Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **13/14 (1889)**

Heft 17

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zum Einfluss der Schubspannungen im Querschnitt auf den aus Biegungsversuchen bestimmten Elasticitätsmodul.

Zu den für den Bauingenieur wichtigsten Disciplinen gehört unstreitig die Festigkeitslehre. Wenn auch dessen Bauwerke nicht immer in erster Linie den Zweck haben, zu tragen, zu stützen, so treten beeinflussende Kräfte fast immer mit auf und wollen berücksichtigt sein. Begreiflich ist daher das Interesse, das von je den theoretischen Lehren über die Festigkeit der Baumaterialien entgegengebracht wurde und begreiflich auch die Wichtigkeit, welche den, die Theorie controlirenden Versuchen zuzuerkennen ist, die jetzt von den in allen civilisirten Ländern geschaffenen Anstalten „für die Prüfung der Festigkeit der Baumaterialien" systematisch vorgenommen werden. Ergiebt sich dabei nicht immer die wünschenswerthe Uebereinstimmung zwischen den Versuchsergebnissen und der gebräuchlichen, bekannterweise nur angenäherten Theorie, so erwächst, wenigstens wenn es sich um principielle Fragen handelt, die Aufgabe, letztere wo möglich zu vervollkommnen. Ueber einen interessanten Fall, in welchem es gelungen ist, solche Widersprüche durch Berücksichtung eines erst seit wenigen Jahren in die Festigkeitslehre eingeführten Begriffes zu lösen, soll hier kurz berichtet werden.

Von verschiedenen der oben erwähnten Anstalten wurde der Elasticitätsmodul der wichtigsten Baumaterialien, wie Stahl, Flusseisen und Schweisseisen auf zwei verschiedenen Wegen bestimmt, nämlich aus Zerreissversuchen und aus Biegeversuchen. Hiebei ergab sich das auffällige Resultat, dass derselbe erstens nach den beiden Methoden für das nämliche Materialstück verschieden ausfiel und zweitens dass er, wenn aus Biegung bestimmt, auch mit der Querschnittsform und Grösse sich änderte. Wie fatal diess Ergebniss für die Zuverlässigkeit fast aller auf die Theorie gestützten Vorausberechnungen der tragenden Bauwerke des Ingenieurs, namentlich der Brücken, werden musste, falls es sich bewahrheitete, ist jedem Techniker verständlich und braucht hier nur erwähnt zu werden. Berechnet wurde der Elasticitätsmodul aus den Zerreissversuchen nach der bekannten Formel $E = \frac{P}{F} \cdot \frac{l}{\Delta l} \cdots$ 1) wo P eine den Stab vom Querschnitt F beanspruchende Kraft, l die Länge des Stabes und Δl seine unter dem Einfluss von P beobachtete Streckung bedeutet. Bei den Biegeversuchen wurde der Stab in der Mitte durch eine concentrirte Kraft P belastet, seine Einsenkung f unter der Last gemessen und aus dem auftretenden Biegungmsoment nach der gebräuchlichen Formel $E = \frac{1}{48} \frac{P \cdot l^3}{f \cdot J} \cdots$ 2) der Elasticitätsmodul bestimmt. J bedeutet das Trägheitsmoment, l die freie Stützweite des Stabes.

Nun ist ja wohl früher schon von der einen oder andern Seite darauf hingewiesen worden, dass die Scheerspannungen im Querschnitt einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Grösse der Einsenkung eines gebogenen Trägers besässen, was natürlich auch auf den rückwärts aus der beobachteten Einsenkung berechneten Elasticitätsmodul von Einfluss sein müsste. Die gebräuchliche Festigkeitslehre, die auf der Voraussetzung ebener Querschnitte auch nach der Deformation beruht, konnte aber bis vor ganz kurzer Zeit keinen Aufschluss darüber geben, wie diese Scheerspannungen in correcter Weise in Rechnung zu bringen gewesen wären.

Winkler war es, der die deutschen Technikerkreise im Jahre 1886 in dem in zweiter Auflage erschienenen I. Heft der Theorie der Brücken auf eine von ihm $\varkappa$ genannte Grösse aufmerksam machte, die bei der Beurtheilung des Einflusses der Scheerspannungen von wesentlicher Bedeutung ist und die meines Wissens Castigliano in seiner „Theorie de l'equilibre des systèmes élastiques (ebenfalls 1886 in deutscher Uebersetzung erschienen) zuerst in die Festigkeitslehre einführte.

Nur kurz wollen wir hier auf die Begründung dieser Grösse $\varkappa$ eintreten. Wenn sich die äussere scheerende Kraft Q gleichmässig über den Balkenquerschnitt F vertheilen würde, so würden sich alle Enden der Fasern eines Elementes von der Länge Δs gleichmässig und somit auch der Endquerschnitt des Elementes um die nämliche Grösse,

$$\Delta q' = \frac{Q \cdot \Delta s}{F \cdot G},$$

verschieben. G bedeutet den Elasticitätsmodul für Gleiten, den sogenannten Gleitmodul.

Nun vertheilen sich aber die Scheerspannungen τ im Querschnitt ungleich, folglich senken sich auch die einzelnen Fasern ungleich und in Bezug auf den ganzen Querschnitt kann man nur noch von einer *mittlern* Verschiebung Δq desselben sprechen. Das Verhältniss beider Verschiebungen ist aber diese Grösse $\varkappa = \frac{\Delta q}{\Delta q'}$. Ist $\varkappa$ bestimmt, so lässt sich also die wirkliche Verschiebung $\Delta q = \varkappa \cdot \Delta q'$ aus der leicht zu berechnenden Verschiebung $\Delta q' = \frac{Q \cdot \Delta s}{F \cdot G}$, wie sie die bisherige angenäherte Theorie liefert, bestimmen. Auf den mathematischen Ausdruck $\varkappa$ kommt man rasch mit Hülfe des Princips der Arbeit. Die an einem Flächenelement angreifende Kraft ist $\tau \cdot \Delta F$, dessen Verschiebung $\frac{\tau \cdot \Delta s}{G}$, die Formänderungsarbeit also $\frac{1}{2} \cdot \frac{\tau^2 \cdot \Delta F \cdot \Delta s}{G}$. Da anderseits die Formveränderungsarbeit des ganzen Querschnitts, eine mittlere Verschiebung Δq vorausgesetzt, gleich $\frac{1}{2} Q \cdot \Delta q$ ist, so folgt aus

$$Q \cdot \Delta q = \Sigma \frac{\tau^2 \cdot \Delta F \cdot \Delta s}{G}$$

nach Division mit $\Delta q'$

$$\varkappa = \frac{F}{Q^2} \Sigma \tau^2 \cdot \Delta F.$$

Für das Rechteck wird $\varkappa = \frac{6}{5}$, für den Kreis $\frac{10}{9}$; für das theoretische **I** Profil, also ohne Abrundung der Ecken und ohne Flantschenneigung ist

$$\varkappa = \frac{3\,(1 - m + m\,n)}{20\,n\,(1 - m^3 + m^3\,n)^2} \times \left[8\,n - 8\,n\,(1 - n)\,m^5 + 15\,(1 - n)\,m\,(1 - m^2)^2\right]$$

Hierin bedeuten:

$$m = \frac{h_1}{h} = \frac{\text{ganze Höhe weniger die beiden Flanschenstärken}}{\text{ganze Höhe}}$$

$$n = \frac{b_1}{b} = \frac{\text{ganze Breite}}{\text{ganze Breite weniger Stegdicke}}.$$

Handelt es sich aber um in der Praxis angewandte Profilformen von Walzeisen, z. B. die deutschen Normalprofile für **I** Eisen, Eisenbahnschienen, so kann man auf dem Wege der Rechnung $\varkappa$ nicht mehr oder nicht so genau bestimmen, wie es für principielle Untersuchungen nöthig ist. Das Verdienst, diesem Uebelstand, der die Verwerthung der angedeuteten Verbesserung der Biegungstheorie in enge Schranken gesetzt hätte, abgeholfen zu haben, gebührt Prof. W. Ritter, der in jüngster Zeit im I. Heft seiner Anwendungen der graphischen Statik einen Weg angiebt, auf welchem mit relativ geringer Mühe $\varkappa$ für jeden beliebigen Querschnitt mit aller wünschenswerthen Genauigkeit ermittelt werden kann.