

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

**Band:** 2 (1936)

**Artikel:** Beanspruchung und Sicherheitsgrad der Eisenbeton-Fachwerke

**Autor:** Mortada, S.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-2781>

### **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:** 08.02.2025

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

## II a 7

### Beanspruchung und Sicherheitsgrad der Eisenbeton-Fachwerke.

#### Sollicitations et degré de sécurité des poutres réticulées en béton armé.

### Stressing and factor of safety of reinforced concrete trussed girders.

Dr. sc. techn. S. Mortada,  
Egyptian State Railways, Bridges Dept., Cairo.

Eigene Versuche mit Eisenbetonfachwerken zeigten, daß solche Tragwerke gegen Stoßwirkungen und dynamische Beanspruchungen außerordentlich widerstandsfähig sind.

Die Versuche wurden in der Eidg. Materialprüfungs-Anstalt an der E.T.H. in Zürich durchgeführt.<sup>1</sup> Als Versuchskörper wurden zwei Eisenbeton-Fachwerkträger, wie sie beim Brückenbau vorkommen, verwendet (Fig. 1). Die Spannweite der Träger betrug 6 m, die Höhe 1,50 m. Die Träger wurden für eine Einzellast von 50 Tonnen, die in der Mitte wirkt, dimensioniert.

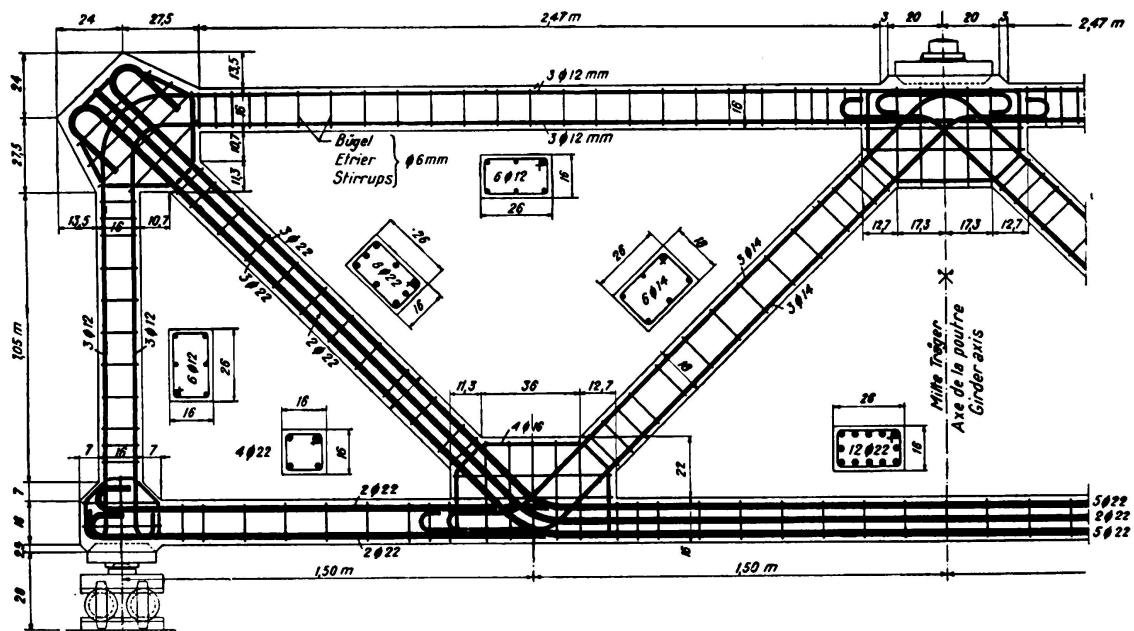


Fig. 1.

Einzelheiten des Versuchsträgers.

<sup>1</sup> Vergl. Mortada: Beitrag zur Untersuchung der Fachwerke aus geschweißtem Stahl und Eisenbeton unter statischen und Dauerbeanspruchungen. Diss. E. T. H. 1936.

Bei der Durchführung der Versuche betrug das Alter des Betons 90 Tage; die Prismendruckfestigkeit  $p_{\beta d}$  betrug  $= 360 \text{ kg/cm}^2$  und die Ursprungsfestigkeit  $\sigma_u = 220 \text{ kg/cm}^2 \cong 0,6 p_{\beta d}$ . Als Bewehrung wurden Rundeisen aus normalen

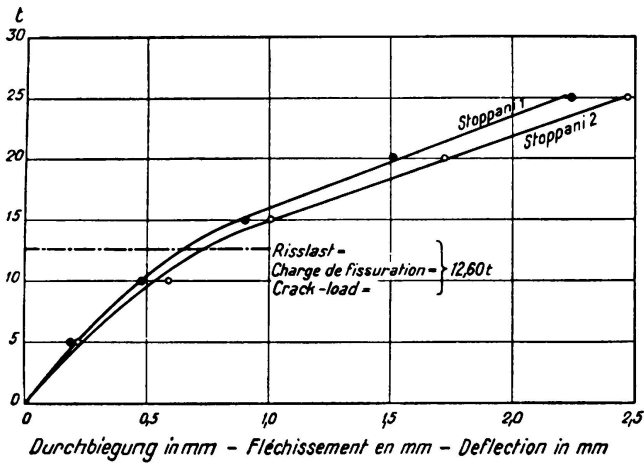


Fig. 2.

Bestimmung der Rißlast.

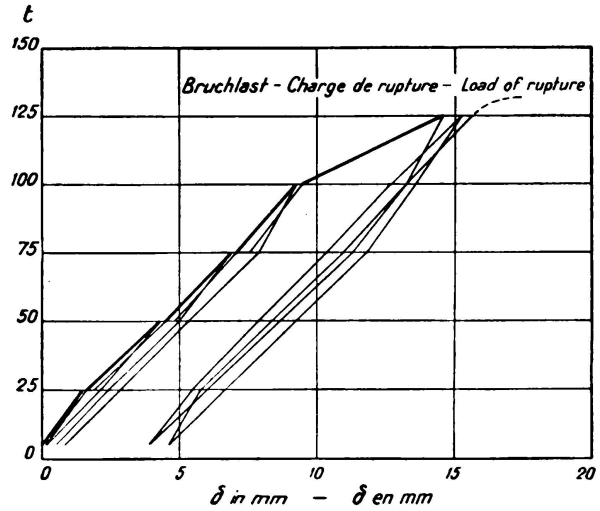


Fig. 3.

Bruch-Versuch: Belastung-, Entlastung-, Verformungs-Diagramm.

Stahl verwendet, deren Streckgrenze  $2700 \text{ kg/cm}^2$ , die Zugfestigkeit  $4200 \text{ kg/cm}^2$  und die Ursprungsfestigkeit  $2500 \text{ kg/cm}^2$  betrug.

Der eine Träger wurde nur statisch geprüft, wobei sein Verhalten unter der statischen Lastwirkung und schließlich seine statische Bruchlast festgestellt wurde. Der zweite Träger wurde dagegen Ermüdungsversuchen unterworfen und nachher statisch geprüft in der genau gleichen Weise wie der erste. So war es möglich, festzustellen, wie die Ermüdung das statische Verhalten und die Tragfähigkeit solcher Bauwerke beeinflusst.

Durch Vorversuche wurden die Rißlast sowie die infolge Reißens des Betons auftretenden, bleibenden Vorformungen festgestellt. Das Reißen des Betons an verschiedenen Stellen erzeugt eine Unstetigkeit im Belastungs-Verformungs-

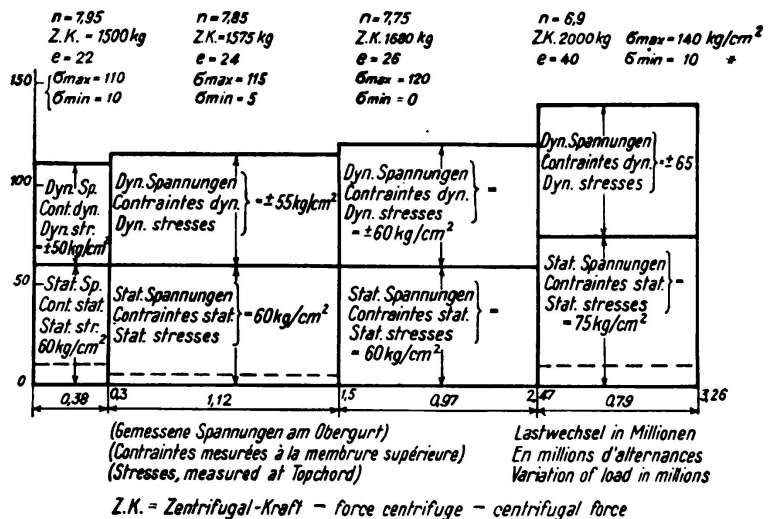


Fig. 4.

Dauerversuch: Gemessene Spannungen für verschiedene Versuchsphasen.

Verlauf, wodurch die Bestimmung der Rißlast ermöglicht wird (Fig. 2). Diese betrug ca. ein Viertel der rechnermäßigen Nutzlast. Die mittlere Bruchspannung des Betons auf Zug (Zugfestigkeit), die der Rißlast entspricht, betrug

17 kg/cm<sup>2</sup>, die Zugfestigkeit des Betons beträgt jedoch 40 kg/cm<sup>2</sup>. Der große Unterschied zwischen diesen Werten ist zurückzuführen auf:

- Vorspannung des Betons auf Zug infolge der Schwindwirkung,
- unvollkommenes Reißen des Betons, bezogen auf den ganzen Querschnitt.

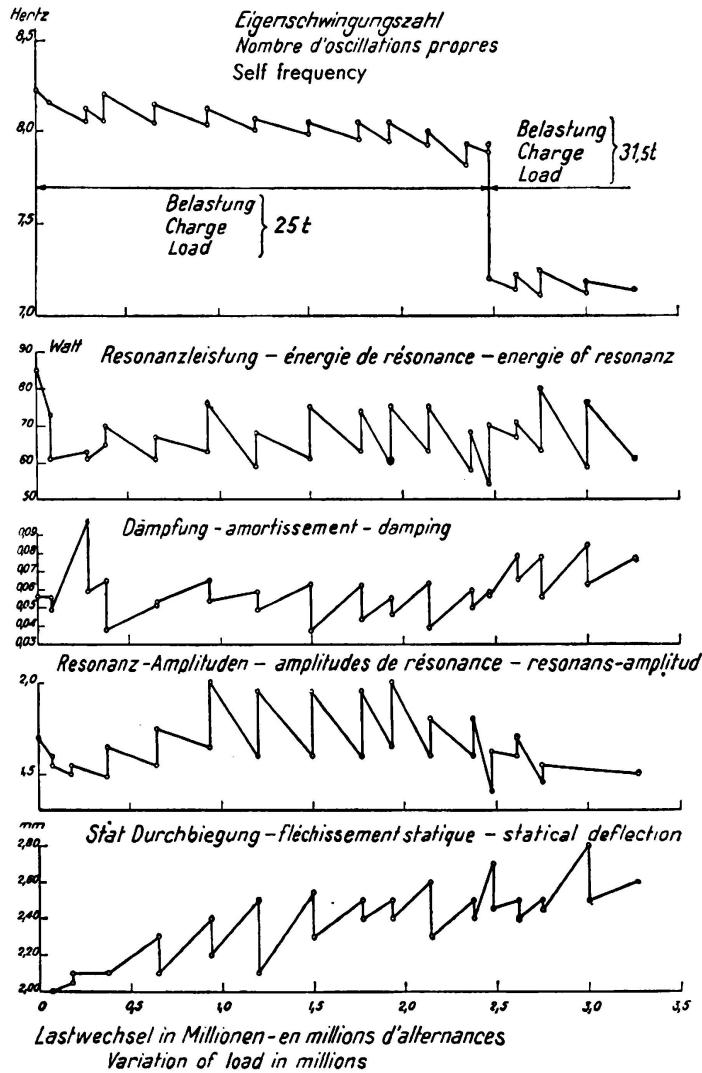


Fig. 5.

Dauerversuch: Änderung der dynamischen Werte mit zunehmender Ermüdung.

formungen bei solchen Beanspruchungen betragen 5,5 % der totalen (Fig. 3), sind also für praktische Zwecke annehmbar.

Der Sicherheitsgrad gegen statischen Bruch betrug 2,6. Das Verhältnis der Sicherheitsgrade für wiederholte und statische Belastung ist somit 2 zu 2,6 = 77 %.

Die Spannungsstufen und die ihnen entsprechende Anzahl Lastwechsel der Ermüdungsvorgänge sind aus Fig. 4 zu ersehen.

Nach einer sehr großen Anzahl Lastwechsel ( $3\frac{1}{4}$  Mill.) innerhalb der zulässigen Spannungsgrenzen und etwas oberhalb derselben, also entsprechend dem normalen Betriebszustand der wirklichen Brücken, konnten keine nennenswerten

Das Reißen des Betons verursachte naturgemäß große bleibende Verformungen, die etwa 25 % der elastischen Verformungen unter der Nutzlast erreichten.

Bei solchen Fachwerken sind die Nebenspannungen, besonders in den Druckstäben, außerordentlich hoch; sie erreichten 110 %; im Mittel muß mit 70 % gerechnet werden, während gleichzeitig die Biegespannungen in den Zuggliedern sehr niedrig sind.

Es wurde festgestellt, daß eine max. Druckspannung im Beton in der Größenordnung von  $220 \text{ kg/cm}^2 = 0,6 p_{\beta a} = \sigma_u$  der Ursprungsfestigkeit des Betons auftrat im Moment, als die Armierungseisen die Fließgrenze erreichten; die entsprechende Belastung betrug das Doppelte der Nutzlast. Da diese zwei Größen für den Widerstand gegen wiederholte Belastung maßgebend sind, so ergibt sich, daß die Eisenbetonfachwerke einen Sicherheitsgrad von zwei gegen Ermüdung besitzen. Die bleibenden Ver-

Änderungen in den statischen oder dynamischen Eigenschaften der Versuchsträger festgestellt werden.

Bemerkenswerte Erscheinungen wurden bei der Durchführung der Ermüdungsversuche festgestellt (Fig. 5). Die Dämpfung und die statische Durchbiegung nehmen im Laufe des Ermüdungsvorganges zu; somit nehmen die Rückstellkraft und die Eigenschwingungszahl ab. Bei den Resonanzaufnahmen nehmen unter den gleichen Versuchsbedingungen die verbrauchte Leistung der Schwingungsprüfmaschine (Fig. 6), die Amplituden und die Verstärkungszahl mit der Ermüdung ab. Eine nachträgliche Erholung (Rückgewinnung an Steifigkeit) wurde festgestellt. Innerhalb einzelner Zeitabschnitte stellte sich nach einer gewissen Anzahl Lastwechsel ein Beharrungszustand ein.

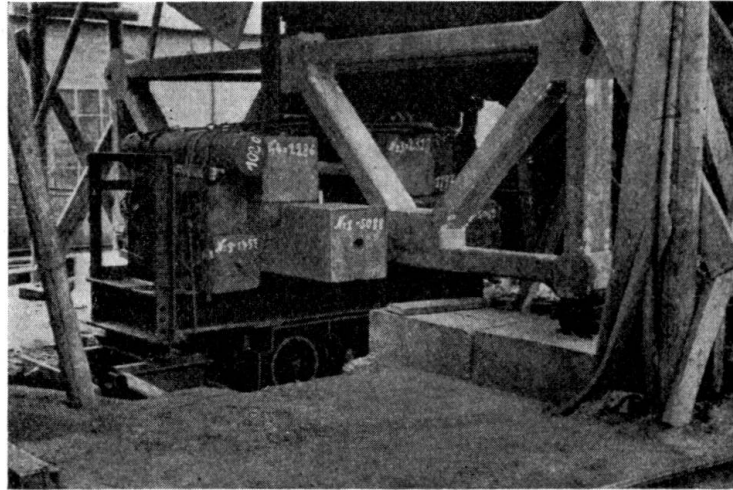


Fig. 6.

Anordnung für den Dauerversuch.

Das wichtigste Ergebnis unserer Untersuchungen am Eisenbetonträger für die Praxis ist folgendes:

Häufig wiederholte, innerhalb angemessener Grenzen sich haltende Beanspruchung (Ursprungsfestigkeit) schadet weder der Elastizität noch der Tragfähigkeit noch den dynamischen Eigenschaften der Eisenbetonfachwerke.

Für diese Bauweise ist die Sicherheit gegen Dauerbeanspruchungen bei einem statisch ausreichenden Sicherheitsgrad als gewährleistet zu bewerten.