-7
6,65 €

Heft 144
Forschungsarbeiten 1995 – 1999. 1999
ISBN 3-89288-123-5. **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.
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
16,87 €

Heft 147
Weiterbildungsseminar Brandschutz bei Sonderbauten: 28./29.03.2000 in Braunschweig;
Kurzreferate 2000.
ISBN 3-89288-126-X.
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
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
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.
20,45 €

Heft 151:
Hosser, D. ; Blume, G. ; Will, J.: Brandschutz in Chemikalienlagern. 2000.
ISBN 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
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
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.
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
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
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
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
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
23,01 €

Heft 160:
Beiträge zum 40. Forschungskolloquium des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton : 11.-12.10.2001. 2001.
ISBN 3-89288-141-3
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.
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.
25 €

Heft 163:
Praxisseminar 2002: Brandschutz bei Sonderbauten : 1. und 2. Oktober 2002 in Braunschweig ; Kurzreferate.
2002.
ISBN 3-89288-144-8
25 €

Heft 164:
Falkner, H.; Teutsch, M. [Hrsg.]: Stahlfaserbeton – ein unberechenbares Material?: 14. und 15. November; Braunschweiger Bauseminar 2002.
ISBN 3-89288-145-6
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
20 €

Heft 166
Bauen im Bestand: 25. März 2003 in Braunschweig.
ISBN 3-89288-147-2
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
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
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
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
19 €

Heft 171
Dehne, M.: Probabilistisches Sicherheitskonzept für die brandschutztechnische Bemessung. 2003.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss. 2003.
ISBN 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
20 €

Heft 173
Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser: Brandschutz und mehr. 2003.
ISBN 3-89288-152-9
30 €

Heft 174
Timm, M.: Verbundwirkung des Betons im Bereich von STREMAFORM – Abschalelemenmenten: Untersuchungsbericht; Okt. 2000. 2004.
ISBN 3-89288-156-1
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
18 €

Heft 176
Nause, P.: Berechnungsgrundlagen für das Brandverhalten von Druckgliedern aus hochfestem Beton. 2004.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2004.
ISBN 3-89288-157-X
(Erscheint 2006)

Heft 177
Budelmann, H.; Falkner, H. [Hrsg.]: Bauen im Bestand: 23. März 2004.
ISBN 2-89288-158-8
25 €

Heft 178
Hosser, D. [Hrsg.]: Praxisseminar 2004: Brandschutz bei Sonderbauten: 29. – 30.9.2004 in Braunschweig; Kurzreferate. 2004.
ISBN 3-89288-159-6
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
18 €

Heft 180
Weiske, R.: Durchleitung hoher Stützenlasten bei Stahlbetonflachdecken. 2004.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2004.
ISBN 3-89288-161-8
20 €

Heft 181
Falkner, H.; Teutsch, M. [Hrsg.]: Qualität im Bauwesen: 11. und 12. November;
Braunschweiger Bauseminar 2004.
ISBN 3-89288-162-6
25 €

Heft 182
Festschrift zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Klaus Peter Großkurth: Struktur und Anwendung der Baustoffe. 2005.
ISBN 3-89288-163-4
25 €

Heft 183
Bauen im Bestand: 23. Februar 2005.
ISBN 3-89288-164-2
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
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
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
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
18 €

Heft 188
Bauen im Bestand: Beton in der Abwassertechnik; 6. Sept. 2005.
ISBN 3-89288-170-7
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.
18 €

Heft 190
Falkner, H.; Teutsch, M. [Hrsg.]: Bewe(ä)hrter Betonbau: 10. und 11. November; Braunschweiger Bauseminar 2005.
ISBN 3-89288-172-3
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
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
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
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
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
25 €

Heft 200
Nothnagel, R.: Hydratations- und Strukturmodell für Zementstein. 2007.
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2007.
ISBN 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
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
25 €

Heft 203
Klinzmann, C.: Methodik zur computergestützten, probabilistischen Bauwerksbewertung unter Einbeziehung von Bauwerksmonitoring. 2008. Inhaltsverzeichnis Summary
Zugl.: Braunschweig, TU, Diss., 2008.
ISBN 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
18 €

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 €