







Stand sicherheitstheoretischer Brandschutzkonzepte darzustellen, um die Möglichkeiten der Vorbereitung von Entwurfsempfehlungen für den baulichen Brandschutz auf dieser Grundlage zu untersuchen und Impulse für zukünftige Forschungen und Entwicklungen zu geben. Der Bericht befaßt sich mit den Grundlagen solcher Brandschutzkonzepte und verzichtet weitgehend auf praktische Lösungen; Zahlenangaben sind nur als Beispiele zu verstehen. Der Inhalt umfaßt:

1. Allgemeine Einführung; Modelle der Temperaturbeaufschlagung, Bauteil – Tragwerk, Unsicherheiten, Sicherheitsbetrachtungen
2. Bereich
3. Ziele
4. Kommentare zu probabilistischen Konzepten
5. Methoden der Risikokontrolle; Auftreten von Bränden, Brandausbreitung, Verhalten der Bauwerke, Anforderungen
6. Entwurfsverfahren; Grenzzustände, physikalische Modelle, probabilistische Modelle, praktisches Entwurfsformat, angestrebte Zuverlässigkeit
7. Methoden der Verwirklichung; Bereich
8. Brandbelastung und Brandbeanspruchung; analytische Modelle
9. Thermisches und mechanisches Verhalten des Bauwerks; thermische und mechanische Stoffeigenschaften
10. Beziehungen zwischen verschiedenen Methoden des baulichen Brandschutzentwurfs
11. Sicherheitstheoretische, bauliche Brandschutzkonzepte - Bemessungsmethode 3 ("natürliche" Raumbrände)
12. Sicherheitstheoretische, bauliche Brandschutzkonzepte - Bemessungsmethode 2 (äquivalente Normbranddauer)
13. Schlußfolgerungen; grundsätzliche Überlegungen, allgemeine Grundsätze, Nachweismethoden, Begrenzungen.

Auf der Grundlage des Workshopberichtes wurde ein weiteres Papier, "Draft Design Guide (Model Code) Structural Fire Safety", ausgearbeitet, dessen fachliche Diskussion im Frühjahr 1984 abgeschlossen wurde und dessen Veröffentlichung in Vorbereitung ist. Dieser Model Code ist als Hilfe für die Entwicklung nationaler Vorschriften zur Gewährleistung eines angemessenen baulichen Brandschutzes entworfen und soll gleichzeitig als Grundlage für internationale materialbezogene (z. B. CEB oder ECCS) Empfehlungen dienen. Er wendet sich also vorwiegend an Gremien, die Bauordnungen und Normen bearbeiten. Der Inhalt besteht aus folgenden Themen:

1. Einführung; Bereich und Zielsetzung, grundsätzliche Annahmen
2. Anforderungen; Risiko- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, bauliche Anforderungen (Tragfähigkeit, Raumabschluß, Begrenzung von Schäden), Grundsätze des baulichen Brandschutzentwurfs
3. Kriterien; Grenzzustände, Daten und Variable, Entwurfsformat, Modelle (Temperaturentwicklung, beanspruchte Konstruktion, stochastische Modelle, Modellunsicherheiten)
4. Bemessung; Kriterien für die Wahl der Bemessungsmethoden: Methode 1 - ISO 834 - Standard-Temperatur-Zeitverlauf (entsprechend DIN 4102 Teil 2) und Feuerwiderstandsdauer; Methode 2 - Konzept der äquivalenten Normbranddauer und Feuerwiderstandsdauer; Methode 3 - "natürlicher" Raumbrand und Reaktion des Tragwerks

Anhänge: Brandlast, Ventilation, analytische Bestimmung des thermischen und mechanischen Bauteilverhaltens, Kombinationsregeln für mechanische Beanspruchungen (Lasten), Sicherheitsfaktoren für Bemessungsmethoden 2 und 3, Kriterien für den Raumabschluß

Es ist weitgehend gelungen, in die Ausführungen zur Bemessungsmethode 2 (äquivalente Branddauer) das Konzept der deutschen Norm zum Brandschutz im Industriebau (DIN 18 230) einzubringen.

Die Tätigkeit des Workshops "Bauliche Brandsicherheit" ist damit abgeschlossen.

### 3. ECCS - European Convention for Constructional Steelwork

Sitzungen: Brüssel, 22./23.04.1982, T 3  
Lissabon, 21./22.10.1982, T 3  
Baden-Baden, 4./4.04.1983, T 3  
Wien, 27./28.10.1983, T 3  
Luxemburg, 13.04.1984, T 3

Die Gruppe T 3 der Europäischen Stahlbaukonvention befaßt sich intensiv mit der ihr erteilten Aufgabe, wirtschaftliche Ausbildungen feuerwiderstandsfähiger Stahlkonstruktionen in Europa einheitlich bekanntzumachen und einzuführen. Außerdem ist sie bemüht, die Anwendung ungeschützter Stahlbauteile auf breiterer Basis zu ermöglichen.

Im Jahre 1982 wurden die von der Gruppe erarbeiteten European Recommendations for the Fire Safety of Steel Structures /2/ veröffentlicht. Ihr Inhalt ist wie folgt aufgebaut:

1. Ziele, Anwendungsbereich
2. Stahleigenschaften bei erhöhter Temperatur
3. Temperaturentwicklung in Stahlprofilen unter Normbrandbeanspruchung
4. Bauteilverhalten bei erhöhter Temperatur
5. Grenzzustände und kritische Temperatur

Anhang: Wertetafeln von Spannungs-Dehnungs-Beziehungen bei erhöhter Temperatur,  
kritische Temperatur von Rahmenstützen

Die Empfehlungen benennen und erläutern Methoden und Kriterien für die Berechnung der Feuerwiderstandsdauer von tragenden Stahlbauteilen unter Brandbeanspruchung gemäß ISO 834 - entsprechend DIN 4102 Teil 2. Unter Berechnung ist dabei sowohl die Anwendung von Tafelwerten als auch von einfachen Rechenmethoden mit gemittelten thermischen und mechanischen Materialwerten, jedoch auch von ausführlicheren Methoden mit temperaturabhängig veränderlichen Materialdaten und vollständigen Spannungs-Dehnungs-Beziehungen zu verstehen.

Die in den Empfehlungen gegebenen Rechenregeln basieren auf der Annahme gleichmäßiger Temperaturverteilung über die Länge und den Querschnitt der Stahlbauteile, und die Nennstreckgrenze des Stahls wird in die Formeln eingesetzt. Die Berechnungen führen so zu kürzeren Feuerwiderstandszeiten bzw. niedrigeren kritischen Stahltemperaturen, als sie bei Brandversuchen, insbesondere in unzureichenden Brandhäusern mit ungleichmäßiger Aufheizung, wie sie im Ausland häufig noch eingesetzt werden müssen, beobachtet werden. Da diese Unstimmigkeit für die Praxis nicht hinnehmbar ist, wird für die Berechnung ein sog. "Last-Multiplikator" eingeführt, mit dem die Rechenergebnisse "verbessert" werden sollen. Von deutscher Seite kann dieses Verfahren nicht akzeptiert werden.

Ergänzend zu den Empfehlungen wurde ein Handbuch ausgearbeitet, das demnächst veröffentlicht werden soll. Mit seiner Hilfe soll der Gebrauch der Empfehlungen und ihre praktische Anwendung erleichtert werden. Dazu wird eine Anzahl von Beispielen gegeben.

Die Empfehlungen und das Handbuch umfassen den Bereich ungeschützter oder ummantelter Stahlbauteile. Die Gruppe T 3 beschränkt ihre Arbeit selbstverständlich nicht darauf.

Als "Technical Note" wurde die Berechnung des Brandverhaltens von Betonplatten auf Stahlprofilblechen veröffentlicht /3/. Eine weitere "Technical Note" über die Feuerwiderstandsfähigkeit von Stahlverbundstützen wird vorbereitet. Außerdem ist ein Dokument über die thermischen Effekte von Bränden auf Außenbauteile (vor der Fassade) aus ungeschütztem Stahl geplant.

Als gemeinsame Veranstaltung der Europäischen Stahlbaukonvention, der westeuropäischen Stahl-Informationszentren und der EG wurde im April 1984 in Luxemburg eine internationale Konferenz "Brandsichere Stahlkonstruktionen; Praktischer Entwurf" durchgeführt. Ziel der Konferenz war, den in der Praxis tätigen Planern und Ingenieuren die Möglichkeiten zu zeigen, wie neueste Forschungsergebnisse in den praktischen Gebrauch umgesetzt werden können.

4. FIP - Fédération Internationale de la Précontrainte / CEB - Comité  
Euro-International du Béton

Sitzungen: Stockholm, 8./9.6.1982 FIP Commission on Fire Resistance  
(9. FIP-Kongreß)

Braunschweig, 24.11.1982 CEB GTG 4

Baden-Baden, 6.5.1983 CEB GTG 4

Rijswijk, 10.2.1984 CEB GTG 4

Lüttich, 15.10.1984 CEB GTG 4

Die FIP-Commission on Fire Resistance war lange Jahre tätig und erarbeitete nach einigen vorangegangenen Veröffentlichungen über den Brandschutz von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen einen ersten Entwurf eines Anhangs "Design of Concrete Structures for Fire Resistance" zum CEB-FIP Model Code. 1982 wurde dieser Entwurf als CEB Bulletin 145 /4/ fertiggestellt und der Fachwelt zur Diskussion freigegeben; sein Inhalt umfaßt:

1. Ziele, Brandschutzanforderungen
2. Wirkung des Feuers
3. Materialeigenschaften
4. praktische Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer
5. Entwurf von Bauteilen (Konstruktionshilfen)
6. Bauwerksverhalten
7. Beispiele
8. Temperaturverteilung in Betonquerschnitten

Zu Beginn wird versucht, einen konzentrierten Überblick über Brandrisiken im allgemeinen und über Bekämpfungsmaßnahmen und Vorbeugemaßnahmen gegen Brandschäden zu geben. In diesem Zusammenhang werden die Möglichkeiten eines angemessenen brandschutztechnischen Entwurfs von Betonbauteilen und -tragwerken aufgezeigt. Weiter wird eine Einführung in die Veränderung der thermischen und mechanischen Eigenschaften von Beton, Betonstahl und Spannstahl bei Einwirkung erhöhter Temperatur gegeben.



Der Abschnitt 4 enthält Tafeln und Hinweise, die im wesentlichen DIN 4102 Teil 4 entsprechen. Darüber hinaus wird in ihm ein sehr einfaches rechnerisches Näherungsverfahren zur Ermittlung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Stahlbeton-Biegebauteilen angeboten; Beispiele für dessen Handhabung werden im Abschnitt 7 gezeigt.

Das Kapitel 6 führt ein in die Probleme des Zusammenwirkens ganzer Tragwerke bzw. Bauwerksabschnitte im Falle eines Brandes.

Im Schlußkapitel ist ein Katalog von Temperaturverteilungen in verschiedenen Betonquerschnitten zu bestimmten Zeiten einer Brandbeanspruchung gemäß ISO 834 (entspr. DIN 4102 Teil 2) enthalten.

Gelegentlich des 9. FIP-Kongresses 1982 wurde die Tätigkeit der FIP-Kommission "Feuer" beendet; sie nahm in gleicher personeller Zusammensetzung und gleicher Zielsetzung ihre Arbeit als CEB General Task Group No. 4 "Fire Design of Concrete Structures" Ende 1982 wieder auf.

Eine Überarbeitung des genannten Anhangs zum CEB-FIP-Model Code wird z. Z. vorgenommen. Einführend wird darin über die Grundlagen der Gewährung baulicher Brandsicherheit, wie sie durch CIB W 14 dargestellt sind /1/, informiert. Die dort gezeigten drei Beurteilungs- und Bemessungsmethoden werden auch hier erläutert und besonders auf den Betonbau bezogen. Soweit konkrete und detaillierte Ausführungen über die brandschutztechnisch ausreichende Durchbildung von Betonkonstruktionen gemacht werden, ist jedoch die Beurteilungsmethode 1, also der Normbrand gemäß ISO 834 - entspr. DIN 4102 Teil 2 -, zugrundegelegt. Bei allen quantitativen Angaben, wie etwa Tafeln, Diagrammen oder sonstigen Hilfen für die Querschnittausbildung tragender Bauteile, sollen strikt die nach dem CEB-FIP-Model Code zulässigen Gebrauchslasten (für den Kaltzustand) zugrundegelegt werden. Weichen nationale Stahlbeton- und Spannbeton-Bemessungsvorschriften von CEB-FIP ab, kann aufgrund der klaren Basis eine Anpassung leichter vorgenommen werden.

## 5. ISO - International Organization for Standardization

Sitzungen:	London, 19./20.5.1982	TC 92/SC2/WG 1 + WG 2
	Boston, 8./9.10.1982	TC 92
	Berlin, 8.2.1983	TC 92/SC2/WG 2
	Berlin, 9./10.2.1983	TC 92/SC 2/WG 1
	Berlin, 11.2.1983	TC 92/SC 2
	Lyngby, 7./8.11.1983	TC 92/SC 2/WG 1
	Lyngby, 8./9.11.1983	TC 92/SC 2/WG 2
	Edinburgh, 21.5.1984	TC 92/SC 2/WG 1
	Edinburgh, 22.5.1984	TC 92/SC 2/WG 2
	Zürich, 10.9.1984	TC 92/SC 2/WG 1
	Zürich, 11.9.1984	TC 92/SC 2/WG 2

Im Rahmen der Internationalen Koordinierung des vorbeugenden Brandschutzes wurden wesentliche Arbeiten beim Technical Committee TC 92 "Fire tests on building materials, components and structures" ausgeführt, insbesondere im SC 2 "Fire Resistance" und seinen Arbeitsgruppen WG 1 und WG 2, "General Requirements" und "Calculation Methods". Außer diesen WGs umfaßt das SC 2 die WG 3 "Fire resistance tests on doors, shutters, and glazed elements", die WG 4 "Ventilation ducts and fire dampers", die WG 5 "External exposure of roofs" und die WG 6 "Sealed penetrations of fire resistant separating elements". Die beiden letztgenannten nahmen erst im Jahre 1983 ihre Arbeit auf, während in WG 3 und 4 die Bundesrepublik Deutschland nicht durch das Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig vertreten wird.

Die Arbeit von WG 1 läßt sich im genannten Zeitraum in drei wesentliche Gebiete aufteilen:

- a) Ein Dokument über den Beitrag von Unterdecken zum Brandschutz von Deckenkonstruktionen (TR 6167) "Fire resistance test - The contribution made by suspended ceilings to the protection of steel beams in floor and roof assemblies" wurde erarbeitet und durch das ISO Central Secretariat als Technical Report veröffentlicht /5/.
- b) Als Hauptaufgabe betrachtete WG 1 die Überarbeitung von ISO 834-1975 /6/ "Fire resistance tests - Elements of building construction", die, abweichend von der Fassung 1975, drei Teile aufweisen soll und durch bessere Detailangaben eine bessere Vergleichbarkeit von Prüfergebnissen verschiedener Länder ermöglichen soll.

Teil 1 soll grundsätzliche Anforderungen (General requirements) im Hinblick auf die Versuchsbedingungen, die Prüfkörper, die Meßtechnik und die Versuchsdurchführung enthalten.

Teil 2 soll besondere Anforderungen an bestimmte Bauteile (Specific requirements for elements) enthalten, und

Teil 3 soll Hinweise und Richtlinien für die Anwendung der Versuchsergebnisse aufzeigen (Guidance on test data application).

Eine erste Fassung der Teile 1 und 2 wird nach mehreren überarbeiteten Teilentwürfen dem SC 2 erst 1985 zur Diskussion vorgelegt werden.

Mit dem überarbeiteten Standard 834 soll, wie aus der Nennung der drei Teile bereits hervorgeht, erreicht werden, daß eine Brandprüfung von der Beschaffenheit des Prüfkörpers, den Randbedingungen des Versuchs, den Beobachtungen während des Versuchs bis zu den Versuchsergebnissen und der Bewertung vollständig gedanklich nachvollziehbar und vergleichbar mit entsprechenden Untersuchungen wird. Das ist unabdingbar notwendig, wenn eines Tages eine übernationale Akzeptanz von Bauteilklassifizierungen allgemein erreicht werden soll.

- c) Im Zusammenhang mit der besseren Vergleichbarkeit von Prüfergebnissen ist auch die dritte Aufgabe der WG 1 zu sehen. In einer kleinen Expertengruppe werden Brandhausrichtlinien erarbeitet, an denen sich Länder orientieren können, wenn sie neue Brandhäuser bauen oder alte Brandhäuser umbauen (Idealized furnace). Im Rahmen dieser Arbeiten gewinnen auch die Umfragen über bestehende Brandhäuser und die Untersuchungen über den "Energy input" und die "Temperatures/heatflux-measurements" an Bedeutung.

Im Rahmen der Arbeitsgruppe WG 2 wurden im wesentlichen Grundlagenpapiere erarbeitet, die den Stellenwert von rechnerischen Methoden zur Bestimmung der Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen klären sollen. Neben einer Bestandsaufnahme von schon praktizierten Methoden in den verschiedenen Ländern wurde ein Dokument erstellt, das die theoretischen Grundlagen und Prinzipien der rechnerischen Ermittlung darstellt und die Möglichkeiten einer Verknüpfung mit den bisher üblichen experimentellen Untersuchungen beschreibt.

6. RILEM - Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherche  
sur les Matériaux et les Constructions

Sitzungen:	Boreham Wood, 23./24.2.1982	TC 44 - PHT
	Paris, 9./10.11.1982	TC 74 - THT
	Brünn, 29./30.8.1983	TC 74 - THT
	Lund, 4./5.12.1984	TC 74 - THT

RILEM richtete vor einiger Zeit das Technische Komitee 44 - PHT "Properties of Materials at High Temperatures" ein, das die Aufgabe hatte, Unterlagen über die temperaturabhängige Veränderung der mechanischen und thermischen Eigenschaften von Baustoffen zu sammeln, zusammenzustellen und zu veröffentlichen. Mit der Erarbeitung von fünf Bänden: Beton (Schneider), Stahl (Anderberg), Holz (Hadwig), Kunststoffe (Cluzel) und Gips (Alexander), deren Veröffentlichung vorbereitet wird, erfüllte das Komitee seine Aufgabe und beendete seine Tätigkeit.

In den genannten Bänden wird deutlich herausgestellt, daß in vielen Fällen die zusammengetragenen Versuchsergebnisse international stark voneinander abweichen, kaum interpretierbar, geschweige denn vergleichbar sind. Als Hauptursachen dafür werden genannt:

- Unterschiedliche Proben (chemische bzw. mineralogische Zusammensetzung, Probengröße),
- unterschiedliche Versuchsbedingungen und -verfahren,
- unbefriedigende Genauigkeit,
- ungeeignete Versuchseinrichtungen und
- unvollständige Beschreibungen der Versuche.

Ende 1982 wurde daher ein neues Technisches Komitee 74 - THT "Test methods for high temperature properties" ins Leben gerufen. Diese Gruppe versucht zunächst, mit Hilfe einer Fragebogenaktion genauere Kenntnis über die in den einzelnen Ländern angewandten Testmethoden und eingesetzten Versuchseinrichtungen zu erlangen. Als ferneres Ziel werden Empfehlungen über die zur Untersuchung verschiedener Materialeigenschaften einzusetzenden Methoden angestrebt. Vergleichbarkeit und u. U. gegenseitige Akzeptanz von Resultaten auf internationaler Ebene könnte so, wenn die geplanten Empfehlungen angenommen und befolgt werden, näherrücken.

Ein weiteres Technisches Komitee, das Gesetze für den rechnerischen Ansatz des Materialverhaltens, speziell von Stahl und Beton, formulieren soll, ist geplant.

## 7. Literatur

- /1/ CIB W 14 Workshop Structural Fire Safety: "A conceptual Approach Towards a Probability Based Design Guide on Structural Fire Safety". Fire Safety Journal, 1/1983, Elsevier Sepnoia.
- /2/ ECCS, Technical Committee 3 - Fire Safety of Steel Structures: "European Recommendations for the Fire Safety of Steel Structures". Elsevier 1983.
- /3/ ECCS, Technical Committee 3 - Fire Safety of Steel Structures: Technical Note "Calculation of the Fire Resistance of Concrete Slabs with Profiled Steel Sheet Exposed to the Standard Fire", Selbstverlag 1984.
- /4/ CEB: Bulletin d'Information No. 145, "Design of concrete structures for fire resistance". Selbstverlag 1982.
- /5/ ISO: Technical Report "Fire resistance test - The contribution made by suspended ceilings to the protection of steel beams in floor and roof assemblies". Selbstverlag 1984.
- /6/ ISO: International Standard ISO 834, "Fire-resistance tests - Elements of building construction". Selbstverlag 1975.

11.11.1985  
DBBOR : 113  
Verof : 0960