

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 5/6 (1885)  
**Heft:** 11

## 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:** 13.02.2026

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

INHALT: Die secundären Spannungen in Fachwerken. Von Professor W. Ritter. — Honigmann'sche Locomotiven. Von R. Abt. — Literatur: Schweizerischer Baukalender. — Correspondenz. — Miscel-

lanea: Technisches Inspectorat im Schweiz. Eisenbahndepartement. Sudanbahn. — Preisausschreiben: Ermittelung der vortheilhaftesten Dampfgeschwindigkeit.

## Die secundären Spannungen in Fachwerken.

Von Professor W. Ritter.

Die übliche statische Berechnung der Fachwerke fußt bekanntlich auf der Annahme, dass die in den einzelnen Stäben wirkenden Kräfte genau mit deren Schwerpunktsachsen zusammen fallen, dass also diese Stäbe ausschliesslich nur auf Zug oder auf Druck in Anspruch genommen werden. Diese Annahme ist jedoch nur richtig, wenn die Knotenpunkte als Gelenke construirt sind, die sich ohne Reibungswiderstand drehen können. Da aber die Stäbe bei der in Europa üblichen Constructionsweise an den Knotenpunkten starr miteinander vernietet werden, so folgt, dass die Stabkräfte etwas aus der Axe heraustrreten und hierbei im Materiale Spannungen hervorrufen, die sich zu den schon aus der axialen Inanspruchnahme entstehenden hinzufügen. Man nennt diese Spannungen meistens secundäre zur Unterscheidung von den durch reinen Zug oder Druck sich bildenden primären Spannungen.

Die Frage der secundären Spannungen ist in den letzten Jahren von gelehrten und practischen Technikern vielfach studirt worden, und es zeigt diese Thatsache, welche Wichtigkeit diesem Thema zugemessen wird.

Meistens wog hierbei das Bestreben vor, allgemeine Regeln abzuleiten, mittelst deren die Grösse dieser Spannungen annähernd taxirt, beziehungsweise abgeschwächt werden könnte; seltener ist die Aufgabe verfolgt worden, die secundären Spannungen für ein bestimmtes Beispiel genau zu berechnen; die höchst langwierigen arithmetischen Operationen, die hierzu nöthig sind, schrecken auch in der That davon ab. Im Nachfolgenden soll nun ein Verfahren erläutert werden, das ebenfalls diesen letzteren Zweck verfolgt, dabei aber sich einer *graphischen* Operation bedient, durch welche die Zahlenrechnung bedeutend reducirt und die Lösung eines bestimmten Falles wesentlich kürzer wird.

### 1. Winkeldeformationen.

Da die Stäbe eines Fachwerkes in verschiedenem Sinne in Anspruch genommen werden, sich theils verlängern, theils verkürzen, so erleiden die Winkel, welche je zwei Stäbe miteinander einschliessen — gelenkförmige Knoten vorausgesetzt — kleine Aenderungen, und es handelt sich zunächst darum, diese Winkeldeformationen zu berechnen.

Verlängern sich die drei Seiten  $s_1 s_2 s_3$  des Dreieckes  $A_1 A_2 A_3$  (Figur 1) um bez.  $ds_1 ds_2 ds_3$ , so werden im Allgemeinen auch die Winkel  $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$  sich ändern; bezeichnet man die Aenderung des Winkels  $\alpha_1$  mit  $d\alpha_1$ , so findet man eine Beziehung zwischen dieser und den Längenänderungen durch Differenzen der bekannten Gleichung

$$s_1^2 = s_2^2 + s_3^2 - 2 s_2 s_3 \cos \alpha_1.$$

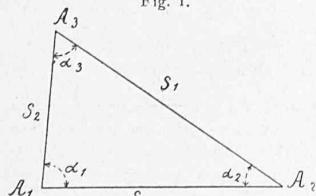
Man erhält

$$2 s_1 ds_1 = 2 s_2 ds_2 + 2 s_3 ds_3 - 2 s_2 \cos \alpha_1 ds_3 - 2 s_3 \cos \alpha_1 ds_2 + 2 s_2 s_3 \sin \alpha_1 d\alpha_1$$

und hieraus

$$d\alpha_1 = \frac{s_1 ds_1 - s_2 ds_2 - s_3 ds_3 + s_2 \cos \alpha_1 ds_3 + s_3 \cos \alpha_1 ds_2}{s_2 s_3 \sin \alpha_1}.$$

Fig. 1.



$$d\alpha_1 = \frac{s_1 ds_1 - s_1 \cos \alpha_3 ds_2 - s_1 \cos \alpha_2 ds_3}{2 F}.$$

Ersetzt man hierin  $s_2 - s_3 \cos \alpha_1$  durch  $s_1 \cos \alpha_3$  und  $s_3 - s_2 \cos \alpha_1$  durch  $s_1 \cos \alpha_2$  und berücksichtigt, dass der Nenner des Bruches dem doppelten Flächeninhalt  $F$  des Dreiecks gleich ist, so folgt

Die Aenderung, welche ein Fachwerkstab in seiner Länge erleidet, lässt sich leicht berechnen, wenn die in dem Stabe pro Flächeneinheit wirkende Kraft, die sogenannte specifische Spannung  $\sigma$ , sowie die Länge des Stabes bekannt ist; es verhält sich nämlich jederzeit die Längenänderung  $ds$  zur ganzen Länge  $s$ , wie die Spannung  $\sigma$  zum Elastizitätsmodul  $E$ ; oder es ist

$$ds = \frac{\sigma s}{E}. \quad (1)$$

Drückt man in obiger Gleichung die  $ds$  in dieser Weise aus (wobei  $E$  constant angenommen werden darf), so bekommt man

$$d\alpha_1 = \frac{s_1 \sigma_1 s_1 - s_1 \cos \alpha_3 \sigma_2 s_2 - s_1 \cos \alpha_2 \sigma_3 s_3}{2 E F}.$$

Ersetzt man noch das erste  $s_1$  durch  $s_2 \cos \alpha_3 + s_3 \cos \alpha_2$ , so wird

$$d\alpha_1 = \frac{(s_2 \cos \alpha_3 + s_3 \cos \alpha_2) \sigma_1 s_1 - s_1 \cos \alpha_3 \sigma_2 s_2 - s_1 \cos \alpha_2 \sigma_3 s_3}{2 E F}$$

$$= \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) s_1 s_2 \cos \alpha_3 + (\sigma_1 - \sigma_3) s_1 s_3 \cos \alpha_2}{2 E F}.$$

Theilt man diesen Ausdruck in zwei Brüche, ersetzt im ersten  $2 F$  durch  $s_1 s_2 \sin \alpha_3$  und im zweiten durch  $s_1 s_3 \sin \alpha_2$ , so erhält man

$$E \cdot d\alpha_1 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) s_1 s_2 \cos \alpha_3}{s_1 s_2 \sin \alpha_3} + \frac{(\sigma_1 - \sigma_3) s_1 s_3 \cos \alpha_2}{s_1 s_3 \sin \alpha_2}$$

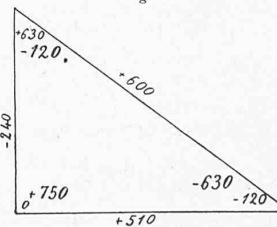
oder endlich

$$E \cdot d\alpha_1 = (\sigma_1 - \sigma_2) \cot \alpha_3 + (\sigma_1 - \sigma_3) \cot \alpha_2. \quad (2)$$

Mit Hülfe dieser übersichtlichen Gleichung lassen sich die drei Werthe  $E \cdot d\alpha$  leicht berechnen. Am besten schlägt man dabei folgenden Weg ein: Man berechnet zuerst, indem man die Stabkräfte durch die Stabquerschnitte dividirt, die Werthe  $\sigma$  und schreibt sie, am besten in Kilogrammen pro  $cm^2$ , auf die Mitten der Dreiecksseiten, wobei Zugspannungen mit dem +, Druckspannungen mit dem - Zeichen zu versehen sind. Dann subtrahirt man, dem Umfang des Dreiecks links herum folgend, je zwei  $\sigma$  von einander, multiplicirt die Differenz mit der Cotangente des eingeschlossenen Winkels und schreibt das Product in letzteren ein. Endlich subtrahirt man, dem Umfange jetzt rechts herum folgend, je zwei dieser Zahlen und schreibt die Differenz je in die dritte Ecke. Dann sind diese letzteren Zahlen gleich den  $E \cdot d\alpha$ , ebenfalls in  $kg$  pro  $cm^2$  ausgedrückt.

Zum besseren Verständniss sei hier ein Beispiel beigefügt, bei welchem die drei Seiten sich wie  $3:4:5$  verhalten (Fig. 2), so dass die drei  $\cot \alpha$  beziehungsweise gleich  $\frac{4}{3}, \frac{3}{4}$  und 0 werden.

Fig. 2.



Sind die Cotangenten der Winkel unregelmässige Zahlen, so kann man sie der Bequemlichkeit wegen vorerst ebenfalls einschreiben, so dass in jede Ecke drei Zahlen zu stehen kommen.

Sind im Gegentheil die beiden spitzen Winkel gleich  $45^\circ$ , so kann man nach dem in Figur 3 angegebenen Schema die Werthe  $E \cdot d\alpha$  direct, ohne Zwischenrechnungen, eintragen.

Dass die Summe der drei Winkeländerungen in jedem Dreieck gleich null sein muss, sieht man ohne Weiteres ein.

Die Werthe  $d\alpha$  selbst braucht man nicht zu kennen; in der Folge treten sie stets mit  $E$  multiplicirt auf.

Figur 3 angegebenen Schema die Werthe  $E \cdot d\alpha$  direct, ohne Zwischenrechnungen, eintragen.

