

Ausbildung der Stahlkonstruktionen in Bezug auf die Feuersicherheit

Autor(en): **Kollbrunner, Curt F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **6 (1960)**

PDF erstellt am: **12.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-6975>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

III a 3

Ausbildung der Stahlkonstruktionen in Bezug auf die Feuersicherheit

Design of Steel Structures in Respect of Fire Resistance

Conception des ouvrages métalliques pour la sécurité contre l'incendie

CURT F. KOLLBRUNNER

Dr. Ing., Direktor der AG. Conrad Zschokke, Zürich

I. Einleitung

Für die Beurteilung einzelner Bauwerke oder Gebäudeteile ist die *Feuerbelastung* ausschlaggebend. Die Feuerbelastung bedeutet dabei den Heizwert aller im Bauwerk oder einem bestimmten Gebäudeteil vorhandenen brennbaren Materialien (berechnet auf eine entsprechende Holzmenge), bezogen auf die Einheit der vorhandenen Bodenfläche (kg Holz/m² Bodenfläche). Da die Untersuchungen des schweizerischen Brandverhütungsdienstes ergaben, daß die Feuerbelastung in Bureaugebäuden moderner Bauart zwischen 8 und max. 25 kg/m² schwankt (Archive selbstverständlich ausgenommen), genügt es stets, eine Feuerbelastung von max. 25 kg/m² anzunehmen. Denn wie eine statische Überdimensionierung der Stahlkonstruktion auf größere als die vorgesehenen Lasten nicht in Frage kommt, müssen auch übertriebene Feuerschutzmaßnahmen abgelehnt werden.

Die durch den Schweizer Stahlbauverband durchgeführten Großbrandversuche in Döttingen und Winterthur zeigen, daß der Stahl dem Feuer einen größeren Widerstand entgegensetzt als allgemein angenommen wurde.

II. Brandversuche mit belasteten Stahlrahmen

Das Brandhaus in Döttingen, Schweiz, besteht aus vier unverputzten Mauern (Großformat-Backsteine 25 × 18 × 14 cm, Mörtelfugen 1—2 cm). Freie Grundfläche von 8,70 × 6,60 m, lichte Höhe von 3,75 m. Eingänge auf der N- und S-Seite, 1 × 2 m. Zwischen der Maueroberkante und der 20 cm dicken

Eisenbetondecke ist ein Spalt von 6—7 cm. Im Brandhaus befinden sich zwei geschweißte Rahmen aus DIN-Profilen mit je zwei Vertikalstützen und je einem Riegel¹⁾. (Leichter Rahmen: Stützen DIN 30, Riegel DIN 34. Schwerer Rahmen: Stützen DIN 55, Riegel DIN 60.)

Die durch die Belastung hervorgerufenen Maximalspannungen in Riegelmitte betragen für den leichten Rahmen 941, resp. 967 kg/cm² und für den schweren Rahmen 794, resp. 832 kg/cm².

Bei den Brandversuchen I und II mit einer Feuerbelastung von 28 kg/m², resp. 25 kg/m² war der leichte Rahmen vollkommen ungeschützt, währenddem der schwere Rahmen mit Beton ausgefüllt war, so daß die Flanschen frei blieben. Das aus Holz (mit zusätzlicher Holzwolle und Öl) bestehende Brennmaterial war auf zwei Streifen unter den Rahmen verteilt. Die Temperaturen wurden durch die EMPA gemessen.

Währenddem beim Brandversuch I das Holz bereits nach 15 Sekunden in

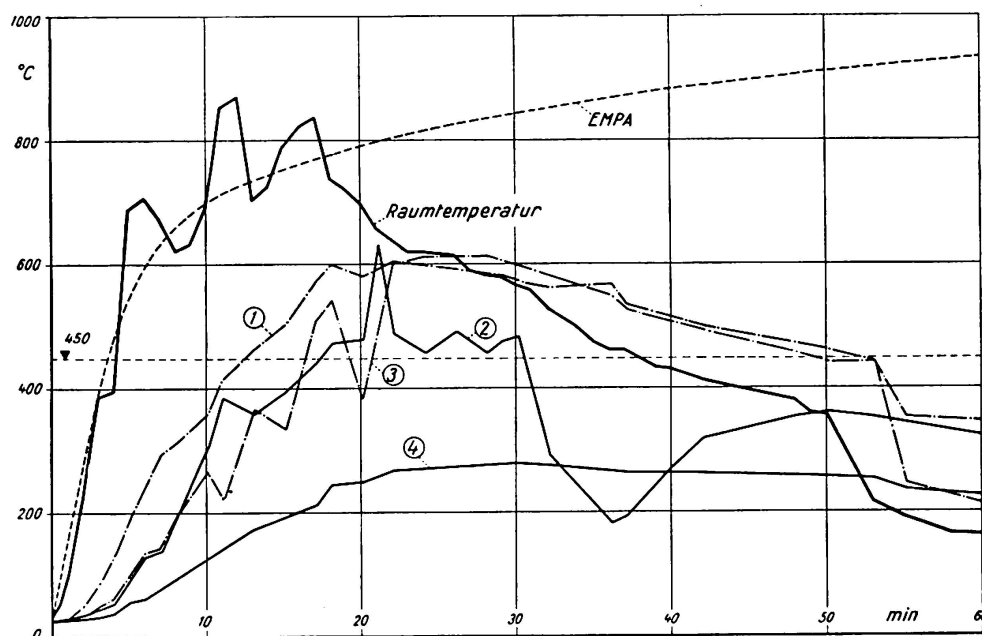


Fig. 1. Brandversuch II

Raumtemperatur = Temperatur-Verlauf im Feuerraum in Raummitte, ca. 65 cm unter der Eisenbetondecke.

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1: leichter, unverkleideter Rahmen | } obere Seite des Unterflansches Mitte Riegel. |
| 2: schwerer, ausbetonierter Rahmen | |
| 3: leichter, unverkleideter Rahmen | } Süd-Stütze Innenflansch, innere Seite, 130 cm über Boden. |
| 4: schwerer, ausbetonierter Rahmen | |

Meßpunkte 8 cm ab Außenkante.

¹⁾ C. F. KOLLBRUNNER, «Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen». III. Teil. (Feuersicherheit mit belasteten Stahlrahmen.) Mitteilungen der Technischen Kommission des Schweizer Stahlbauverbandes, Heft 18. Schweizer Stahlbauverband, Zürich, Februar 1959.

hellen Flammen stand und die Raumtemperatur schon nach 4 Minuten teilweise über 800°C betrug, wurde beim Brandversuch II durch die Feuerpolizei der Stadt Zürich der Zündvorgang so festgelegt, daß die Raumtemperatur möglichst der EMPA-Standardkurve für Ofenversuche entsprach (Fig. 1).

Beim Brandversuch I war nach 40 Minuten das Brennmaterial fast restlos verbrannt und die glühenden Reste wurden mit Wasser gelöscht. Auch beim Brandversuch II war das Brennmaterial nach 40 Minuten fast restlos verbrannt; nach 50 Minuten wurden die glühenden Reste mit einem Nebelrohr gelöscht.

Die wichtigsten Resultate der Brandversuche I und II sind in *Tabelle I* zusammengestellt.

Tabelle I

	<i>Brandversuch I</i> (28 kg/m ²)		<i>Brandversuch II</i> (25 kg/m ²)		<i>Brandversuche I u. II</i> Tot. Durchbiegung.	
	leichter Rahmen	schwerer Rahmen	leichter Rahmen	schwerer Rahmen	leichter Rahmen	schwerer Rahmen
Stahltemperaturen in Riegelmitte, ob. Seite des Riegelunterflansches über 450°C während	32 min	10 min	39 min	13 min		
Bleibende Durchbiegung der Riegel	45 mm	8 mm	20 mm	0 mm	65 mm	8 mm
Bemerkungen	Die Betondecke und das Mauerwerk der Umfassungswände sind nicht mehr voll tragfähig.		Die Betondecke ist von zahlreichen Rissen durchzogen und ist nicht mehr voll tragfähig. Das Mauerwerk der Umfassungswände mußte mit divers. Schrägstützen am Zusammenstürzen verhindert werden.			

Trotzdem für moderne Bureaubäude Feuerbelastungen größer als 25 kg/m^2 nicht vorkommen, wurde ein Brandversuch III mit einer Feuerbelastung von 50 kg/m^2 durchgeführt. Dabei wurde beim leichten Rahmen beim Riegel und bei einer Stütze eine über Streckmetall aufgebrachte Gipsverkleidung von 20 mm angebracht, währenddem eine Stütze vollkommen unverkleidet belas-

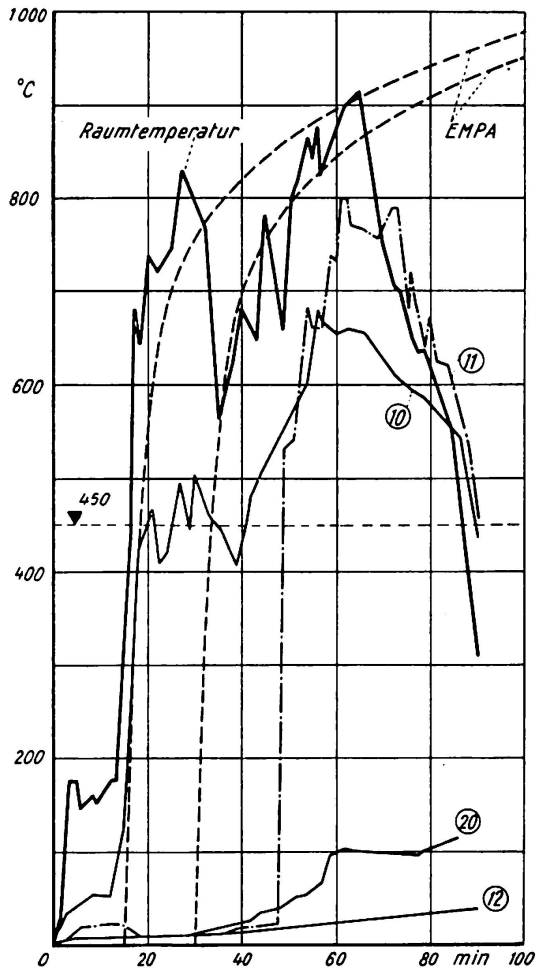


Fig. 2. Brandversuch III

Raumtemperatur = Maximal-Temperatur-Verlauf im Feuerraum, 60 cm unter der Eisenbetondecke.

10: Unterflansch oberseitig } Mitte des
12: Oberflansch unterseitig } schweren
20: Mitte Steg } ausbetonier-
 } ten Riegels.

11: Unterflansch oberseitig } Mitte des leichten, mit
 } Gipsverkleidung ver-
 } sehenen Riegels.

Meßpunkte 10, 11, 12 3 cm ab Außenkante.

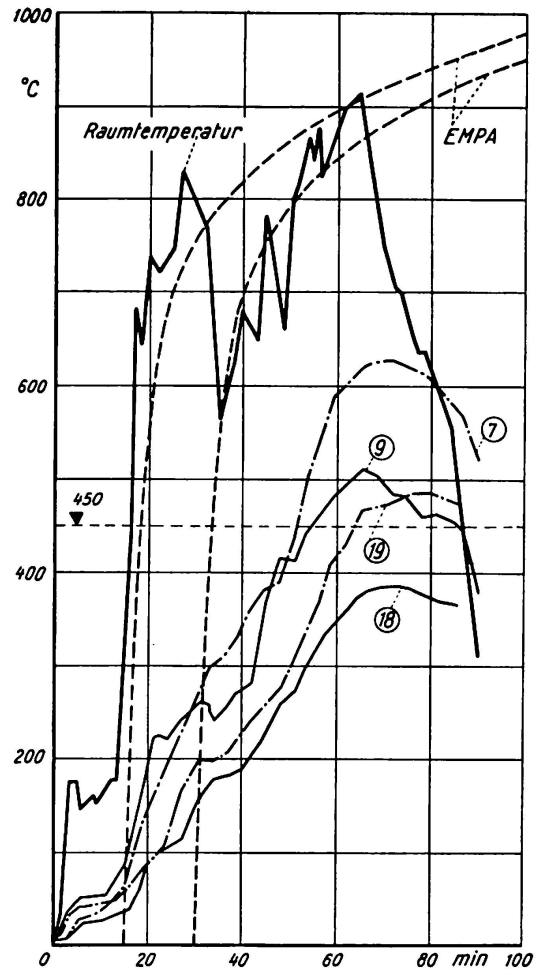


Fig. 3. Brandversuch III

Raumtemperatur = Maximal-Temperatur-Verlauf im Feuerraum, 60 cm unter der Eisenbetondecke.

7: Verbindungsstelle DIN 30/DIN 34. (Außenflansch Stütze DIN 30, Höhe Unterkante Riegel DIN 34.)

19: Verbindungsstelle DIN 30/DIN 34. (Schweißnaht zwischen DIN 30, Innenflansch innenseitig und DIN 34 Unterflansch oberseitig.)

9: Verbindungsstelle DIN 55/DIN 60. (Außenflansch Stütze DIN 55, Höhe Unterkante Riegel DIN 60.)

18: Verbindungsstelle DIN 55/DIN 60. (Schweißnaht zwischen DIN 55, Innenflansch innenseitig und DIN 60 Unterflansch oberseitig.)

Meßpunkte 8 cm ab Außenkante.

sen wurde. Der schwere Rahmen war analog den Brandversuchen I und II zwischen den Flanschen betoniert, so daß die Flanschen frei blieben.

Wie beim Brandversuch II wurde auch beim Brandversuch III der Zündvorgang so festgelegt, daß das Anbrennen des Holzes nur langsam erfolgen konnte. Eine Verschiebung der EMPA-Standardkurve um 15, bzw. 30 Minuten zeigt die Angleichung der Raumtemperatur an diese Standardkurven (Fig. 2 und 3).

Die wichtigsten Resultate des Brandversuches III sind in *Tabelle II* zusammengestellt. (Da die Thermolemente im schweren Rahmen mit Asbest verdämmt und mit Gips überdeckt waren, zeigten sie die der Wirklichkeit entsprechenderen Resultate.)

Tabelle II

	<i>Brandversuch III</i> (50 kg/m ²)	
	leichter Rahmen	schwerer Rahmen
Stahltemperatur in Riegelmitte, obere Seite des Riegelunterflansches über 450°C während	42,5 min	60 min
Bleibende Durchbiegung der Riegel gegenüber Brandversuch II	0 mm	0 mm
Bemerkungen	Die Betondecke hat weiter gelitten und ist noch weniger tragfähig als nach dem Brandversuch II. Das Mauerwerk konnte nur durch zahlreiche Absprüßungen am Zusammenstürzen verhindert werden	

Der Brand dauerte 85 Minuten, wobei in den letzten 20 Minuten ein beachtliches Absinken der Raumtemperatur festgestellt werden konnte. Nach 85 Minuten wurden die Gluten mit Wasser gelöscht.

III. Brandversuche mit unverkleideten Außenstützen ²⁾

Die im Brandhaus in Winterthur durchgeführten Versuche zeigen, daß Außenstützen, sofern die Außenhaut des Gebäudes feuerbeständig ausgeführt

²⁾ W. GEILINGER, «Bericht über den Brandversuch vom 13. September 1957 in Winterthur». Europäische Konvention der Stahlbauverbände, Kommission 3 (Feuerschutz), Dezember 1957.

C. F. KOLLBRUNNER, «Bericht über Brandversuche in der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung von Feuerversuchen mit belasteten Stahlrahmen». Europäische Konvention der Stahlbauverbände, Kommission 3 (Feuerschutz), Dezember 1958.

wird, bei modernen Geschäfts- und Wohnhäusern nicht verkleidet werden müssen. Bei einer Feuerbelastung von 25 kg/m^2 sind die Stahltemperaturen an den unverkleideten anliegenden oder vorgesetzten Außenstützen unter der kritischen Grenztemperatur. Auch bei extrem großen Feuerbelastungen von 100 kg/m^2 können die Außenstützen unverkleidet ausgeführt werden, sofern Sprinkleranlagen vorhanden sind, welche bei einem Brandfall die Stahlprofile mit einem dünnen Wasserfilm überziehen, so daß sich der Stahl nicht über die zulässigen Temperaturen erwärmen kann. (Ein Versuch mit 100 kg/m^2 Feuerbelastung hat ergeben, daß die Stahltemperaturen der Außenstützen bis 600° C steigen, daß hingegen durch Berieselung der Stützen die Stahltemperaturen auf 70° C gehalten werden konnten.)

IV. Schlußfolgerungen

Wie schon E. MELAN³⁾ ausdrücklich festhielt, hat beim Großbrand des Warenhauses «ARA» in Prag das Stahlgerippe den Brand in einer Weise überstanden, welche die kühnsten Erwartungen übertraf.

Selbstverständlich wissen die Stahlbauer, daß verschiedene Stahlkonstruktionen bei einem Großbrand einstürzten. Wenn man diese Katastrophenfälle jedoch näher betrachtet, handelte es sich stets um Feuerbelastungen, die nicht hätten zugelassen werden dürfen, und um Stahlkonstruktionen, die diesen Feuerbelastungen nicht Rechnung trugen.

Wir wissen, daß die kritische Stahltemperatur, die über mindestens einen Querschnitt vorhanden sein muß, $400\text{—}450^\circ \text{ C}$ beträgt. Aus diesem Grunde wurden auch die Zeiten, während welcher die Stahltemperatur 450° überschritt, in den Tabellen I und II angegeben. Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, daß der Stahl dem Feuer einen bedeutend größeren Widerstand entgegengesetzt als bis heute angenommen wurde⁴⁾.

Festgehalten werden soll:

1. Stahlbauten mit Feuerbelastungen bis zu 25 kg/m^2 müssen nicht verkleidet werden, sofern die Gesamtkonstruktion sorgfältig ausgeführt ist. Stahlkonstruktionen moderner Bureaugebäude und Wohnhäuser können somit unverkleidet ausgeführt werden.
2. Für Stahlbauten mit einer Feuerbelastung von 50 kg/m^2 genügt eine Kern-

³⁾ E. MELAN, «Das Großfeuer in dem Stahlskelettbau des Warenhauses ‚ARA‘ in Prag». Der Bauingenieur, Heft 27, S. 498, 1931.

⁴⁾ Die neueste Publikation konnte, da sie mir am Datum der Abgabe meines Manuskriptes, d. h. am 15. Mai 1959 zugestellt wurde, nicht mehr ausgewertet werden. P. BOUÉ, «Der Feuerschutz im Stahlhochbau, insbesondere von Stahlstützen». Berichte des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, Heft 21, Stahlbau-Verlags-GmbH, Köln.

füllung mit Beton oder eine Verkleidung mit 15 mm Asbest, Eternit oder Gips (Fig. 4).

3. Bei der Aufstellung neuer Feuerpolizeivorschriften sind die vorhandene Feuerbelastung, die baulich-konstruktiven Verhältnisse und die Feuerbekämpfungsmöglichkeiten sinngemäß zu berücksichtigen. Dabei sollten sämtliche Teile eines Gebäudes hinsichtlich Feuergefährlichkeit den gleichen Sicherheitsgrad aufweisen.

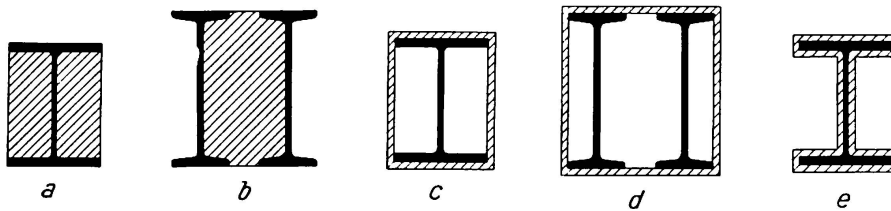


Fig. 4. Verkleidung von Stahlbauten mit ca. 50 kg/m^2 Feuerbelastung.

a und b: Kernfüllung mit Beton; c und d: Kastenförmige Ummantelung mit 15 mm Asbest, Eternit oder Gips; e: Anliegende Ummantelung mit 20 mm Asbest, Eternit oder Gips.

Wichtiger als jede Verkleidung von Stahlkonstruktionen ist jedoch stets, daß man darauf achtet, die Feuerbelastung möglichst klein zu halten, was mit den heutigen Baumaterialien möglich ist. Zudem sollte eine rasch einsatzbereite Feuerwehr vorhanden sein, so daß, selbst bei katastrophalen Großbränden, keine Menschenleben zu beklagen sind.

Zusammenfassung

Stahlkonstruktionen für moderne Bureaubäude und Wohnhäuser müssen nicht verkleidet werden, da die Feuerbelastung maximal 25 kg/m^2 beträgt. Für Stahlkonstruktionen mit einer Feuerbelastung von 50 kg/m^2 genügt eine Kernfüllung mit Beton, wobei die Flanschen unverkleidet bleiben, oder aber eine Verkleidung mit 15 mm Asbest, Eternit oder Gips.

Summary

Steel structures for modern office buildings and residential buildings do not have to be cased, because the fire load does not exceed 25 kg/m^2 . For steel structures with a fire load of 50 kg/m^2 it is sufficient merely to provide a core filling of concrete and to leave the flanges uncased or, alternatively, to provide a 15 mm thick casing of asbestos, eternit or gypsum.

Résumé

Les constructions métalliques modernes à usage de bureaux ou d'habitation ne doivent comporter aucun revêtement, car la surcharge d'incendie atteint au maximum 25 kg/m^2 . Pour les ouvrages métalliques comportant une surcharge d'incendie de 50 kg/m^2 , il suffit d'un remplissage central de béton, les ailes restant sans revêtement; il est néanmoins possible de prévoir un habillage de 15 mm en amiante, Eternit, ou plâtre.