

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 79/80 (1922)  
**Heft:** 21

## **Inhaltsverzeichnis**

### **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:** 18.02.2026

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

INHALT: Beiträge zur Berechnung von Eisenbeton-Querschnitten auf einheitlicher tabellarischer Grundlage. — Der Abschluss der Elektrifizierungsarbeiten der Rhätischen Bahn. — Ideenwettbewerb für die Erweiterung des Friedhofs im Friedental in Luzern. — Die elektrischen Lokomotiven 1D1 der Paris-Orléans-Bahn und die Veränderung ihrer kritischen Geschwindigkeiten. — Miscellanea: Elektrifizierung der

Rhätischen Bahn. Der Ozeandampfer „Bismarck“. Die Bahn vom Katangabezirk zum untern Kongo. Vollbahn-Elektrifizierung in Frankreich. Die schweizerische Naturforschende Gesellschaft. Comptoir suisse Lausanne 1922. Eidgen. Techn. Hochschule. — Nekrologie: G. v. Hauberrisser. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein. Basler Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Band 79.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 20

27

## Beiträge zur Berechnung von Eisenbeton-Querschnitten auf einheitlicher tabellarischer Grundlage.<sup>1)</sup>

Von Ing. P. Pasternak, Privatdozent an der E. T. H., Zürich.

### I. Die Berechnung des doppelt bewehrten Querschnitts.

Aus den angenäherten Untersuchungen Rossins<sup>2)</sup>, M. Mayers<sup>3)</sup>, ebenso aus den neuesten graphischen und tabellarischen Tafeln Mörschs<sup>4)</sup> und Saligers<sup>5)</sup> für einige besondere Fälle zulässiger Betondruckspannungen weiss man, dass die kleinste Doppelbewehrung eines rechteckigen Querschnitts bei Biegung mit Axialdruck gewöhnlich erhalten wird bei einer mehr oder weniger starken Ermässigung der zulässigen Eisenzugspannung.

Eine praktisch brauchbare, von der Wahl der zulässigen Betondruckspannung unabhängige, allgemeine Methode zur Bestimmung der günstigsten Eisenzugspannung ist bis jetzt nicht gegeben worden. Eine solche Methode ist besonders für schweizerische Verhältnisse notwendig, da nach den Vorschriften der S. B. B. vom 26. November 1915 die zulässigen Betondruckspannungen von der Zweckbestimmung des Baues und bei Gewölben von den Spannweiten abhängen, also ziemlich grossen Schwankungen unterworfen sind.

Die hier gezeigten Nomogramme (Abbildungen 2, 3, 5 und 6 auf den folgenden Seiten), gestatten für die Schweiz und die übrigen Länder die unmittelbare Entnahme des günstigsten Randspannungs-

verhältnisses  $\gamma = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$  und der zugehörigen prozentualen Zug- und Druckbewehrungen. Sie haben sich aus folgender Untersuchung ergeben:

Eine Druckkraft  $P$ , die ausserhalb des Kerndrittels in der Symmetrieaxe eines rechteckigen (oder auch andern) Eisenbetonquerschnittes angreift, darf in ihrer Wirkung ersetzt werden durch das Biegemoment  $M = P e$  (siehe Abbildung 1) und durch die im Schwerpunkt der Zugeisen entlastend wirkende Druckkraft  $P$ . In der Tat, schreibt man die zulässigen Randspannungen  $\sigma_e$  und  $\sigma_b$  vor, oder, was schon genügt, allgemeiner das Randspannungsverhältnis  $\gamma = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$ , so liegt auch die neutrale Axe durch die einfache Beziehung

$$\xi = \frac{n}{n + \gamma}, \quad (1)$$

worin  $\xi = \frac{x}{h}$  und  $n = \frac{E \text{ Eisen-Zug}}{E \text{ Beton-Druck}}$ , fest. Man darf also bei der Dimensionierung die einzelnen Belastungsfälle einander überlagern, „superponieren“.

Führt man die weitem Bezeichnungen ein

$$m = \frac{M}{\sigma_b b h^2}, \quad p = \frac{P}{\sigma_b b h}, \quad \delta = \frac{h'}{h},$$

$$\mu = \frac{50 \xi}{\gamma} \quad (\text{prozentuale, einseitige, zum gewählten } \gamma \text{ zuge-})$$

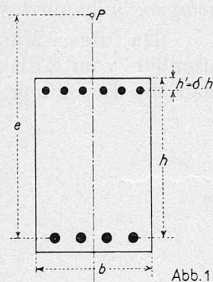
<sup>1)</sup> Manuskript eingegangen Anfang Oktober 1921.

<sup>2)</sup> «Ableitung von Formeln zur direkten Dimensionierung der Eisen-Einlagen in exzentrisch belasteten Eisenbetonquerschnitten» in «Armierter Beton», Juni 1911.

<sup>3)</sup> «Die Wirtschaftlichkeit als Konstruktionsprinzip im Eisenbetonbau», Berlin 1913, Verlag Julius Springer.

<sup>4)</sup> «Der Eisenbetonbau», I. Band, 1. Hälfte, S. 412 bis 415, Stuttgart 1920, Verlag Konrad Wittwer.

<sup>5)</sup> «Der Eisenbeton», S. 267, Stuttgart 1920, Verlag Alfr. Kröner.



hörige Zugarmierung), und  $K_1 = \frac{50}{2} \left(1 - \frac{\xi}{3}\right)$ , so können auf Grund des Superpositionsgesetzes für die prozentualen Zug- und Druckbewehrungen  $\mu_z$  und  $\mu_d$  unmittelbar die Ausdrücke angeschrieben werden

$$\mu_z = \mu + \frac{100 (m - k)}{(1 - \delta) \gamma} - \frac{100 p}{\gamma} \quad (2)$$

$$\mu_d = \frac{100}{n' (1 - \delta)} \frac{\xi}{\xi - \delta} (m - K_1)$$

$n'$  ist das „Gewicht“ der Druckbewehrung

$$n' = \frac{E_e \text{ Druck}}{E_b}$$

Mit Berücksichtigung von (1) können die Formeln (2) sowohl als rationale Funktionen von  $\gamma$  als auch  $\xi$  allein ausgedrückt werden. Zur Bestimmung der kleinsten Bewehrungssumme ist die zweite Auffassung bequemer.

$(f + f')$  oder auch  $(\mu + \mu')$  wird ein Minimum für ein  $\xi$ , das der Bedingungsgleichung

$$\frac{d \mu_z}{d \xi} + \frac{d \mu_d}{d \xi} = 0 \text{ genügt.}$$

Offenbar kommt nur ein Minimum in Frage, da mit  $\xi = 0$ , also bei völligem Verzicht auf die Mitwirkung des Betons, die grösste Bewehrungssumme erhalten wird.

Nach einigen einfachen Umformungen liefert die Differentialquotientensumme der Gleichungen (2) die Bedingungsgleichung 5. Grades in  $\xi$ :

$$(1 - \delta) (\xi - \delta)^2 p - \left[ (\xi - \delta)^2 - \frac{n}{n'} \delta (1 - \xi)^2 \right] m + \frac{50}{2} \left[ \left(1 - \frac{2}{3} \xi\right) \xi - (2 - \xi) \delta \right] \left[ \frac{n}{n'} (1 - \xi)^2 - (\xi - \delta)^2 \right] = 0 \quad (3)$$

die also in algebraisch geschlossener Form als Funktion gegebener  $m$ ,  $p$ ,  $\delta$  und  $\frac{n}{n'}$  nicht aufgelöst werden kann, insbesondere nicht bei Annahme der schweizerischen Eisenbeton-Verordnungen mit  $\frac{n}{n'} = \frac{20}{10} = 2$ .

Bemerkenswert ist die Reduktion der Extremalbedingung auf eine Gleichung 4. Grades bei  $\frac{n}{n'} = 1$ , also für alle übrigen Länder. Man erhält in diesem wichtigen Fall

$$(\xi - \delta)^2 p - (\xi^2 - \delta) m + \frac{50}{2} \left[ \left(1 - \frac{2}{3} \xi\right) \xi - (2 - \xi) \delta \right] \times [1 + \delta - 2 \xi] = 0 \quad (3a)$$

und eine geschlossene Darstellung von  $\xi$  wäre möglich als  $\xi = f(m, p, \delta)$ .

Für die Bedürfnisse der Praxis ist aber in beiden Fällen folgende graphische Lösung weitaus einfacher und bequemer.

Es seien  $u$  und  $v$  die laufenden Koordinaten eines Punktes in einem beliebigen schief- oder rechtwinkligen Axensystem. Wählt man

$$\left. \begin{aligned} u &= \frac{(1 - \delta) (\xi - \delta)^2}{(\xi - \delta)^2 - \frac{n}{n'} \delta (1 - \xi)^2} = f_1(\xi, \delta) \\ v &= \frac{50}{2} \left[ \left(1 - \frac{2}{3} \xi\right) \xi - (2 - \xi) \delta \right] \frac{\left( \frac{n}{n'} (1 - \xi)^2 - (\xi - \delta)^2 \right)}{\left( (\xi - \delta)^2 - \frac{n}{n'} \delta (1 - \xi)^2 \right)} = f_2(\xi, \delta) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

wobei für  $\frac{n}{n'} = 1$  die entsprechenden Vereinfachungen eintreten, so können nun die Extremalbedingungen (3) und (3a) auf die einfache Form gebracht werden

$$\frac{u}{\left(\frac{m}{p}\right)} + \frac{v}{m} - 1 = 0, \quad (5)$$