Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 13

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: 24.12.2025

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

INHALT: Zur Festigkeitslehre. — Die Pumpen-Anlage des hydraulischen Kraftakkumulierungswerkes Viverone. — Vom „Lehm-Bau". — Vom Ritom-Kraftwerk der S. B. B. — Miscellanea: Eidgenössische Technische Hochschule. Stadtgeometer von Zürich. Elektrische Schweissung im Eisenhochbau. Eine hochbautechnische Auskunftei. Gesellschaft von Freunden der Aachener Hochschule. Untergrundbahn in Madrid. Umbau des „Hôtel des Bergues" in Genf. — Konkurrenzen: Lehr- und Wohngebäude der landwirtschaftlichen Schule in Cernier. Neubau der Volksbank in Payerne. — Nekrologie: A. Flückiger. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein: Protokoll der Delegierten-Versammlung; Mitteilung des Sekretariates. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Band 76. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 13.

Zur Festigkeitslehre.

Von Ingenieur *L. Potterat*, Prof. an der E. T. H.

Wohl die grosse Mehrzahl der Bauingenieure ist heute noch der Ansicht, dass die Festigkeitslehre eine auf sicherer Basis fundierte, in weiten Grenzen gültige Wissenschaft sei. In dieser Ansicht werden sie dadurch noch bestärkt, dass auch die meisten für sie bestimmten Lehrbücher diesen Standpunkt vertreten, indem heute der Gegenstand fast genau so behandelt wird wie vor dreissig Jahren, als die Versuchs-Ergebnisse der Festigkeitsanstalten noch nicht vorlagen. In Wirklichkeit ist aber die Festigkeitslehre, infolge der Annahmen, auf denen sie beruht, nur in sehr eng gezogenen Grenzen gültig, wie dies z. B. von Prof. Bach in seinem ausgezeichneten, für Maschinen-Ingenieure bestimmten Werke „Elastizität und Festigkeit" stets hervorgehoben wird.

Die Theoretiker der Festigkeitslehre haben öfters den Grundsatz aufgestellt, dass es Sache der Praktiker sei, die Zulässigkeit ihrer Annahmen zu prüfen und die Folgen des Nichteinhaltens der bei der Berechnung gemachten Voraussetzungen zu beurteilen. Dieser Aufforderung soll hier Folge geleistet werden durch eine kurze Prüfung der der Festigkeitslehre zu Grunde liegenden Voraussetzungen, in der Hoffnung, dass deren Ergebnis die Bauingenieure mahnen wird, bei der Behandlung und Verwertung von Festigkeitsberechnungen vorsichtiger zu sein als es oft geschieht.

I. Der Elastizitätsmodul.

Stellt man den Verlauf der Formänderung eines zentrisch auf Zug oder Druck beanspruchten Probestabes graphisch dar, indem die Beanspruchung σ (in kg/cm^2) als Ordinate, die spezifische Verlängerung λ (in Tausendstel oder Millionstel der ursprünglichen Messlänge) als Abszisse aufgetragen wird, so erhält man eine Kurve, das sog. Spannungs-Dehnungsdiagramm des untersuchten Stabes.

Der durch die ganze Festigkeitslehre sich hinziehende Begriff des „Elastizitätsmodul" ist nun nicht eindeutig bestimmt; man benützt zu seiner Bestimmung zwei Methoden, die Sehnenmethode und die Tangentenmethode, d. h. bald wird der Elastizitätsmodul durch den Neigungswinkel der Sehne vom betr. Kurvenpunkt nach dem Koordinaten-Ursprung, bald durch den Neigungswinkel der entsprechenden Tangente bestimmt. Man trifft daher als Definition des Elastizitätsmoduls manchmal den Ausdruck $\frac{\sigma}{\lambda}$, manchmal aber auch $\frac{d\sigma}{d\lambda}$. Die beiden Ausdrücke bedeuten nur das nämliche, wenn das Diagramm sich auf eine durch den Koordinatenursprung gehende Gerade reduziert, d. h. bei Gültigkeit des Hookeschen Gesetzes. Das ist jedoch ein schwacher Trost, mit dem man sich heute, wo das *nicht*-lineare Spannungsgesetz unbedingt in der Festigkeitslehre berücksichtigt werden muss und dies graphisch ohne besondere Schwierigkeit geschehen kann[1]), nicht zufrieden stellen wird. Eine Einigung zu Gunsten der einen oder andern der beiden Bestimmungsmethoden ist ebensowenig möglich wie die zwischen Sehne und Tangente; um jede Zweideutigkeit in den Formeln der Festigkeitslehre zu vermeiden, bleibt also nur übrig, beide Definitionen zu berücksichtigen und klar auseinander zu halten durch die Bezeichnungen: für die Sehnenmethode den heute gebräuchlichen

$$\textit{Elastizitätsmodul } E = \frac{\sigma}{\lambda},$$

für die Tangentenmethode dagegen den von Prof. Engesser schon vor 30 Jahren eingeführten

$$\textit{Knickmodul } T = \frac{d\sigma}{d\lambda}.$$

Beide Koeffizienten haben nämlich ihre Berechtigung; der Elastizitätsmodul E tritt besonders bei der Biegungstheorie, der Knickmodul T bei den Knickvorgängen in Erscheinung.

Natürlich sind die beiden Werte von einander abhängig, und es lässt sich einer durch den andern ausdrücken:

$$E = \frac{1}{\lambda}\int T\,d\lambda \text{ und } T = E + \lambda\frac{dE}{d\lambda}.$$

Bei gegebenem Diagramm lässt sich der Wert von E sehr leicht und genau ermitteln, da die Sehne immer bekannt ist. Trägt man dann im Koordinatensystem (E, λ) die E-Kurve auf, so lassen sich die T-Werte ohne Schwierigkeit ermitteln; immerhin ist die Genauigkeit nicht sehr gross, weil dazu die Tangenten an die E-Kurve bestimmt werden müssen. Ist umgekehrt die T-Kurve gegeben, so kann die E-Kurve durch graphische Integration ermittelt werden.

Je nach der Art der Beanspruchung wird man entweder den Elastizitätsmodul E oder den Knickmodul T einführen, um möglichst einfache Ausdrücke zu bekommen. Man wird also für die zentrische Beanspruchung wie üblich

$$P = E \cdot \frac{F\Delta l}{l},$$

für die Knickung aber schreiben:

$$P = T \cdot \frac{\pi^2 J}{l^2}.$$

Durch die Einführung beider Elastizitätskoeffizienten E und T wird bei den Formeln der Festigkeitslehre jede Zweideutigkeit vermieden und eine feste Grundlage für die weitere Entwicklung geschaffen.

II. Die aus der Mechanik starrer Körper übernommenen Annahmen.

Ganz allgemein ist in die Festigkeitslehre die Annahme aus der Mechanik der starren Körper übernommen worden, dass *ohne Aenderung der Wirkung* ein Kräftesystem durch seine Resultierende, bezw. sein resultierendes Kräftepaar ersetzt und dass ein Kräftepaar parallel zu seiner Ebene verschoben werden darf. Bei näherem Zusehen zeigt sich aber, dass diese Annahme unzulässig ist; sie ist es sogar schon in der Mechanik der starren Körper selbst, sobald es sich nämlich um die Berechnung von inneren Kräften handelt. So ist es z. B. bei der Bestimmung der Stabkräfte des gewöhnlichen Fachwerkes mit vertikalen Pfosten nicht angängig, die im obern und im untern Knotenpunkt desselben Pfostens wirkenden Lasten durch ihre Resultierende zu ersetzen, obwohl hier diese Kräfte dieselbe Wirkungslinie besitzen.

In der Festigkeitslehre handelt es sich stets um innere Kräfte; man wird also hier eine gegebene Belastung nicht durch das auf Grund der Statik starrer Körper bestimmte, ideelle resultierende Kräftesystem ersetzen können, ohne die Wirkungen mehr oder weniger zu ändern. Das Rechnen mit Resultierenden an Stelle der wirklich vorhandenen Kräfte muss zu fehlerhaften Ergebnissen führen, und es wird der Fehler um so grösser werden, je grösser der Unterschied zwischen der gegebenen Belastung und dem der Rechnung zu Grunde gelegten, ideellen Kräftesystem ist.

Praktisch wird man natürlich manchmal, wenn die Einführung der wirklich vorhandenen, gegebenen Belastung die Rechnung zu kompliziert oder unmöglich gestalten würde, mit der Resultierenden operieren müssen. Die Ergebnisse sind dann aber nicht mehr als genaue, sondern nur als angenäherte zu betrachten.

[1]) Vgl. *L. Potterat*, «Statique graphique des Corps hétérogènes.» Lausanne 1920, F. Rouge & Cie., besprochen unter «Literatur» in S. B. Z. vom 7. Aug. d. J. *Red.*