

Brandverlauf in einem Bürohochhaus

Erkenntnisse für einen verbesserten Brandschutz

Hans Jaenke

Im Zweiten Deutschen Fernsehen wurde die Frage der Sicherheit von etwa 1300 Abgeordneten und Angestellten bei einem möglichen Großbrand in dem Abgeordneten-Hochhaus in Bonn gestellt (Bild 1). Brandschutzexperten wiesen darauf hin, daß selbst moderne Großstadtfeuerwehren mit der Rettung von Menschen aus Hochhäusern Schwierigkeiten hätten, da mit den Motorleitern nur Gebäudehöhen von 50 bis 60 Metern erreicht würden. Um so notwendiger wäre es, sichere Rettungswege in ausreichender Zahl in Hochhäusern anzulegen. In dem Abgeordneten-Hochhaus müßten in kurzer Zeit etwa 1300 Menschen das Gebäude verlassen können, ohne daß eine Panik entstände. Nach einer Überprüfung bestünden Zweifel, ob die beiden vorhandenen Treppenanlagen mit knapp 1,50 m Laufbreite ausreichen würden. Ein trainierter Feuerwehrmann benötigte vom obersten Stockwerk bis ins Erdgeschoß bereits 9 Minuten. Fraglich wäre auch, ob die beiden Drehtüren mit einem Durchschleusevermögen von etwa 50 Personen in der Minute ausreichten. Bei der Rettung von Menschen würde auch an die Benutzung der Fahrstühle gedacht. Doch was würde geschehen, wenn der Strom ausfiel und die Kabinen zwischen den Stockwerken hängenblieben?

Wie berechtigt die Sorge um die Sicherheit von Menschen in Hochhäusern ist, lehren die Erfahrungen bei dem Hotelhochhausbrand im Jahre 1971 in Seoul. Der Brand in dem modernen, im Jahre 1969 erbauten Hotel brach im zweiten Stockwerk des 22-geschossigen Hochhauses aus. In kurzer Zeit waren die in den oberen Stockwerken anwesenden 438 Personen von den unteren rettenden Ausgängen abgeschnitten. Die Rettung wurde erschwert durch die rasche Ausbreitung von Rauchgasen. Brandversuche haben ergeben, daß der Rauch sich in Fluren und Gängen mit einer Geschwindigkeit von 30 bis 60 Metern, in Treppenhäusern von 200 bis 300 Metern in der Minute ausbreitet. Im vorliegenden Falle fiel nach kurzer Zeit die Stromversorgung aus und, da keine Notbeleuchtung vorhanden war, versuchten die Menschen in den dunklen, mit Rauchgasen angefüllten Gän-

gen das einzige Nottreppenhaus im Inneren des Gebäudes zu erreichen. Die für die Rettung eingesetzten Feuerwehrleitern reichten nur bis zum achten Stockwerk. Viele Menschen waren jedoch in den oberen Stockwerken eingeschlossen. Trotz Einsatzes koreanischer und amerikanischer Hubschrauber war es nicht möglich, alle Personen zu retten. In panischer Angst sprangen viele eingeschlossene und durch die Rauchgase vom Ersticken bedrohte Menschen aus den Fenstern. Die Folge: 165 Tote und 62 Verletzte. In der brasilianischen Großstadt São Paulo brannte im Februar 1972 ein 29-stöckiges Bürohochhaus. Hierbei kamen 18 Menschen ums Leben. Es läßt sich eine ganze Reihe von weiteren Hochhausbränden anführen, bei denen Menschenleben zu beklagen sind.

Immer wieder taucht nach Hochhausbränden die Frage auf, wie bei einer feuerbeständigen Bauweise und unter Beachtung der bauaufsichtlichen Vorschriften für Hochhäuser das Übergreifen eines Feuers von einem Stockwerk auf das andere, die Ausbreitung von Rauchgasen in verhältnismäßig kurzer Zeit innerhalb des ganzen Gebäudes und ein Versagen von tragenden Bauteilen möglich sind.

Während eines Brandes in dem Hochhaus One New York Plaza hat W. Robert Powers eine Reihe von Beobachtungen gemacht und in einem Ar-

tikel „Many lessons learnt in skyscraper fire“ niedergelegt. Für die Beurteilung von Brandverläufen in Hochhäusern sind diese Beobachtungen¹⁾, die in wichtigen Teilen hier behandelt werden, von besonderer Bedeutung.

Bauweise des Hochhauses One New York Plaza

Das Hochhaus (Bild 2) mit 50 Stockwerken sowie 3 Kellergeschossen wurde im Jahre 1970 in moderner Bauweise fertiggestellt. Das in Stahlbeton ausgeführte Kernstück des Gebäudes enthält Fahrstuhlschächte, Treppenhäuser, Räume für Versorgungsanlagen und Luftschächte für die Klimaanlage. Stahlträger verbinden das Kernstück mit Stahlstützen, die sich in den Außenwänden des Gebäudes befinden. Zwischen den Trägern sind Hohlkanteisen angebracht, auf denen 6,5 cm dicke Betondecken ruhen. Zum Zwecke des Feuerschutzes sind Stahlstützen, Stahlträger und Unterflächen der Decken mit einer Schutzschicht aus Asbestfasermaterial versehen worden. Hierdurch sollte für die Stahlstützen eine vierstündige und für die Träger und Decken eine dreistündige Feuerwiderstandsdauer erzielt werden.

¹⁾ Auszüge aus einem Schadenbericht, erschienen in der Januar-Ausgabe 1971 der Zeitschrift „Fire-Journal“ mit freundlicher Genehmigung der National Fire Protection, Boston, USA, und dem Autor W. Robert Powers, Superintendent, The New York Board of fire underwriters - New York.



Bild 1. Bei einem Großbrand im Abgeordneten-Hochhaus in Bonn müssen etwa 1300 Abgeordnete und Angestellte das Gebäude in kurzer Zeit verlassen können.

Hans Jaenke, Baudirektor im Hause der Schleswig-Holsteinischen Landesbrandkasse, Kiel.

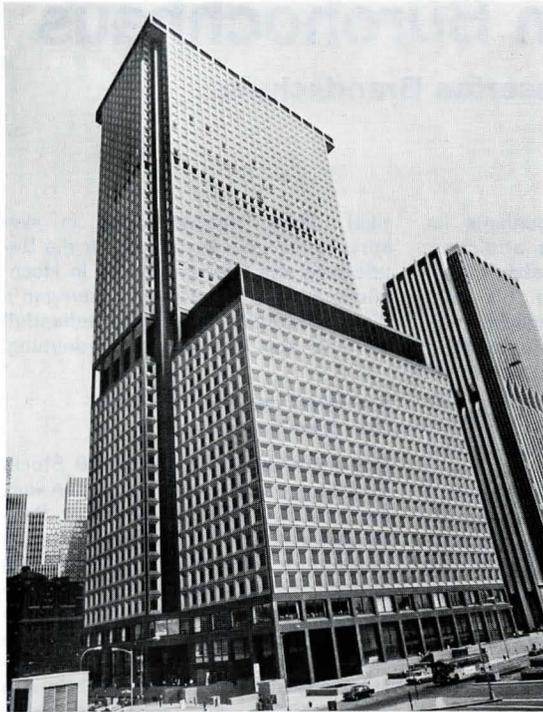


Bild 2. Das 1970 erbaute 50stöckige Hochhaus One New York Plaza wurde in den 33.–35. Stockwerken von einem Brand betroffen. Trotz sofortigen Einsatzes der Feuerwehr konnte das Feuer erst nach fünf Stunden unter Kontrolle gebracht werden. Zwei Menschen mußten ihr Leben lassen, 30 Menschen wurden verletzt. Der Sachschaden belief sich auf fast 10 Millionen Dollar. Stellungnahme eines New Yorker Brandexperten:

„Der Umfang dieses Brandes in einem brandhemmenden Gebäude ist verständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß diese Bezeichnung irreführend ist: Im Zeitalter des Kunststoffs errichtete Gebäude dieser Art sollten korrekter als „halbrennbar“ bezeichnet werden.“

Die Außenwände haben eine Fassadenverkleidung aus Aluminiumplatten erhalten. In der Flucht mit den Stützen befinden sich 15 cm dicke und 71 cm hohe Betonblockwände, deren Innenflächen mit 2,5 cm dicken Polystyrol-Schaumplatten isoliert und an den Sichtflächen mit Gipsplatten verkleidet sind. Die in den Deckenhohlräumen befindlichen Schaumplatten sind ungeschützt. Die abgehängten Decken ha-

ben eine Verkleidung aus Akustikplatten. Zwischen den Betonblockaußenwänden und der vorgehängten Fassade befindet sich ein 40 cm breiter Hohlraum (Bild 3).

Die Klimaanlage ist so hergestellt, daß sich alle Öffnungen für die Zuluft im 19. Stockwerk und für die Abluft im 20. Stockwerk befinden. Die in Warmluft und Kaltluft unterteilte Luftzufuhr erfolgt durch Schächte an den Außen-

Skizzen der Außenwände, die die senkrechten Züge, die Aluminiumbleche und die Schaumkunststoffisolierung zeigen.

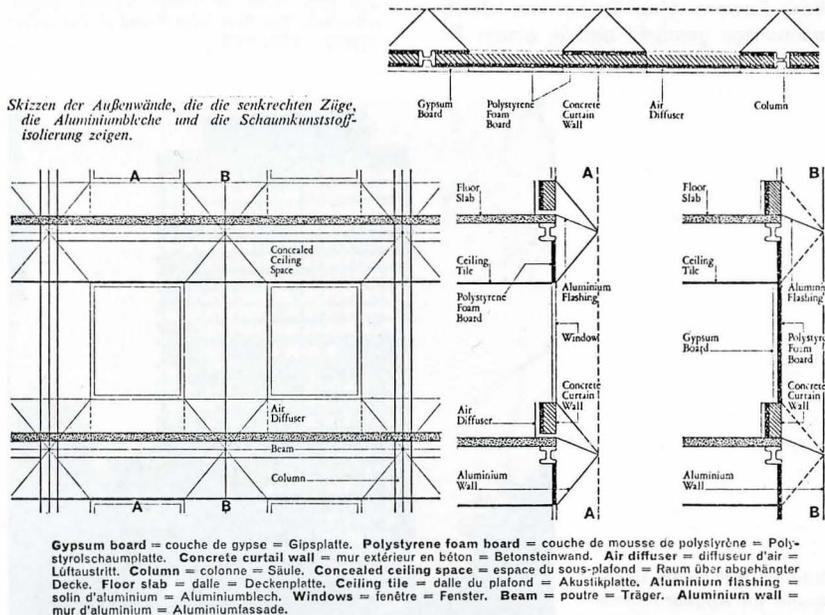


Bild 3. Außenwandkonstruktion des Hochhauses. Die aus Aluminiumplatten hergestellte Fassadenverkleidung hat 40 cm Abstand von den Betonsteinaußenwänden. Die Temperaturen während des Brandes erreichten hier etwa 815°C und brachten die Fassadenverkleidung teilweise zum Schmelzen.

ecken des Gebäudes. Die Luft tritt durch unter den Fensterflächen befindliche runde Kanäle in die Räume eines jeden Stockwerkes ein. Die Verbindungen zwischen Hauptkanal und Diffusoreinheiten bestehen aus flexiblen Kanälen (\varnothing 15 bis 20,5 cm), die aus Stahldrahtspiralen mit einem Glasfasergewebebezug gefertigt sind. Alle Schachttöfnungen für Frischluft und Abluft haben Brandschotten mit Schmelzlotabsicherungen erhalten, und alle Lüfter sind mit Rauchdetektoren versehen.

Für die Löschwasserversorgung sind Steigerohre in jedem Treppenhaus vorhanden und werden aus 49 m³ großen Tanks gespeist. Im Maschinenraum befinden sich zusätzlich zwei manuell zu bedienende Löschpumpen mit einer Leistung von 2840 l/min, die vom städtischen Wasserwerk gespeist werden. Obwohl keine offizielle Vorschrift besteht, haben alle Stockwerke Handfeuermelder erhalten, die bei einer Betätigung einen Alarm in den Fahrstuhlwartungsräumen, im Empfangsraum des Erdgeschosses und in verschiedenen Maschinenräumen auslösen. Eine Betätigung der Feuermelder, der Rauchdetektoren oder des Sprinklersystems bewirkt gleichzeitig eine automatische Abschaltung der Frischluftzufuhr der Klimaanlage.

Brandentstehung

Gegen 17.45 Uhr wurde Rauchaustritt aus einem Deckenhohlraum im 31. Stockwerk bemerkt und etwas später ein Brandausbruch in dem Hohlraum über der abgehängten Decke des 34. Stockwerks festgestellt. In dem Deckenhohlraum befanden sich Kanäle der Klimaanlage, Beleuchtungsarmaturen, Stromleitungen, Telefonkabel und dergleichen mehr. Die Isolierungen vieler Leitungen bestanden aus PVC und anderen Kunststoffen. Eine Unterteilung der ausgedehnten Deckenhohlräume in Brandabschnitte war nicht vorhanden (Bild 4).

Rauchentwicklung

Da die Ablüfter während des Brandes zunächst weiter in Betrieb blieben, wurde der Rauch durch die Abluftschächte angesaugt und gelangte durch die Luftkanäle in fast alle Stockwerke. Die Rauchentwicklung und -ausbreitung wurde in kurzer Zeit so stark, daß die Menschen aus dem Gebäude flüchten mußten. Die rasch erscheinene Feuerwehr hatte ebenfalls mit den Rauchgasen zu kämpfen. Das Öffnen der Schwenkflügel Fenster wurde dadurch erschwert, daß die Fenster mit fünf Riegeln verschlossen waren und sich nur mit einem Spezialschlüssel öffnen ließen. Die Feuerwehrmänner zögerten, die Fensterscheiben einzuschlagen, um die Menschen auf der Straße nicht zu gefährden. Die Rauchentwicklung war so stark, daß Atemschutzgeräte getragen werden mußten.

Erhöhte Brandbelastung durch Büroeinrichtungen

Durch die in den Büroräumen vorhandenen brennbaren Einrichtungen wurde die Brandausbreitung stark gefördert (Bild 5). Die meisten Schreibtische bestanden aus Holz, die Stühle hatten durchweg Sitze und Rücklehnen aus Kunststoff oder Gummi, und für die Polsterung der Sofas waren Federn oder Schaumkunststoffe verwendet worden. Alle Möbel waren mit einer durchsichtigen Kunststoffolie überzogen worden. Die Teppiche bestanden aus Wolle mit Fasereinlagen. Alle brennbaren Einrichtungen und Einbauten, wie Möbel, Wärmedämmplatten, Bodenbeläge, Trennwände, Schallschutzwände, Akustikplatten usw., trugen entscheidend zur raschen Ausbreitung des Brandes und der starken Raumentwicklung bei. Brandschutzexperten wiesen nach dem Brand erneut darauf hin, daß die heute oft übliche Art von Büroeinrichtungen und Einbauten im Vergleich zu früheren Zeiten, in denen die Verwendung von Stahlschreibtischen und -stühlen, Linoleum- oder Terrazzofußböden und gemauerte Trennwände gebräuchlich war, zu einer beträchtlichen Erhöhung der Brandbelastung geführt hat.

Versagen von Fahrstühlen

Sofort nach dem Bekanntwerden des Brandes im 31. bis 33. Stockwerk begaben sich drei Männer im Erdgeschoß in einen Fahrstuhl, um die in den oberen Stockwerken befindlichen Personen zu alarmieren. Der Fahrstuhl blieb jedoch im 33. Stockwerk stecken. Hier drangen Rauch und Flammen in den Fahrstuhl und zwangen die Männer, Schutz auf dem Fahrstuhlboden zu suchen. Entweder hatten sich die Fahrstuhltüren verklemmt oder der Bedienungsmechanismus hatte versagt, jedenfalls konnte der Fahrstuhl nicht vom 33. Stockwerk fortbewegt werden. Zwei der Insassen kamen ums Leben, während der dritte kaum noch Lebenszeichen von sich gab, als er etwa zwei Stunden später von der Feuerwehr befreit werden konnte.

Andere Personen hielten mit ihrem Fahrstuhl ebenfalls in Höhe des brennenden Stockwerks plötzlich an. Zwar drangen auch hier Rauch und Hitze in den Fahrstuhl ein. Er konnte jedoch mit einiger Mühe wieder in Betrieb gesetzt und die Personen in Sicherheit gebracht werden.

Die Feuerwehr benutzte ebenfalls Fahrstühle, um rasch in die Nähe der brennenden Stockwerke zu gelangen. Durch Versagen eines der Fahrstühle gelangte der erste Löschtrupp nur bis zum 4. Stockwerk. Die Feuerwehrmänner mußten sich mit Gewalt aus dem Fahrstuhlschacht befreien, um dem Rauch zu entkommen. Andere

Bild 4. Der Brand wurde zuerst in dem Hohlraum oberhalb der abgehängten Decke im 34. Stockwerk festgestellt. Da der ausgedehnte Deckenhohlraum nicht durch Brandschotten unterteilt war, konnte sich der Brand rasch ausbreiten. In dem Deckenhohlraum befanden sich zahlreiche Kabel, deren Isolierungen aus PVC oder anderen Kunststoffen bestanden.



Feuerlöschkräfte wurden ebenfalls durch nicht funktionierende Fahrstühle aufgehalten, bis es endlich gelang, mit einem Fahrstuhl bis in das 30. Stockwerk vorzudringen.

Brandausbreitung in Deckenhohlräumen

Der Brand breitete sich sehr schnell in den Deckenhohlräumen aus und gelangte bis an die freiliegenden Polystyrol-Schaumisolierungen der südlichen und östlichen Außenwände des Gebäudes (Bild 6). In Form von brennenden Tropfen und brennenden Gasen wurde der Brand in die Büroräume übertragen. Außerdem breitete sich der Brand durch Deckenöffnungen für elektrische Leitungen und Telefonkabel und unverschlossene Durchlässe für Kanäle der Klimaanlage sowie über die Postrutsche auf weitere Stockwerke aus.

Brandausweitung durch Klimaanlage

Eine erhebliche und rasche Brandausweitung erfolgte durch den Sog der Klimaanlage in Richtung der Zentraleinheit, obwohl alle Schachtöffnungen für Zuluft und Abluft mit Brandschotten und Schmelzlotsicherungen und die Lüfter mit Rauchdetektoren ausgerüstet waren. Die Brandschotten in der Südwand der Zentraleinheit hatten sich auch rechtzeitig geschlossen, dagegen wurden die übrigen

Brandschotten nach dem Brande zum Teil im offenen Zustand vorgefunden. Die Lüfter für die Zuluft schalteten frühzeitig ab, dagegen liefen die Absauglüfter noch längere Zeit nach dem Ausbruch des Brandes.

Die Brandbeobachtungen führten zu dem Vorschlag, Klimaanlage vorzugsweise so herzustellen, daß sie jeweils nur ein Stockwerk versorgen. Da dieser Vorschlag modernen Methoden widerspricht, wurde der Alternativvorschlag gemacht, die Abluftkammer durch Brandschotten zu unterteilen.

Brandschäden

Mit Ausnahme der Beton- und Metallteile erwiesen sich fast alle Ausstattungen des Gebäudes, wie Wandisolierungen aus Schaumkunststoffen, Isolierungen elektrischer und sonstiger Versorgungsleitungen, Deckenverkleidungen, Trennwände aus Leichtbaustoffen, Isolierungen von Luftkanälen und dergleichen als brennbar. Eine unterschiedliche Brennbarkeit fiel bei der großen Brandentwicklung im Rahmen des Gesamtbrandgeschehens nicht ins Gewicht.

Die größten Schäden an den Baukonstruktionen waren im 33. und 34. Stockwerk aufgetreten. Durch die Hitzeeinwirkungen hatten sich die Stahlbauteile stark verbogen, obwohl sie eine Schutzauflage aus Asbestfasermaterial erhalten hatten (Bild 7).

Bild 5. Teilansicht des 33. Stockwerks: Fast alle Einrichtungsgegenstände und Einbauten erwiesen sich als brennbar. Büromöbel mit leichtentflammbaren Schaumstoffpolsterungen entwickelten bereits bei 100°C brennbare Gase.



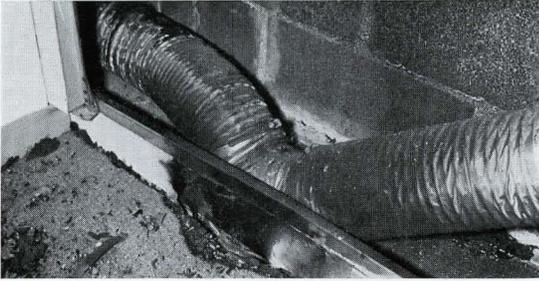


Bild 6. Brandübertragung durch einen Schacht im 35. Stockwerk; die Betonblockwand war mit Schaumstoff isoliert.

Die Ermittlungen ergaben, daß der aus England beschaffte Baustahl während des Transports stark oxidiert war und das aufgespritzte Asbestfasermaterial nicht genügend gehaftet hatte. Es war nach kurzer Zeit an vielen Stellen wieder abgefallen. Außerdem war die Feuerschutzschicht während des Einbaues von Trennwänden, Fertigung von Luftkanälen, Befestigung von Schellen usw. an vielen Stellen beschädigt bzw. entfernt worden. Telefonausrüstungen und elektrische Anlagen in den Schalt-schränken wurden durch Schmelzen der Kunststoffteile, Abbrand der Isolierungen und durch Kurzschlüsse völlig zerstört. Der gesamte durch den Brand entstandene Sachschaden belief sich auf fast 10 Mio Dollar.

Erkenntnisse aus dem Hochhausbrand

Der amerikanische Brandschutzexperte vertritt die Ansicht, daß der Brand in dem Hochhaus One New York Plaza als ein Prüfstein für den Brandverlauf in einem modernen, mit neuen Baustoffen und Baumethoden errichteten Hochhaus angesehen werden kann. Das Übergreifen des Brandes von einem Stockwerk auf andere, die rasche Rauchentwicklung im ganzen Gebäude und das Versagen von tragenden Bauteilen haben die Notwendigkeit erwiesen, die zur Zeit geltenden Anforderungen und Praktiken zu überprüfen.

Empfehlungen aus den USA zur Verbesserung des Brandschutzes in Hochhäusern

Im Jahre 1971 förderte die USA General Services Administration eine nationale Konferenz über Brandsicherheit in Hochhäusern.²⁾ Aus der Behandlung der Brandschutzprobleme ergab sich eine Reihe von Erkenntnissen, die etwa wie folgt zusammengefaßt werden können:

- a) Notwendig ist eine ausreichende bauliche Festigkeit der Hochhäuser, die auch bei einem möglichen Brand bestehen bleibt. Das Versagen von tragenden Bauteilen ist immer schwerwiegend, kann aber zu einer Katastrophe führen, wenn es um die Rettung von Menschen geht.
- b) Anzustreben ist eine Unterteilung des Hochhauses in feuerbeständige Brandabschnitte, um einen Brand auf einen bereits in der Bauplanung festzulegenden Gebäudeabschnitt zu beschränken.
- c) Einschränkung der Verwendung von brennbaren Materialien unter Berücksichtigung sowohl direkter Brennbarkeit als auch der Entwicklung von Rauch und toxischen Gasen.
- d) Untersagung gewerblicher Tätigkeit in Hochhäusern, die ein großes Brandrisiko darstellen.
- e) Es wird davon ausgegangen, daß es nicht in allen Brandfällen praktisch möglich ist, alle in einem Hochhaus befindlichen Menschen in kurzer Zeit ins Freie zu bringen. Die Menschen müssen daher innerhalb des Gebäudes in sichere Brandabschnitte gelangen können. Die Gebäude-Brandabschnitte müssen so beschaffen sein, daß volle Sicherheit für das Überleben gewährleistet ist. Eine große Gefahr für die Rettung der Menschen liegt in der Behinderung durch Rauch und Brandgase. Die Entwicklung von Rauch und Gasen kann mit in erster Linie dadurch vermindert werden, daß der Brand innerhalb von Brandabschnitten eine übersichtbare Größe behält. Entlüftungsanlagen müssen in engem Zusammenhang mit den Rettungswegen gesehen werden.
- f) Im Zusammenhang mit der Menschenrettung wird eine Neubewertung der Fahrstuhlkonstruktionen als notwendig angesehen. Es muß gewährleistet sein, daß Fahrstühle als sicheres Transportmittel verwendet werden können – auch unter Brandbedingungen.
- g) Für den Notfall wird ein gut funktionierendes Nachrichtensystem innerhalb eines Hochhauses für erforderlich gehalten. Empfohlen wird eine feuerbeständige und in jeder Hinsicht gesicherte Notzentrale als Nachrichtenstelle für die Feuerwehr und Einsatzleitung. In der Notzentrale soll sich auch die zentrale Schaltstelle für alle Maschinen, Be- und Entlüftungsanlagen, Fahrstühle usw. befinden.
- h) Die sofortige Löschung eines Brandes soll vorwiegend auf automatischem Wege (Sprinkler-System) erfolgen, jedoch muß außerdem eine Brandbekämpfung durch die Feuerwehr und das Personal in dem Gebäude sichergestellt sein. Eine Überarbeitung der gegenwärtigen Richtlinien der Sprinkler-Systeme für Hochhäuser wird empfohlen.

²⁾ Ein Bericht „Fire safety problems in high-rise building“ ist in der Oktober-Ausgabe 1971 der Zeitschrift „Fire International“ 34 erschienen.



Bild 7. Beschädigung der Stahlkonstruktion im 34. Stockwerk. Die Stahlbauteile und Deckenflächen waren mit einer Schutzschicht aus Asbestfasermaterial versehen, um eine 3-4stündige Feuerwiderstandsdauer zu erreichen. Bereits nach 30 Minuten Branddauer traten jedoch die ersten Schäden ein.

Allgemein wird es aufgrund der Brandkatastrophen der letzten Jahre als dringend notwendig angesehen, den Brandschutz in Hochhäusern unter Berücksichtigung von nunmehr vorliegenden Branderfahrungen wesentlich zu verbessern und hierfür die notwendigen Maßnahmen einzuleiten. Die Probleme der Feuersicherheit in Hochhäusern werden zur Zeit auch in verschiedenen Fachkommissionen der Bundesrepublik Deutschland behandelt.