Die Stabilität dünner Wände gedrückter Stäbe

I 3

LA STABILITÉ DE L'ÂME ET DES AILES DES BARRES COMPRIMÉES.
DIE STABILITÄT DÜNNER WÄNDE GEDRÜCKTER STÄBE.
STABILITY OF THE WEBS AND THE FLANGES OF COMPRESSED BARS.

Dr. Ing. **F. BLEICH**, Baurat, Wien.

Voir aussi « Publication Préliminaire », p. 107. — *Siehe auch « Vorbericht », S. 107.*
See also " Preliminary Publication ", p. 107.

Dr. F. BLEICH [1],
Baurat h. c., Wien.

Die in meinem Bericht in der Zusammenstellung angeführten Bemessungsregeln sind aus einer Differentialgleichung gewonnen, die der Voraussetzung Rechnung trägt, dass eine in einer Richtung über die Elastizitätsgrenze gezogene oder gedrückte Platte sich orthotrop verhält. Die bekannten Versuche von Roš und Eichinger weisen auf quasiisotropes Verhalten auch bei Ueberschreiten der Elastizitätsgrenze hin. Neuere Versuche, auf die Hohenemser [2] aufmerksam macht, lassen in gewissen Fällen auf ein Abweichen von der Isotropie schliessen. Nimmt man die Quasi-Isotropie als feststehend an, so bietet die von den Herren Eichinger und Roš mitgeteilte Differentialgleichung mit dem vorangestellten Plattenknickmodul eine einwandfreie wissenschaftliche Grundlage für die Lösung des Stabilitätsproblems der Platte. Ersetzt man nach dem Vorschlage des Herrn Schleicher den Plattenknickmodul durch den Engesser-Kármán-Modul, so erhält man eine nur einige Hundertteile geringere Tragfähigkeit der Platte im unelastischen Bereich, so dass diesem Vorschlage vom Standpunkt der Gewinnung einfacher Bemessungsformeln nur zuzustimmen ist. Es darf aber nicht übersehen werden, dass bei sehr kurzen Stäben, wie sie im Brückenbau häufig genug vorkommen, bei Schlankheiten zwischen 20 und 40 die Formel des Herrn Schleicher bei Forderung gleicher Sicherheit gegen Ausbeulen wie gegen Ausknicken des ganzen Stabes für das Verhältnis $\frac{b}{\delta}$ Ergebnisse liefert, die bei abstehenden Winkelschenkeln bei $\frac{l}{i} = 30$ z. B. das Verhältnis $\frac{b}{\delta} = 6$, bei $\frac{l}{i} = 40$ das Verhältnis $\frac{b}{\delta} = 8$ ergibt. Die gleichen Zahlen gelten auch für die Stege von T-förmigen Gurtquerschnitten. Tatsächlich liegen die Verhältnisse aber so, dass bei kurzen Stäben auch die wirklichen Randbedingungen an den schmalen gedrückten Seiten der Platte nicht ganz ohne Einfluss auf die Tragfähigkeit der Platte sind und diese nicht unwesentlich erhöhen.

1. Die hier wiedergegebenen Ausführungen beziehen sich zum Teil auf noch folgende Referate.
2. Hohenemser u. W. Prager, Beitrag zur Mechanik des bildsamen Verhaltens von Flusstahl. Z. A. M. M. 1932, S. 1.

Diese Ueberlegungen waren es, die mich veranlassten, über die unter Annahme der Orthotropie abgeleiteten Formeln zu berichten, obwohl ich die Einwände kannte, die auf Grund der Versuche von Roš und Eichinger gegen die die Grundlage bildende Differentialgleichung erhoben wurden [1].

Ich habe mich in meinem Bericht auf die Versuche bezogen, die anlässlich des Baues der Quebecbrücke durchgeführt wurden. Herr Schleicher bezweifelt die Beweiskraft dieser Versuche, mit dem Hinweis, dass für die Versuchsstäbe stahlartiges Material von 4,79 t/cm² Festigkeit mit einer Streckgrenze von rd. 3,0 t/cm² verwendet wurde, während meine Formeln für übliches Flusseisen von $\sigma_B = 4{,}5$ t/cm² gelten. Das Material, das Tetmajer für seine Versuche benützte, wies Festigkeiten zwischen 3,74 t/cm² und 4,28 t/cm² und Streckgrenzen zwischen 2,82 t/cm² und 3,07 t/cm² mit $\sigma_S = 2{,}99$ t/cm² im Mittel auf. Beide hier erwähnten Werkstoffe zeigen sehr nahe beieinander liegende Streckgrenzen, sodass ich mich wohl berechtigt glaubte, die amerikanischen Versuche zum Vergleich mit den in meinem Bericht angeführten Formeln heranzuziehen. Der Hinweis des Herrn Schleicher, dass der Elastizitätsmodul E des amerikanischen Materiales 2000 t/cm² betrug, während Tetmajer diesen Modul i. M. mit 2150 t/cm² festgestellt hat, ist ohne Bedeutung, da die Formeln für den unelastischen Bereich unabhängig vom Modul E sind und dieser Modul nur ihren Geltungsbereich begrenzt. Im übrigen bin ich der Meinung, dass die in der Diskussion angeschnittenen Fragen nur durch ausführliche Plattenversuche endgültig geklärt werden können.

Zum Schlusse möchte ich auf ein Versehen in meinem Berichte aufmerksam machen. Die Ausgangsgleichung (2) gilt bei den angegebenen Randbedingungen nur für eine ungerade Anzahl von Halbwellen, d. i. für $n = 1,3,5,\ldots$ Sie liefert daher nur die eine Hälfte der möglichen Knickspannungen. Die andere Hälfte die den spiegelsymmetrischen Verformungen entspricht, gewinnt man aus dem ergänzenden Ansatz

$$(2') \quad w = \sin \frac{n \pi x}{a} \left[A \cosh k_1 y + C \cos k_2 y\right]$$

Die Rechnungsergebnisse sind trotzdem richtig, da die für den Ansatz (2) gültige Beschränkung im Laufe der Rechnung stillschweigend fallen gelassen und beliebige Wellenzahlen $n = 1,2,3,\ldots$ zugelassen wurden.

Traduction [2].

Les règles de calcul que contient le tableau figurant dans mon rapport sont déduites d'une équation différentielle dans laquelle il est tenu compte de cette hypothèse que la plaque se comporte d'une manière orthotrope sous l'influence des efforts de traction ou de compression s'exerçant dans une direction déterminée au-dessus de la limite d'élasticité. Les essais bien connus de Roš et d'Eichinger mettent en évidence un comportement quasi isotrope même en cas de dépassement de la limite d'élasticité. De récents essais, sur lesquels Hohen-

1. Siehe : E. Chwalla, Bericht über die II. Intern. Tagung für Brückenbau und Hochbau. Wien, 1929. S. 322.
2. Les observations ci-dessus se réfèrent en partie à des mémoires publiés plus loin.