

Das Ausbeulen des auf Druck beanspruchten freistehenden Winkels

Von der
Eidgenössischen Technischen Hochschule
in Zürich
zur Erlangung der
Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte

Promotionsarbeit

vorgelegt von

Curt F. Kollbrunner, dipl. Bauingenieur
aus **Zürich** und **Frauenfeld**

Referent: Herr Prof. Dr. L. Karner

Korreferent: Herr Prof. Dr. M. Ritter



ZÜRICH 1935

Diss.-Druckerei A.-G. Gebr. Leemann & Co.
Stockerstr. 64.

IX. Allgemeine Zusammenfassung.

1. Mit der theoretisch hergeleiteten und durch über 500 der Praxis entnommene Versuche nachgeprüften Ausbeulformel Gl. (31)

$$\sigma_k = 0,425 \frac{\pi^2 \cdot E}{12(1-\bar{m}^2)} \left(\frac{\delta}{b}\right)^2 \cdot \frac{\tau + \sqrt{\tau}}{2} + 1,5 \frac{\pi^2 \cdot E}{12(1-\bar{m}^2)} \left(\frac{\delta}{a}\right)^2 \cdot \tau$$

mit

E = Elastizitätsmodul.

\bar{m} = Querkürzungsverhältnis. (Für Metalle $\bar{m} = 0,3$)

b = totale Flanschenbreite.

a = Winkellänge.

δ = Flanschdicke.

τ = Knickzahl.

$$\tau = \frac{4 \frac{E'}{E}}{\left(1 + \sqrt{\frac{E'}{E}}\right)^2}$$

E' = veränderlicher Elastizitätsmodul. $E' = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$

gebe ich eine allgemein gültige Gleichung zur Berechnung der kritischen Spannung σ_k der freistehenden Winkel. (Bzw. Kreuzquerschnitt und T -Querschnitt, siehe Abschnitt VII.)

Bei ungleichschenkligen Winkeln kann der schmalere Schenkel den breiteren an der Ausbeulung nicht hindern. Maßgebend zur Berechnung der Ausbeulspannung ist somit der breitere Winkelschenkel.

Winkel mit Anfangskrümmung beulen bei derselben Spannung σ_k aus, wie solche ohne Anfangskrümmung. Selbstverständlich verformen sie sich infolge der Momentenwirkung von Anfang an.

Im übrigen verweise ich auf Abschnitt III. D.

Es wurden folgende Versuche ausgeführt:

A. Vorversuche in Avional D	14 Winkel
B. Eigentliche Versuche	
a) Aluminiumlegierungen (Anticorodal A und B, Avional M)	318 Winkel
b) Stahl TR. (Kalt gewalzter Stahl.)	110 Winkel
c) Fluß-Stahl	6 Winkel
d) Preßmessing	48 Winkel
e) Stäbe mit Anfangskrümmung	6 Winkel
Total	<u>502 Winkel</u>

Die Verhältnisse $\frac{b}{\delta}$ schwankten zwischen 10 und 26.

Durch die vorliegende Arbeit wird das Verhalten der freistehenden gedrückten Winkel endgültig abgeklärt.

2. Gl. (31) gilt für alle einseitig gelenkig gelagerten, anderseits vollständig freien Bleche, darf somit auf alle Fälle der Praxis, wo dieses zutrifft, angewendet werden.

3. Mit diesem ersten Vorstoß in das bis auf diese Veröffentlichung noch keineswegs abgeklärte Gebiet der auf Druck beanspruchten Platten im unelastischen, bzw. plastischen Bereich, ist ein wichtiger Schritt vorwärts getan worden. Den hier beschrittenen Weg, — des auf theoretischer Grundlage aufbauenden Versuchs, der dort einsetzt, wo die Theorie versagt, — weiter zu verfolgen, wird Aufgabe der nächsten Zukunft sein. Wenn einmal die Grundaufgaben der auf Druck beanspruchten Platten mit den übrigen vier möglichen Randbedingungen

1. Beidseitig gelenkig gelagert
2. Beidseitig fest eingespannt
3. Einseitig fest eingespannt, anderseits vollständig frei
4. Einseitig fest eingespannt, anderseits gelenkig gelagert

versuchstechnisch einwandfrei gelöst sind, können, nach erfolgreich durchgeführten Versuchen mit zusammengesetzten Quer-

schnitten, sämtliche Ausbeulaufgaben, die die Praxis stellt, beantwortet werden. Versuche in dieser Richtung sind momentan am Institut für Baustatik der E. T. H., Prof. Dr. Ing. L. Karner, im Gange.

Es ist immer daran zu denken, daß die Theorie *vieles*, aber nur mit wissenschaftlich durchgeführten Versuchen zusammen *alles* leisten kann.

Zürich, August 1934.
