Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 25/26 (1895)
Heft: 10

Inhaltsverzeichnis

Zu den „Knickfragen".

In den Nummern 3 und 4 der Schweiz. Bauzeitung des laufenden Jahres, betrachtet Ingenieur Mantel in seinen Knickfragen die Konsequenzen einiger von mir im Septemberheft der „Annales des ponts et chaussées" vorgeschlagenen Formeln und im speciellen die Resultate der angenäherten Formel zur Berechnung der Tragfähigkeit einer Druckstrebe in einer Brücke mit mehrfachem Strebensystem. Zunächst sehe ich mich veranlasst, dem geehrten Verfasser der genannten „Knickfragen" meinen wärmsten Dank dafür auszusprechen, dass er in seiner tief durchdachten Abhandlung die schweizerischen Ingenieure mit meinem bescheidenen Beitrag zur Knickfestigkeit bekannt zu machen sucht. Besonders hoch schlage ich die kritische Beleuchtung meiner Arbeit über die Knickfestigkeit im Organ des Ingenieur- und Architektenvereins desjenigen Landes an, welches die Heimat des Begründers der Theorie der Knickfestigkeit, des berühmten Geometers Leonhard Euler ist, und in welchem noch vor kurzem die berühmten Knickversuche von Tetmajer erschienen sind.

Zur allseitigen Aufklärung der von Ingenieur Mantel berührten Knickfragen, möchte ich den Ausführungen derselben einige Bemerkungen hinzufügen.

I. Am Schlusse seiner Abhandlung führt Mantel aus, ich sei der Ansicht, dass sich die Tragkraft einer Druckstrebe auch dann noch nach der Formel

$$P = \frac{E J_1 \pi^2}{l^2}\left\{1 + \frac{J_2}{J_1} + \frac{Z l^2}{E J_1 \pi^2}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

oder nach Mantel

$$P = \frac{E J_1 \pi^2}{l^2} + \frac{E J_2 \pi^2}{l^2} + Z \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1_1)$$

berechnen liesse, wenn die Elasticitätsgrenze des Materials überschritten ist, d. h. wenn

$$\frac{P}{F_1} > \sigma_e \text{ oder } \frac{Z}{F_2} > \sigma_e.$$

Hierin steckt ein einfaches Missverständnis, denn ich habe diese Meinung nicht nur niemals ausgesprochen, sondern wiederholt das Gegenteil behauptet. Im Teile III meiner genannten Arbeit führe ich Gründe an zu Gunsten dessen, dass der Reduktionsfaktor μ auch nach der Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze in der Druckstrebe d. h. auch wenn $\frac{P}{F_1} > \sigma_e \left(\text{wobei jedoch } \frac{Z}{F_2} < \sigma_e\right)$ mit genügender Annäherung, nach der für vollständig elastische Körper ausgeführten Formel:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{J_2}{J_1} + \frac{Z l^2}{E J_1 \pi^2}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

berechnet werden kann. Dieses aber bedeutet keineswegs, dass man in solchen Fällen auch die Tragkraft nach der Formel (1) berechnen könne, sondern bedeutet bloss, dass die Tragkraft nach einer empirischen Formel, am besten nach der Tetmajerschen

$$P = F_1\left(a - b\,\frac{\mu\, l}{i_1}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1_2)$$

bestimmt werden müsse, indem man in diese Formel für μ seinen Wert (2) setzt.

II. Auch stimme ich nicht damit überein, dass bei der Berechnung der Tragkraft einer Druckstrebe in einer Brücke mit mehrfachem Strebenzug, nur die Strebenlänge zwischen zwei benachbarten Kreuzungsstellen in Frage kommt.

In Anbetracht der Wichtigkeit dieser beiden Fragen erlaube ich mir, auf dieselben etwas näher einzugehen.

Punkt I. Im ersten Teile meiner citierten Arbeit habe ich für einige Knickfälle absolut elastischer, stabförmiger Körper, denjenigen Wert der Druckkraft bestimmt, bei dem die Achse des Körpers sich eben auszubiegen beginnt d. h. bei dem die geradlinige Gleichgewichtslage der Achse aufhört eine stabile zu sein. Die erhaltenen Formeln bestimmen aber bei ihrer Anwendung zur Berechnung physikalischer Körper nur dann den faktischen Wert der Tragkraft dieser Körper, wenn die in den letzteren hervorgerufenen Spannungen die Elasticitätsgrenze des Materials nicht überschreiten. Diese Anschauung ist zwar nicht neu, jedoch mehrfach in meiner Arbeit unterstrichen, behufs Vermeidung von Fehlern, die mit der Anwendung der abgeleiteten Formeln ausserhalb der Elasticitätsgrenze verbunden sind. Da bei Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze des Materials, sich das Verhältnis zwischen der Deformation und der specivischen Spannung bedeutend vergrössert, so wird auch die faktische Tragkraft des Körpers bedeutend kleiner sein, als die theoretische. Ueber diese Verhältnisse können nur Versuche einiges Licht werfen; bis jetzt ist freilich für Eisen nur der prismatische Körper mit zwei freien Enden in dieser Richtung genügend untersucht und geprüft worden und desshalb nennen wir diesen Fall den „Grundfall".

Die Versuche haben klargelegt, dass die bekannte Eulersche Formel nur anwendbar ist, wenn

$$\frac{l}{i} > \begin{array}{l} 114 \text{ für Schweisseisen.} \\ 110 \text{ für Flusseisen.} \end{array}$$

Unter diesen Grenzen wird die Tragkraft eines auf Knick beanspruchten Stabes mit genügender Genauigkeit durch die liniäre Gleichung von Tetmajer

$$P = F\beta = F\left[a - b\left(\frac{l}{i}\right)\right]$$

ausgedrückt. Die Zahlenwerte a und b, die ich aus den Versuchen von Tetmajer, Bauschinger und Considére bestimmt habe, wichen nur sehr wenig von denjenigen des Prof. Tetmajer ab. — Um die praktische Anwendung meiner theoretischen Untersuchungen zu ermöglichen, habe ich für alle betrachteten Knickfälle den Reduktionskoefficienten der Länge μ bestimmt; d. h. denjenigen Koefficienten, der mit der wirklichen Stablänge multipliziert, eine Länge giebt, bei welcher derselbe Stab sich bei demselben obern Wert der Knickspannung auszubiegen beginnen würde, vorausgesetzt, dass die Enden dieses Stabes frei beweglich wären und dass die wirkenden Kräfte bloss aus axialen Druckkräften, die an den beiden Enden angreifen, bestehen würden. Es führt also der Reduktionsfaktor μ jedes Mal den betrachteten Fall zum Grundfall zurück und er ist ermittelt worden, durch den Vergleich der Eulerschen Formel mit denjenigen theoretischen Formeln, welche die Zerknickungsspannung des Materials in jedem einzelnen Falle ausdrücken. Im Teile III meiner Abhandlung habe ich, gestützt teilweise auf theoretische Untersuchungen, teilweise auf empirische Daten, bewiesen, dass in vielen Knickfällen der Reduktionsfaktor seinen Wert auch nach Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze in der Druckstrebe beibehält, oder aber nur um ein Unbedeutendes von dem Werte μ abweicht, der sich für eine Beanspruchung der Druckstrebe innerhalb der Elasticitätsgrenze laut Formeln ergiebt.*)

Auf solche Weise scheint es mir, dass meine theoretischen approximativen Formeln für den Reduktionsfaktor μ auch dann noch bei praktischen Berechnungen Anwendung finden können, wenn die Bruchspannung in der Druckstrebe die Elasticitätsgrenze überschreitet; aber gleichzeitig bin ich weit von dem Gedanken, dass in diesen Fällen auch die Formeln (1) oder (1_1) benützt werden dürfen, durch

*) Hierbei muss ich jedoch bemerken, dass die Anwendung der Formel (2) nach Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze in der Druckstrebe, ausschliesslich gestattet werden kann, so lange $\frac{Z}{F_2} < \sigma_e$.