

**Zeitschrift:** IABSE publications = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen  
**Band:** 26 (1966)

**Artikel:** Feuersicherheit neuzeitlicher Stahlhochbauten  
**Autor:** Kollbrunner, Curt F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-20874>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Feuersicherheit neuzeitlicher Stahlhochbauten

## *Fire Protection of Modern Steel Structures*

### *La protection contre l'incendie dans la construction métallique moderne*

CURT F. KOLLBRUNNER

Dr. sc. techn., Zollikon/Zürich

#### 1. Einleitung

Hier soll kurz ein oft viel zu wenig beachtetes Gebiet des Stahlhochbaues, die Feuersicherheit, behandelt werden. Dabei wird das Hauptgewicht auf Brandbelastungen bis zu  $20 \text{ kg/m}^2$  gelegt, d.h. auf Brandbelastungen, bei welchen die Stahlkonstruktionen nicht mehr verkleidet werden sollten.

Die Literatur betreffend Feuersicherheit ist in verschiedensprachigen Fachzeitschriften weit verstreut und zu einem Großteil den Ingenieuren zu wenig bekannt. — Im Heft Nr. 3 der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände sind daher über 160 Publikationen (Jahre 1950 bis 1965) aufgeführt, wie auch 65 Photos (Abb. 4 bis 68) von unverkleideten oder leichtverkleideten Stahlkonstruktionen [1].

Bis vor zehn Jahren waren die ärgsten Feinde des Stahlhochbaues der Rost und das Feuer. — Heute müssen wir bei neuzeitlichen Hochbauten diese Gegner nicht mehr fürchten. Sofern eine einwandfreie Strahlreinigung mit nachfolgenden, den vorhandenen Verhältnissen angepaßten Grund- und Deckanstrichen vorgenommen wird, sind die Unterhaltskosten der Stahlkonstruktionen nicht größer als diejenigen bei Stahlbetonbauten. — Zudem wurde gezeigt, daß der moderne Stahlskelettbau das Feuer nicht mehr fürchten muß. Wir verlangen heute, daß auf Grund der durchgeführten Großbrandversuche der Stahl nicht mehr verkleidet werden muß, sofern die Brandbelastung nicht größer als  $20 \text{ kg/m}^2$  ist [2].

Dabei bedeutet die Brandbelastung eines Gebäudes oder eines Gebäudeteiles den Heizwert aller im untersuchten Teil des Baues vorhandenen brennbaren Materialien, seien es nun Bau- oder Lagermaterialien, bezogen auf die Einheit der vorhandenen Bodenfläche. Umgerechnet auf eine entsprechende Holzmenge, wird die Brandbelastung ausgedrückt in  $\text{kg Holz} / \text{m}^2 \text{ Boden}$

fläche. (Dabei wird zur Umrechnung der Heizwert von Holz mit 4400 kcal/kg angenommen.)

Oft wird jedoch auch heute noch von mit dieser Materie nicht vertrauten Leuten dem Prinzip der Brandbelastung als Hauptkriterium der Feuergefährlichkeit entgegengehalten, daß bei späterem, verändertem Verwendungszweck eines Gebäudes die Brandbelastung größer als anfänglich sein könnte. — Dies ist jedoch ein falscher Einwand. Auch bei der Berechnung mit den allgemein gültigen Regeln der Baustatik muß nie eine Überdimensionierung vorgenommen werden. Stets findet die endgültige Dimensionierung nur für die vorgesehenen Lasten statt. — Somit müssen, rein logisch betrachtet, auch übertriebene Feuerschutzmaßnahmen und Verkleidungen von Stahlkonstruktionen, sofern die Brandbelastung nicht größer als  $20 \text{ kg/m}^2$  ist, abgelehnt werden.

Die im Oktober 1955 in Zürich gegründete Europäische Konvention der Stahlbauverbände behandelt in ihrer Kommission 3 «Feuerschutz» die Probleme der Feuersicherheit. — Dabei ist festzuhalten, daß die Brandversuche in den meisten Ländern unter ähnlichen Bedingungen durchgeführt werden. Prinzipiell muß jedoch stets zwischen den Standardkurven und den, den wirklich auftretenden Bränden entsprechenden Kurven ein klarer Trennungsstrich gezogen werden. Denn ein Naturbrand entwickelt sich nie nach einer Standardkurve. Bei viel Luftzutritt verläuft der Brand viel rascher, bei wenig Luftzutritt langsam, eventuell auch nur mottend.

Beim Naturbrand liegen die auftretenden Temperaturen im allgemeinen tiefer als eine Norm- oder Standardkurve angibt. Die Temperatur-Zeit-Kurve verläuft in Wirklichkeit meist so, daß nach dem Feuersprung ein rascher

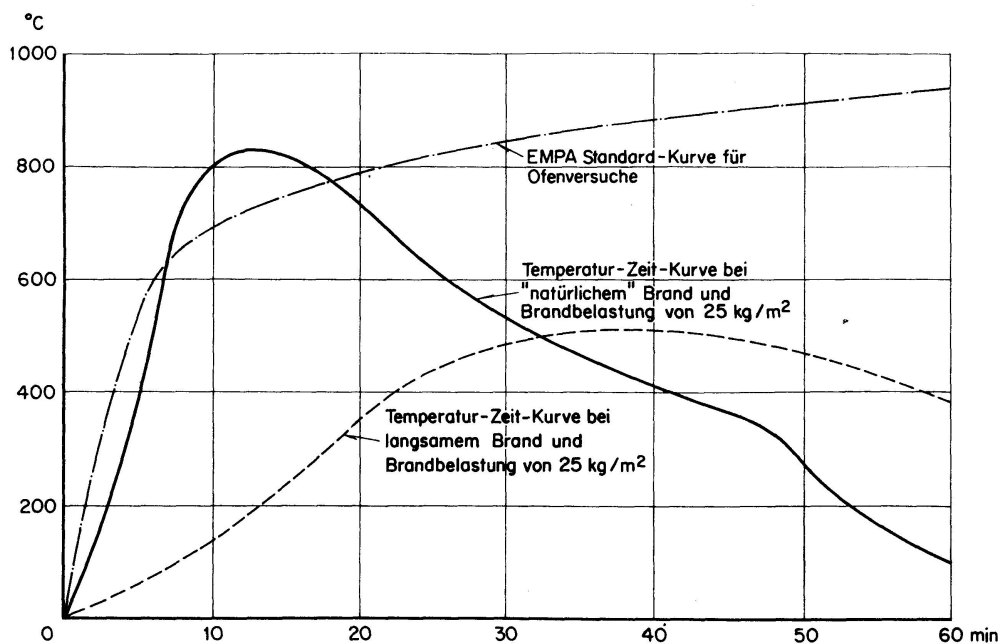


Fig. 1. Temperatur-Zeit-Kurven.

Anstieg der Temperatur mit einer über der Standardkurve liegenden Spitze erfolgt, worauf ein flacher, langgezogener Temperaturabfall stattfindet (siehe Fig. 1).

Würde man eine Standard-Temperatur-Zeit-Kurve für eine ungeschützte Stahlkonstruktion als Grundlage anwenden, so müßte eine solche Stahlkonstruktion theoretisch zwischen 12 und 20 Minuten einstürzen. Die durchgeführten Großbrandversuche zeigen und beweisen jedoch, daß dies nicht der Fall ist.

Heute wissen wir, daß sich die Brandtemperatur nur sehr langsam, d. h. verzögert auf den ganzen Querschnitt der Stahlkonstruktion überträgt. Außerdem zeigen die durchgeführten Großbrandversuche, daß auch eine ungeschützte, d. h. unverkleidete Stahlkonstruktion der Feuereinwirkung viel länger widersteht als allgemein angenommen wird. — Daß hier statisch unbestimmte und hauptsächlich mehrfach statisch unbestimmte Tragwerke dem Feuer länger widerstehen als statisch bestimmte Konstruktionen, ist klar.

Mit diesen kurzen Hinweisen soll lediglich gezeigt und festgehalten werden, daß neuzeitliche Stahlhochbauten mit Brandbelastungen bis max.  $20 \text{ kg/m}^2$  unverkleidet ausgeführt werden können. — Denn viele Feuerpolizeivorschriften verlangen immer noch, daß mehrstöckige Gebäude so auszubilden sind, daß sie einem Brande von 90 Minuten Dauer mit dem zugrunde gelegten idealisierten Temperaturverlauf standhalten können. Da eine so lange Branddauer bei neuzeitlichen Konstruktionen jedoch nicht mehr vorkommt, sind diese Vorschriften veraltet [3].

Wir stehen am Anfang einer neuen Epoche, der Epoche der unverkleideten Stahlkonstruktionen. — Dies gilt allerdings nur, sofern bewiesen wird, daß die Brandbelastung nicht größer als  $20 \text{ kg/m}^2$  ist.

## 2. Das Punktsystem

Für größere Brandbelastungen als  $20 \text{ kg/m}^2$  wurde von der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände, aufbauend auf früheren Publikationen, Richtlinien für ein Punktsystem, d. h. die Bestimmung des erforderlichen Brandschutzes der tragenden Bauteile von Stahlhochbauten herausgegeben<sup>1)</sup>.

Dabei wurde schon damals festgehalten: «Bei einer Brandbelastung kleiner als  $20 \text{ kg/m}^2$  erübrigt sich die Berücksichtigung der Abbrandgeschwindigkeit und die weitere Punktbewertung. Es sind dann keine besonderen Anforderungen in feuersicherheitlicher Hinsicht an die Konstruktion zu stellen. Die Stahlkonstruktion kann unverkleidet ausgeführt werden.»

Erwähnenswert ist, daß die italienische Norm dieses Punktsystem übernommen hat und bis zu  $15 \text{ kg/m}^2$  Brandbelastungen unverkleidete Stahl-

---

<sup>1)</sup> Siehe Literatur 2. Europäische Konvention der Stahlbauverbände, Heft Nr. 1, Dezember 1960.

konstruktionen zuläßt [4], wie auch, daß in Spanien das Heft Nr. 1 der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände vollinhaltlich übersetzt wurde [5].

Dieses Punktsystem, auf welches hier nicht näher eingetreten werden soll, zeigt, wie für Brandbelastungen größer als  $20 \text{ kg/m}^2$  die Stahlkonstruktionen verkleidet werden können. — Wir hoffen, daß bis in ca. drei Jahren dieses Punktsystem für alle der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände angeschlossenen Länder vereinheitlicht werden kann.

### 3. Brandschutzanstriche

Seit ca. zehn Jahren wurden in Europa verschiedene feuerhemmende Anstriche ausprobiert. Es war hauptsächlich der Deutsche Ausschuß für Stahlbau, der eine Entwicklung förderte, die für den Brandschutz von Stahlkonstruktionen bei kleiner Gefahrenstufe wesentliche technische und wirtschaftliche Vorteile verspricht. Dabei besteht die Aufgabe darin, eine Dämmschicht aufzubauen, die die Erwärmung des Stahles auf die für die Standfestigkeit kritischen Temperaturen während der geforderten Feuerwiderstandsdauer (z. B. 30 Minuten für feuerhemmend geschützte Bauteile) verhindert<sup>2)</sup>.

Bei den Brandschutzanstrichen handelt es sich um schaubildende Schichten mit ausreichender Stabilisierung der Schaumkruste, die keinen örtlichen Wärmedurchgang ermöglicht.

BONGARD [6] zeigt erstmalig im Rahmen des Versuchsprogrammes des Deutschen Ausschusses für Stahlbau mit Außenstützen die Erprobung einer Isolierung durch einen schaubildenden Anstrich (UNITHERM). Ein in die Zwischenschicht eingebettetes Glasvlies von  $250 \text{ g/m}^2$  hatte die Aufgabe, den Schaum zu stabilisieren. — Bei Versuchsende lag die Stahloberfläche an keiner Stelle frei, der Anstrich war in allen Stadien stabil geblieben.

UNITHERM wird dabei auf die Korrosionsschutzgrundierung im Spritz- oder Anstrichverfahren in verschiedenen Schichten aufgetragen, wobei jede Schicht über eine Nacht trocknen muß. Zur Erleichterung und Prüfung werden die einzelnen Schichten in verschiedenen Farbtönen angebracht. Zum Schutz und zur Farbgestaltung werden die Brandschutzanstriche mit einem Lack überzogen. — Der Anstrich unterscheidet sich somit äußerlich nicht mehr von einem gewöhnlichen Korrosionsschutzanstrich. Bei einem Brand entwickelt er sich jedoch zu einer mehrere cm dicken Schaumschicht, die einen hohen Isolierwert besitzt<sup>3)</sup>.

---

<sup>2)</sup> Schweizer Stahlbau-Vereinigung. Technischer Informationsdienst. Nr. 6/65. 18. Juni 1965.

<sup>3)</sup> Betreffend den Versuchen, die durch die Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin-Dahlem, durchgeführt wurden, wird auf die Publikation 1 verwiesen. Die mit dem Feuerschutzanstrich UNITHERM geschützte Stahlstütze IPB 180 hat alle Anforderungen an feuerhemmende Bauteile nach DIN 4102 (1940) erfüllt.

Zu erwähnen ist, daß diese Brandschutzanstriche den großen Vorteil haben, daß die Stahlkonstruktion, sofern sie feuerhemmend verkleidet werden muß, immer noch in ihrer natürlichen Form zur Geltung kommt. Außerdem, und dies ist äußerst wichtig, können Stahlkonstruktionen von Gebäuden, welche erst später, bei anderem Verwendungszweck eine größere Brandbelastung als  $20 \text{ kg/m}^2$  erhalten, mit diesen Brandschutzanstrichen einfach und ökonomisch gegen das Feuer geschützt werden.

#### 4. Photos von unverkleideten Stahlkonstruktionen

Hier sollen lediglich 6 Photos von unverkleideten Stahlkonstruktionen gezeigt werden. Sie illustrieren den heutigen Fortschritt, der die veralteten



Fig. 2. Geschäftshaus Ieteren Frères in Brüssel. Unverkleidete Stahlkonstruktion.

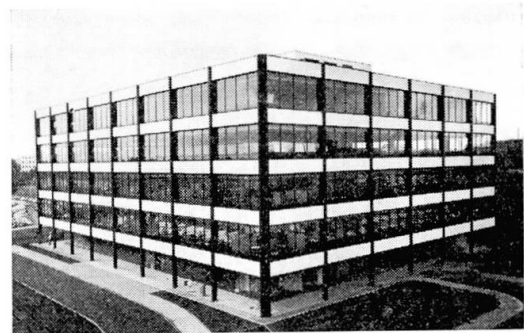


Fig. 3. Krupp-Verwaltungsgebäude, Rheinhausen. Unverkleidete Stahlkonstruktion.

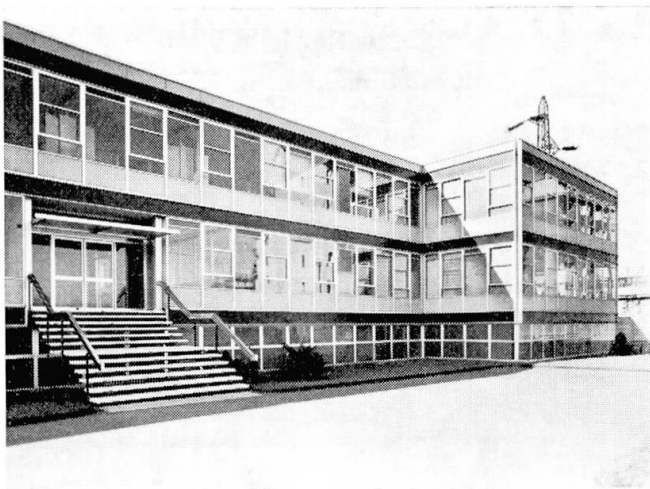


Fig. 4. Geschäftshaus Boston Nistri, Bollata, Mailand. Unverkleidete Stahlkonstruktion.

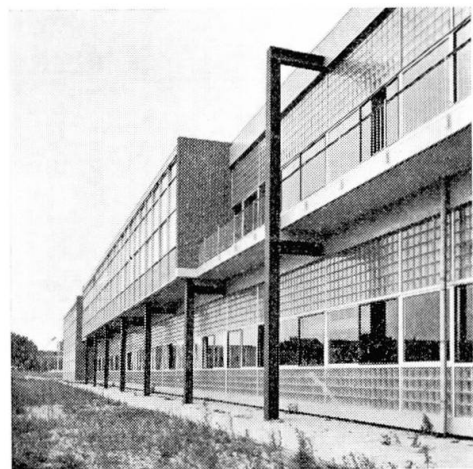


Fig. 5. Höhere Technische Schule in Venlo. Unverkleidete Stahlkonstruktion.

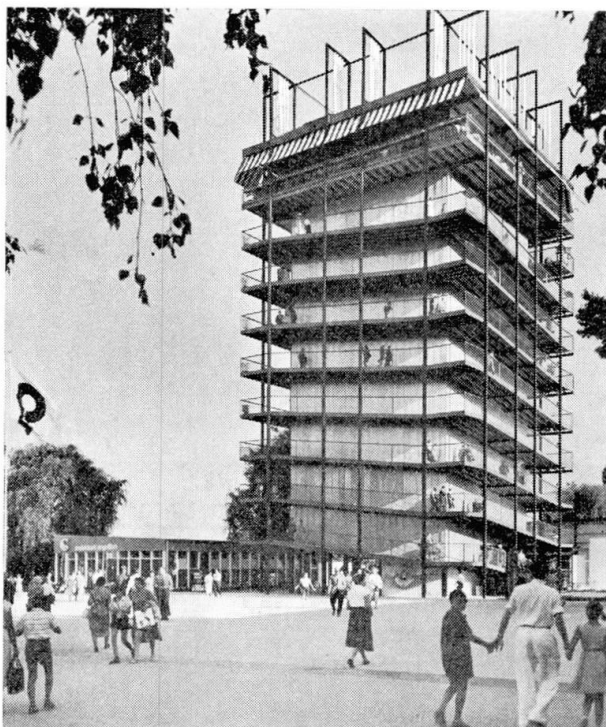


Fig. 6. Ausstellungs-Turmhaus der SAFFA, Zürich. Unverkleidete Stahlkonstruktion.

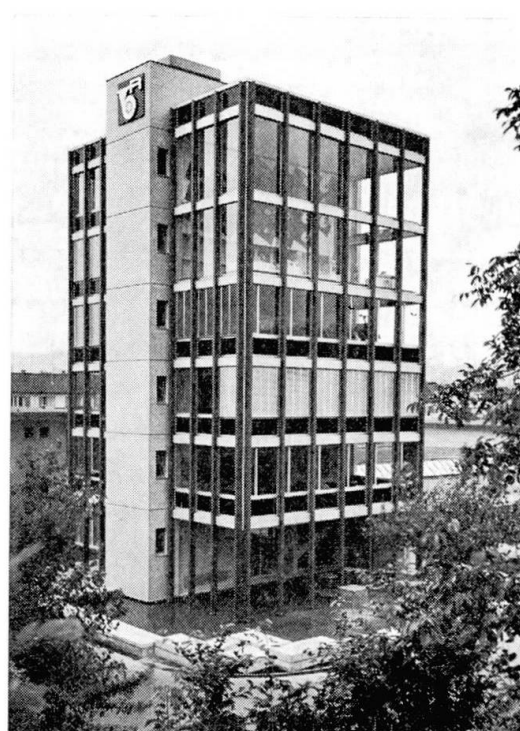


Fig. 7. Verwaltungsgebäude K. Ruetschi AG, Brugg. Unverkleidete Stahlkonstruktion.

Feuerpolizeivorschriften bekämpft und übertriebene Feuerschutzmaßnahmen und Verkleidungen von Stahlkonstruktionen ablehnt, sofern die Brandbelastung nicht größer als  $20 \text{ kg/m}^2$  ist.

### 5. Schlußwort

Als großes Positivum soll erwähnt werden, daß in Europa in verschiedenen Ländern mit den Feuerpolizeibehörden ein bedeutender Schritt vorwärts gemacht wurde. An uns liegt es, mit diesen Behörden freundschaftlich zusammenzuarbeiten, sie von den heutigen Erfahrungen, Versuchsergebnissen und Gegebenheiten zu überzeugen und ihnen zu beweisen, daß die heutigen Stahlkonstruktionen meist unverkleidet ausgeführt werden können.

Zur Zeit werden in verschiedenen Ländern die Brandbelastungen der in den letzten 5 bis 10 Jahren erstellten Geschäfts-, Büro- und Schulhäuser ermittelt. (Diese Brandbelastungen werden, mit Ausnahme der Archive, meist unter  $15 \text{ kg/m}^2$  liegen.)

Die ersten Großbrandversuche mit Stahlkonstruktionen wurden in Deutschland und in der Schweiz ausgeführt. (Darüber besteht eine umfangreiche Literatur.) Die in neuester Zeit in England durchgeführten Großbrandversuche, über welche nur ein heliographierter Bericht herausgegeben wurde [7], sollen in nächster Zeit veröffentlicht werden. Es ist geplant, daß in Frankreich weitere Großbrandversuche durchgeführt werden.

Voraussichtlich wird für die zukünftigen Versuche von den «Normbrandkurven» abgegangen und es werden die wirklichen Gegebenheiten berücksichtigt.

### Literatur

1. C. F. KOLLBRUNNER: Für Brandbelastungen bis zu 20 kg/m<sup>2</sup> muß der Stahl das Feuer nicht fürchten. (Unverkleidete und leichtverkleidete Stahlkonstruktionen.) Europäische Konvention der Stahlbauverbände. Heft Nr. 3, September 1965. Verlag Schweizer Stahlbau-Vereinigung, Zürich.
2. C. F. KOLLBRUNNER: Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen. III. Teil. (Feuerversuche mit belasteten Stahlrahmen.) Mitteilungen der Technischen Kommission. Schweizer Stahlbauverband. Heft Nr. 18, Februar 1959.  
C. F. KOLLBRUNNER: Muß der moderne Stahlhochbau das Feuer fürchten? Stahlbau-Bericht Nr. 24, Dezember 1959. Schweizer Stahlbauverband.  
C. F. KOLLBRUNNER und P. BOUÉ: Berechnung der Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen im Hochbau und ihre praktische Durchführung. Europäische Konvention der Stahlbauverbände. Heft Nr. 1, Dezember 1960. Verlag Schweizer Stahlbauverband, Zürich.  
C. F. KOLLBRUNNER: Steel Buildings and Fire Protection in Europe. American Society of Civil Engineers. Transactions. Paper No. 3383. (Vol. 127, 1962, Part II, p. 500—524.)  
C. F. KOLLBRUNNER: Unverkleidete Stahlkonstruktionen bis 20 kg/m<sup>2</sup> Brandbelastung. Stahlbau-Bericht Nr. 8, August 1964. Schweizer Stahlbau-Vereinigung.
3. W. GEILINGER und S. BRYL: Feuerbelastung und Feuersicherheit von mehrstöckigen Bürogebäuden und Industriebauten. Stahlbau-Bericht Nr. 2, Februar 1964. Schweizer Stahlbau-Vereinigung.
4. Ministero dell'Interno. Direzione Generale dei Servizi Antincendi: Norme di Sicurezza per la Protezione contro il Fuoco dei Fabbricati a Struttura in Acciaio destinati ad Uso Civile. Roma 1961.
5. Manuales y normas del instituto Eduardo Torroja de la construcción y del cemento. Comprobacion de la seguridad ante el fuego de las estructuras metalicas de edificacion: aplicacion practica. Madrid, September 1965.
6. W. BONGARD: Brandversuche mit Außenstützen aus Stahl. Der Stahlbau, Heft 5, Mai 1963, S. 139—146.
7. Department of Scientific and Industrial Research and Fire Offices Committee. Joint Fire Research Organization. Report of Special Investigation on Test to determine the Effect of Fire in a furnished Flat on the protected Structural Steel Frame for the British Iron and Steel Federation (F.R.O.S.I. No. 3357). Fire Research Station, Boreham Wood, Herts, England, July 1964. (H. L. MALHOTRA, T. B. CHITTY, L. A. ASHTON, D. I. LAWSON.)

### Zusammenfassung

Bis zu einer Brandbelastung von 20 kg/m<sup>2</sup> sollten alle Stahlhochbauten unverkleidet ausgeführt werden dürfen.

Sofern die Feuerpolizeibehörden unverkleidete Stahlkonstruktionen nur bis zu einer Brandbelastung von 15 kg/m<sup>2</sup> zulassen, soll der Stahl bis zu einer Brandbelastung von 30 kg/m<sup>2</sup> mit Brandschutzanstrichen geschützt werden.



### Summary

Steel structures up to a fire load of 20 kg/m<sup>2</sup> should be constructed without a protective coating.

In so far as the Fire Police Authorities only accept Steel Structures without a protective covering up to a fire load of 15 kg/m<sup>2</sup>, the steel should be protected up to a fire load of 30 kg/m<sup>2</sup> by fire-protective paints.

### Résumé

Lorsque la surcharge d'incendie ne dépasse pas 20 kg/m<sup>2</sup>, les ossatures métalliques devraient être exécutées sans enrobage. Lorsque la Police du Feu n'accepte des ossatures non enrobées que pour des surcharges d'incendie jusqu'à 15 kg/m<sup>2</sup>, l'acier devra être protégé, jusqu'à 30 kg/m<sup>2</sup>, par des peintures ignifuges.