

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 88 (1970)
Heft: 9: Sonderheft "Stahlbau in der Schweiz"

Artikel: Brandschutz von Stahlkonstruktionen
Autor: Décoppet, J.P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84435>

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: 13.10.2024

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

und (15). Führen wir hier statt des Stabmomentes M_S direkt die Querkraft nach Gleichung (6) ein, so ergibt sich

$$(60) \quad \sigma_S = Q \frac{l^*}{2W_{S^*}} = \frac{Q}{F_S}$$

$$(61) \quad \text{mit } F_S = \frac{2W_{S^*}}{l^*}$$

Für normierte Trägerreihen können die Querschnittswerte W_T und F_S tabelliert werden³⁾.

Das Diagramm Bild 7 wird nun wie folgt verwendet:

a) Zur Ermittlung der Sicherheit n gegen Vollplastifizierung wird der Punkt mit den Koordinaten σ_S/σ_F und σ_T/σ_F im Diagramm eingetragen und mit dem Koordinatenursprung verbunden. Die Sicherheit n ist dann das Verhältnis des Vektors bis zur entsprechenden Kurve zum Vektor des eingetragenen Punktes.

b) Unter Verwendung von $\sigma_{zul} = \sigma_F/n$ wird der Punkt mit den Koordinaten σ_S/σ_{zul} und σ_T/σ_{zul} im Diagramm eingetragen. Liegt dieser Punkt innerhalb der entsprechenden Kurve, so ist $\sigma < \sigma_{zul}$.

Anstelle des Diagrammes können auch Näherungsformeln verwendet werden. Da der Streubereich der Kurven in radialer Richtung nur wenige Prozente beträgt, so kann eine einheitliche Kurve gewählt werden, die aus Sicherheitsgründen innerhalb aller ermittelten Kurven liegen soll. Diese Kurve entspricht der Näherungsformel:

$$(62) \quad n^2 \left[\left(\frac{\sigma_T}{\sigma_F} \right)^2 + \frac{2}{3} \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_F} \right)^2 \right] + n \frac{1}{3} \frac{\sigma_S}{\sigma_F} \cong 1$$

die Abweichungen betragen bis + 5%.

Einfacher in der Anwendung ist als Näherungskurve der Kreis

$$(63) \quad n^2 \left[\left(\frac{\sigma_T}{\sigma_F} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_F} \right)^2 \right] \approx 1,$$

die Abweichungen betragen bis $\pm 4\%$. Die Auflösung nach n ergibt die Sicherheit gegen Vollplastifizierung.

Mit $\sigma_{zul} = \sigma_F/n$ kann Gleichung (62) auch als Ungleichung in folgender Form geschrieben werden:

$$(64) \quad \left(\frac{\sigma_T}{\sigma_{zul}} \right)^2 + \frac{2}{3} \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_{zul}} \right)^2 + \frac{1}{3} \frac{\sigma_S}{\sigma_{zul}} \leq 1$$

Aus Gleichung (63) ergibt sich die ideale Ersatzspannung

³⁾ Die Tabellen für die Litzka-Träger sind bei der Firma Wartmann & Cie. AG in Brugg erhältlich.

$$(65) \quad \sigma_{id} = \sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_S^2}$$

Es muss dann $\sigma_{id} \leq \sigma_F/n = \sigma_{zul}$ erfüllt sein.

Da der Kreis nach Gleichung (63) bzw. (65) innerhalb der Versuchspunkte nach Redwood/McCutcheon bzw. Halleux verläuft und sich diesen Versuchspunkten noch besser anschmiegt als Gleichung (62) bzw. (64), so bestehen keine Bedenken, diese in der Anwendung viel einfacheren Formeln zu verwenden, obwohl sie teilweise gegenüber der dargestellten Theorie bis etwa 4% auf der unsicheren Seite liegen. Es kann leicht nachgewiesen werden, dass für einen Rechteckquerschnitt des Gurtes, also für $b = d$ und $h = t$, unter Vernachlässigung der dann kleinen Schubspannungen die Beziehungen (63) und (65) genau gelten. Es kann daher auch für den I-Querschnitt des Gurtes bei verstärkten Waben mit diesen Gleichungen gerechnet werden, wobei natürlich die Querschnittswerte entsprechend bestimmt werden müssen, was hier aber zu weit führen würde.

Auf die übrigen Sicherheitsnachweise kann hier nicht eingegangen werden. Bei den «aufgestellten» Wabenträgern (Schweizer Patent Nr. 376 257) wird die Beanspruchung der Zwischenbleche durch die Plastizitätstheorie kaum beeinflusst, weshalb der Spannungs- und der Stabilitätsnachweis nach der Elastizitätstheorie geführt werden können.

Die Belastungs-Durchbiegungskurven nach Bild 4 zeigen, dass bis zu einer Belastung von 2/3 der Fließlast der Träger sich elastisch verhält, so dass unter Annahme einer Sicherheit gegen Fließen von 1,5 im Bereich der Betriebsbelastungen die Durchbiegungen nach der Elastizitätstheorie ermittelt werden können.

Vorstehende Berechnungsart nach der Plastizitätstheorie bringt gegenüber der Elastizitätstheorie folgende Vergünstigungen:

- Die Widerstandsmomente für Träger- und insbesondere Gurtbiegung sind grösser.
- Der Hebelarm für die Gurtbiegung kann verkleinert werden.
- Die Stegfläche zur Aufnahme der Schubkräfte kann vergrössert werden.
- Der Momentennullpunkt im Gurtstab stellt sich günstigst ein, wodurch die gegenseitige Beeinflussung von Biegung und Querkraft geringer wird als nach dem Superpositionsgesetz. Praktisch wirkt sich dies so aus, dass der für das maximale Moment bemessene Wabenträger i. a. auch die Querkräfte aufnehmen kann und bei kontinuierlichen Trägern Verstärkungen höchstens bei dem direkt am Zwischenaufleger anschliessenden Wabenloch nötig werden.

Adresse des Verfassers: Ernst Amstutz, dipl. Ing., Direktor in der Firma Wartmann & Cie. AG, 5200 Brugg

DK 624.014.2:614.848

Brandschutz von Stahlkonstruktionen

Von J. P. Décoppet, dipl. Ing., Vevey

Die Technische Kommission der Schweizerischen Zentralstelle für Stahlbau hat eine Veröffentlichung über die Probleme des Feuerschutzes von Stahlbauten herausgegeben. Eine französische Übersetzung dieses Textes wird im Frühjahr 1970 erscheinen. Bis vor kurzem gab es in der Schweiz noch keine öffentlichen Richtlinien, welche als Grundlage für eine wissenschaftliche Berechnung des Brandwiderstandes von Stahlkonstruktionen dienen könnten. Im März 1969 hat der Kanton Zürich Richtlinien für den Brandschutz von Stahlbauten genehmigt. Es war somit zweckmässig, die in der Schweiz wenig bekannten Berechnungsmethoden des Feuerschutzes zu veröffentlichen und sie in allen interessierten Kreisen zu verbreiten.

Die vorgeschlagene Berechnungsmethode, die sich auf die Ergebnisse von zahlreichen schweizerischen und ausländischen Versuchen stützt, beruht auf sechs grundsätzlichen Begriffen:

- Die Brandbelastung.** Sie ist die Wärmemenge aller brennbaren Stoffe, bezogen auf die Brandabschnittfläche.
- Der Brandverlauf.** Damit wird die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit während des Brandes bezeichnet; sie wird entsprechend der EMPA-Normbrandkurve angenommen.
- Der Erwärmungsvorgang** (Temperatur-Zeit-Funktion des Stahlelementes). Er hängt von Form und Grösse des

Stahlquerschnittes ab, sowie von der Art seiner allfälligen Schutzverkleidung.

4. *Die statische Funktion und Beanspruchung des Elementes.* Zum Beispiel kann bei einem statisch unbestimmten Träger die Ausbildung eines plastischen Gelenkes infolge hoher Temperatur keine Katastrophe zur Folge haben. Umgekehrt ist es möglich, dass eine Stahlstütze, deren Dilatation behindert ist, schwere Schäden erleidet.
5. *Die kritische Temperatur,* die eine charakteristische Grösse jedes Elementes darstellt, ist die Temperatur, bei der das Konstruktionselement seine Tragfähigkeit verliert.
6. *Der Brandwiderstand.* Er gibt die Branddauer an, die erforderlich ist, um ein Stahlelement so zu erwärmen, dass es seine Tragfunktion verliert.

Ausgehend von diesen Grundbegriffen und unter Berücksichtigung bekannter Versuchsergebnisse wurde eine Methode entwickelt, welche die Vorausberechnung des Brandwiderstandes eines Stahlelementes ermöglicht. Wesentlich

ist, dass Stahlbauten, die eine Brandbelastung von maximal 60 Mcal/m² aufweisen, wie zum Beispiel Einstellräume für PKW, keine Verkleidung benötigen. Bei Schulen, Spitälern und Büroräumen, bei denen die Brandbelastung üblicherweise kleiner ist als 120 Mcal/m², ist es möglich, durch geeignete Wahl der Profile auf eine Schutzverkleidung zu verzichten. In Fällen, wo die Brandbelastungen grösser sind als 120 Mcal/m², kann mit Hilfe der vorgeschlagenen Berechnungsmethode die leichteste und wirtschaftlichste Verkleidung bestimmt werden.

Die Veröffentlichung der Schweizerischen Zentralstelle für Stahlbau stellt diese Berechnungsmethode im einzelnen dar; zahlreiche Beispiele und Tabellen erleichtern das Verständnis und die praktische Anwendung dieser Methode. Die Richtlinien der Gebäudeversicherung des Kantons Zürich sind als Beispiel einer gesetzlichen Regelung in extenso wiedergegeben.

Adresse des Verfassers: J.-P. Décoppet, dipl. Ing., c/o Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey SA, Vevey.

Aufstockung der Stearinfabrik der Friedrich Steinfels AG in Zürich DK 624.94

Von F. Zimmermann, Ing., Zürich

In den Jahren 1954/55 wurde das rund 45 × 14 m Grundfläche aufweisende Gebäude der Stearinfabrik in Eisenbeton erstellt. Es umfasste einen Keller und das Hochparterre, wobei bei der Bemessung der Fundationen und der Tragkonstruktion die Möglichkeit für eine spätere Aufstockung um zwei Stockwerke berücksichtigt wurde.

Mit der Diskussion über die Erweiterung der Stearinzeugungsanlage wurde das Problem der Aufstockung aktuell. Die Baupolizei hat eine Gebäudehöhe von maximal 20 m zugelassen, was genau den betrieblichen Anforderungen für den vertikalen Einbau der Apparate entspricht. Trotzdem vorerst nur ein Teil des Gebäudes mit den neuen Apparaten belegt ist, entschloss sich die Bauherrschaft, das ganze Gebäude mit einer Grundfläche von 44,2 × 13,8 m aufzustocken.

Die ausgeführte Aufstockung umfasst anstelle der ursprünglich vorgesehenen zwei Etagen deren vier. Die daraus entstehende höhere Belastung konnte dank der folgenden Massnahmen zugelassen werden:

- a) Möglichst kleines Eigengewicht der Aufstockung,
- b) Ableitung der Lasten aus den Zwischenböden auf die Fassadenstützen, da die darunterliegende Halle keine Innenstützen aufweist.

Die Baustelle ist zwischen der sehr stark befahrenen Hardstrasse mit dem parallel laufenden Industriegleis und dem internen Verladebahnhof eingeklemmt. Das Industriegleis konnte nur an den Samstagen, der interne Bahnhof nur einige Stunden pro Tag gesperrt werden, so dass mit Ausnahme eines Bauliftes keine festen Installationen möglich waren. Aus diesen Gründen musste eine weitgehende Vorfabrikation vorgesehen werden.

Unter Berücksichtigung aller vorgängig aufgeführten Auflagen kam nur eine Stahlkonstruktion in Frage, die ausserdem den Vorteil bot, bei einer spätern Erweiterung oder Umstellung der Produktion die allfällig notwendigen Zwischenböden ohne grosse Umtriebe einbauen zu können. Wie die Kostenvergleiche zeigten, lag die Stahlkonstruktion preislich mit den andern Bauweisen durchaus auf gleicher Ebene und unter Berücksichtigung von spätern Umstellungen sogar eindeutig günstiger.

Terminplan für dieses Bauwerk:

Vorstudien	Sommer 1967
Projektbearbeitung	Winter 1967
Submission	August 1968
Arbeitsvergebung	Oktober 1968
Planbearbeitung und Fabrikation	November 1968 bis März 1969

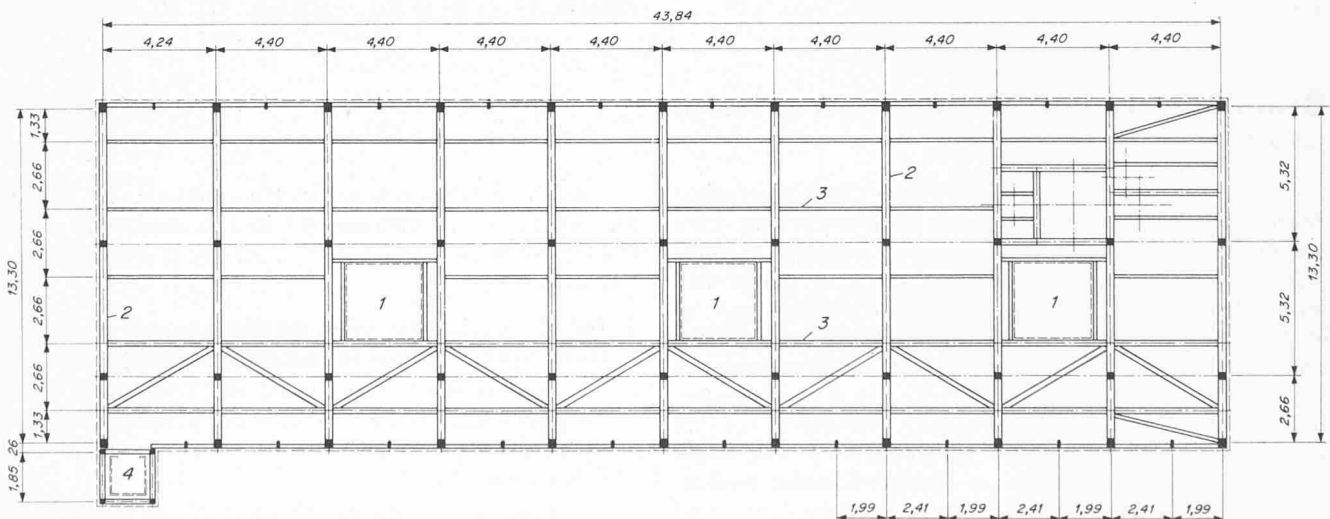


Bild 1. Grundriss 1:300 des Fachwerkes auf Dachhöhe

1 Oberlicht, 2 Fachwerkbinder, 3 Fetten, 4 Aufzug