

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 111/112 (1938)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Zur Stabilität des auf Biegung beanspruchten Trägers  
**Autor:** Naef, R.A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-49915>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.04.2026

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

INHALT: Zur Stabilität des auf Biegung beanspruchten Trägers. — Die Widerstandschweissung in der amerikanischen Automobilindustrie. — Probleme des Krankenhausbauens. — Ein kleines Feuilleton für Ingenieure: «Leur Train». — Mitteilungen: Betriebserfahrungen mit Zwangsumlaufkesseln. Mengemesser mit Stetigzähler. Kaplan turbine mit schräger

Achse. Das Museum «Allerheiligen» in Schaffhausen. Neuere Silobauten aus Eisenbeton. Maastunnel in Rotterdam. Eine Aenderung im Signalwesen der französischen Eisenbahnen. — Nekrologe: Otto Kuoni. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Physikalische Gesellschaft Zürich.

Band 112

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich  
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 12

### Zur Stabilität des auf Biegung beanspruchten Trägers

Von Ing. R. A. NAEF, Zürich

Die Stabilität des auf Biegung beanspruchten Trägers ist schon in einer Reihe von Arbeiten untersucht worden<sup>1)</sup>. Weil die Abmessungen der Träger aus architektonischen Gründen oft auf das äusserste gedrückt werden, hat das Problem in den letzten Jahren im Stahlbau immer mehr an Bedeutung gewonnen. Seine Behandlung ist mühsam, weil für jeden Belastungsfall die Differentialgleichung aufgestellt und gelöst werden muss. Es wird hier die Lösung für den Konsolträger mit Rechteckquerschnitt und gleichmässig verteilter Last bei linear veränderlicher Trägerhöhe gegeben (Abb. 1).

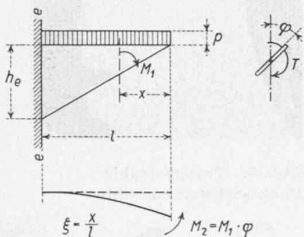


Abb. 1

Die Bezeichnungen sind entsprechend<sup>1)</sup> gewählt, jedoch mit der Substitution:  $\xi = \frac{x}{l}$ .

Man erhält:

- $T$  = Torsionsmoment
- $C = C_e \xi = G I_{de} \xi$  = Verdrehungssteifigkeit
- $\varphi(\xi)$  = Verdrehung
- $M_1 = \frac{p \xi^2}{2} l^2$  = Biegemoment der äusseren Last, in der Ebene der grossen Querschnittshauptaxe
- $M_2 = M_1 \varphi$  = Biegemoment in der Ebene der kleinen Querschnittshauptaxe
- $B_2 = B_e \xi = E I_e \xi$  = Biegesteifigkeit in der selben Ebene

Es gelten die Gleichungen:

$$T = C_e \xi \frac{d\varphi}{l d\xi} \dots \dots \dots (1)$$

$$0 = \frac{dT}{l d\xi} + \frac{M_1 M_2}{B_2} \varphi \dots \dots \dots (2)$$

Durch Differenzieren von (1) und Einsetzen in (2) erhält man mit

$$c^2 = \frac{p^2 l^6}{4 C_e B_e}$$

$$0 = \frac{d^2 \varphi}{d\xi^2} \xi + \frac{d\varphi}{d\xi} + c^2 \xi^3 \varphi$$

Als Lösung dieser Gleichung ergibt sich die gut konvergierende

Reihe  $\varphi = K \left( 1 - \frac{c^2}{4^2} \xi^4 + \frac{c^4 \xi^8}{4^2 \cdot 8^2} - \frac{c^6 \xi^{12}}{4^2 \cdot 8^2 \cdot 12^2} + \dots \right); 0 \leq \xi \leq 1$

Für  $\xi = 1$  ist  $\varphi = 0$ , also für  $K \neq 0$  die Kippbedingung  $c = 4,8115$  und die kritische Last

$$p_k l = \frac{9,623}{l^2} \sqrt{B_e C_e} \quad (\text{Lastangriff im Schwerpunkt}).$$

Greift die Last an der oberen Kante des Rechteckes an, so ergibt sich bei  $\frac{h_e}{l} = 0,1$

$$p_k l = \frac{9,26}{l^2} \sqrt{B_e C_e}$$

Für den Rechteckquerschnitt mit konstanter Höhe gibt Föppl (Drang und Zwang, II. Bd., Seite 350)

$$p_k l = \frac{12,85}{l^2} \sqrt{B_e C_e}$$

Beispiel:  
Konsole für ein Vordach  
(Abb. 2)

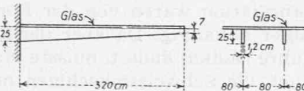


Abb. 2

- Belastung: Glas 25 kg/m<sup>2</sup>
- Schnee 100 kg/m<sup>2</sup>
- 125 kg/m<sup>2</sup>
- Eigengewicht:  $16 \times 1,2 \times 0,785 = 15 \text{ kg/lm}$
- $p = 0,800 \times 125 + 15 = 115 \text{ kg/lm}$
- $p l = 0,115 \times 3,20 = 0,368 \text{ t}$

Hieraus

$$M_E = \frac{1}{2} \times 0,368 \times 3,20 = 0,590 \text{ mt}$$

$$W = \frac{25^2 \times 1,2}{6} = 125 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{59}{125} = 0,47 \text{ t/cm}^2$$

$$f = \frac{59 \times 320^2}{2150 \times 1562} = 1,80 \text{ cm}$$

$$p_k l = \frac{9,26}{320^2} \sqrt{2150 \times \frac{1,2^3 \times 25}{12} \times \frac{3}{8} \times 2150 \times \frac{1,2^3 \times 25}{3}} =$$

$$= \frac{9,26}{320^2} \times 220 \times 1,2^3 \times 25 = 0,874 \text{ t}$$

$$n = \frac{p_k l}{p l} = \frac{0,874}{0,368} = 2,37 \text{ (Sicherheitsgrad),}$$

für das in Frage stehende Vordach noch hinreichend.

### Die Widerstandschweissung in der amerikanischen Automobilindustrie

Von PETER W. FÄSSLER, Masch.-Ing., Zürich

Peter W. Fässler, ein gebürtiger Schweizer, hält sich zur Zeit in der Schweiz auf und hat uns den nachstehenden Artikel zur Verfügung gestellt. Fässler gilt in Amerika als führender Fachmann auf dem Gebiete der Widerstandschweissung und war über 10 Jahre verantwortlicher Konstrukteur und Organisator bei Fisher Body Corporation und General Motors für den Bau und die Verwendung der Schweissmaschinen innerhalb dieser Werke.

Es ist ein Zufall, dass Karl Benz im Jahre 1886 sein erstes Automobil patentieren liess und dass im selben Jahre dem Amerikaner Elihu Thompson ein Patent auf seine erste Widerstandschweissmaschine erteilt wurde. Keiner der beiden Pioniere konnte voraussehen, welche Entwicklung ihre Erfindungen nehmen würden und wie diese zur Erreichung der späteren Entwicklung aufeinander angewiesen sein würden.

Während sich in Europa und besonders in Deutschland die Automobilindustrie zwar langsam aber doch ungehemmt die Schweissmaschine zu Nutze machen konnte, war in Amerika die Entwicklung durch Patentprozesse verzögert; sie hat daher dort auch viel später eingesetzt als in Europa. So erstaunlich es klingt, ist es doch Tatsache, dass zu einem Zeitpunkt, wo die grossen Automobilkonzerne in Amerika schon eine Produktion von über 1000 Wagen pro Tag hatten, dort relativ nicht mehr Schweissmaschinen verwendet wurden, als z. B. in europäischen Automobilwerken, wo die Jahresziffer der hergestellten Wagen nur etwa der Produktion von mehreren Wochen in Amerika entsprach.

In Europa und besonders in Deutschland hatte die Notzeit des Weltkrieges die Verwendung von Schweissmaschinen in allen Metallindustrien und daher auch im Automobilbau weitgehend gefördert. Das hatte zur Folge, dass bei Beendigung des Weltkrieges in Deutschland die Schweissmaschinenindustrie bedeutend weiter entwickelt war als in Amerika, wo sie erfunden worden war. Jedoch schon kurze Zeit nach Beendigung des Weltkrieges trat in der gesamten amerikanischen Industrie die bekannte grosse Entwicklung ein, und die Automobilproduktion betrug bei den grossen Automobilkonzernen etwa 8000 Automobile täglich. Beim Höhepunkt der Entwicklung in den Jahren 1927 bis 29 wurden schon täglich 25000 Automobile bei den gleichen grossen Werken hergestellt.

Dies konnte nur mit Hilfe der Widerstandschweissmaschine erreicht werden, und schon im Jahre 1925 äusserte sich einer der grössten Automobilmagnaten dem Verfasser gegenüber dahin, dass ohne elektrische Widerstandschweissmaschine die bisherige Entwicklung und eine zukünftige unter den vorliegenden Produktionsmethoden nicht mehr denkbar sei. Berücksichtigt man nun, dass 1925 die Karosserien noch meistens ein Holzgerippe hatten und nur mit Blech verkleidet wurden, und dass die ohne Holzgerippe hergestellten Stahlkarosserien erst im Laufe der Zeit allgemein Eingang fanden, so haben jene Worte erhöhte Bedeutung. Das heutige moderne Automobil mit der modernen Ganzstahlkarosserie weist nämlich 4000 bis 4500 Schweisspunkte, etwa 8 m geschweisste Naht und rd. 60 Stumpfschweissungen auf. Allein in der Fisher Body Corporation, der grössten Karosseriefabrik in der Welt, die alle Karosserien für General Motors

<sup>1)</sup> Dr. sc. techn. F. Stüssi: Die Stabilität des auf Biegung beanspruchten Trägers, «Abhandlungen der Internat. Vereinigung für Brückenbau und Hochbau», III. Bd., 1935.