

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105/106 (1935)
Heft: 11

Artikel: Exzentrisches Kippen
Autor: Stüssi, Fritz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-47404>

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: 14.01.2026

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

INHALT: Exzentrisches Kippen. — Arbeitsmarkt und Arbeitsbeschaffung für die technischen Berufe. — Ideenwettbewerb für ein neues Kantonsschul-Gebäude in Solothurn. — Verstärkung einer Eisenbetonkonstruktion. — Mitteilungen: Photo-elektrische Verkehrssicherung. Trinatriumphosphat zur Kesselwasserreinigung. Betriebsunfälle in England. Der Hafen von Haifa (Palästina). Die Wohnungsverhältnisse in U.S.A. Vom 12. Genfer Automobilsalon. Ein Schnellomnibus in Stromlinienform. Der 3. Schweizerische Verkehrskongress. — Nekrolog: Joseph Chuard. — Wettbewerbe: Kantonalfiliale in Binningen (Basel). Gewerbliche Berufsschule Winterthur. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortragskalender.

Band 105

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 11**Exzentrisches Kippen.**

Von Dr. sc. techn. FRITZ STÜSSI, Priv.-Doz. an der E.T.H., Zürich.

1. Mit Kipperscheinungen hat Prandtl¹⁾ die Vorgänge bezeichnet, die beim Unstabilwerden eines auf Biegung beanspruchten Balkens auftreten: unter der kritischen Belastung biegt der Balken bei gleichzeitiger Verdrehung seitlich aus und verliert seine Tragfähigkeit. Bei genügend schlanken Trägern tritt der Kippvorgang bei Beanspruchungen ein, die unter der Proportionalitätsgrenze liegen. Die Untersuchungen Prandtls, die auf der mathematischen Lösung der Differentialgleichung des Kippproblems beruhen, beschränken sich auf einige einfache Belastungsfälle von Balken mit Rechteckquerschnitt. Eine Erweiterung dieser grundlegenden Arbeit auf Träger mit I-Querschnitt stammt von Timoshenko²⁾, der mit Erfolg Energiebetrachtungen zur Lösung dieses Stabilitätsproblems beigezogen hat. Bei beliebiger Belastung und Auflagerung des Balkens ist die Bestimmung der kritischen Belastung, ähnlich wie beim Verfahren von Vianello³⁾ für Knickstäbe, durch den Vergleich von elastischen Formänderungskurven möglich, die mit den bekannten Mitteln der Baustatik einfach bestimmt werden können.⁴⁾

Alle diese Untersuchungen des Stabilitätsproblems von auf Biegung beanspruchten Trägern beruhen auf ähnlichen Voraussetzungen wie die Eulersche Lösung des Knickproblems: die ermittelten Kipplasten gelten bei vollständig geraden und unverdrehten Balken aus homogenem Material und bei genau in Hauptbiegungsebene wirkendem Kraftangriff. In Wirklichkeit sind diese Voraussetzungen nie absolut erfüllt. Es ist deshalb von theoretischem und praktischem Interesse zu untersuchen, um wieviel die kritische Belastung sich vermindert, wenn beispielsweise eine anfängliche seitliche Ausbiegung vorhanden ist. Dieses Problem sei, in Analogie zum exzentrischen Knicken, mit exzentrischem Kippen bezeichnet.

2. Die nachstehende Untersuchung beruht auf folgenden Ueberlegungen: Wenn in einem Bauelement aus Bau-Stahl an einer Stelle die Fliessgrenze erreicht wird, so nehmen die Formänderungen bei nur wenig steigender Belastung stark zu. Das bedeutet bei Stabilitätsaufgaben, dass in diesem Moment die Tragfähigkeit annähernd erreicht ist. Wir ersetzen deshalb das Stabilitätsproblem durch eine Festigkeitsaufgabe, bei der die Grösse derjenigen Belastung bestimmt werden soll, unter der irgend eine Faser des Trägers die Fliessbeanspruchung erreicht. Es darf ferner ohne allzu grossen Fehler angenommen werden, dass sich der Träger bis zu diesem Moment elastisch verhält, der Baustoff somit einem nach Prandtl idealisierten Spannungsdehnungsdiagramm folgt, bei dem Proportionalitätsgrenze und Fliessgrenze zusammenfallen.

Es sei hier daran erinnert, dass die grundsätzlich gleichen Ueberlegungen schon vor längerer Zeit zur Lösung

¹⁾ L. Prandtl: Kipperscheinungen. Ein Fall von instabilem elastischem Gleichgewicht. Diss. München 1899.

²⁾ S. Timoshenko: Einige Stabilitätsprobleme der Elastizitätstheorie. Zeitschrift für Mathematik und Physik 1910.

S. Timoshenko: Sur la Stabilité des Systèmes élastiques. Annales des Ponts et Chausées 1913.

S. Timoshenko: Stability of plate girders subjected to bending. Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau, Kongress Paris 1932, Vorbericht.

³⁾ L. Vianello: Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1898.

⁴⁾ F. Stüssi: Die Stabilität des auf Biegung beanspruchten Trägers. Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau, Abhandlungen, 3. Band 1935 (erscheint demnächst).

nisse in U.S.A. Vom 12. Genfer Automobilsalon. Ein Schnellomnibus in Stromlinienform. Der 3. Schweizerische Verkehrskongress. — Nekrolog: Joseph Chuard. — Wettbewerbe: Kantonalfiliale in Binningen (Basel). Gewerbliche Berufsschule Winterthur. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortragskalender.

des exzentrischen Knickens in Form der in dieser Zeitschrift von Koechlin⁵⁾ veröffentlichten Kurven geführt haben. Es ist selbstverständlich, dass mit Erreichen der Fliessgrenze an einer Trägerstelle diejenige Grenzbelastung noch nicht vollständig erreicht ist, unter der gerade noch Gleichgewicht bestehen kann und die eigentlich erst das Versagen des Stabes charakterisiert. Dagegen zeigt der Vergleich der Koechlin'schen Kurven mit den den kritischen Gleichgewichtszustand erfassenden Kurven von Kármán⁶⁾, Roß-Brunner⁷⁾ und Chwalla⁸⁾, dass für nicht allzu gedrungene Stäbe und bei kleiner anfänglicher Ausbiegung die Festigkeitskurven (Koechlin) sehr nahe an der tatsächlichen Grenzbelastung liegen. Der Schluss ist deshalb berechtigt, dass die hier abzuleitenden Festigkeitskurven für das exzentrische Kippen bei nicht zu kleiner Spannweite und kleinen anfänglichen Ausbiegungen mit guter Annäherung auch die Grenzbelastung des ausgebogenen Balkens darstellen.

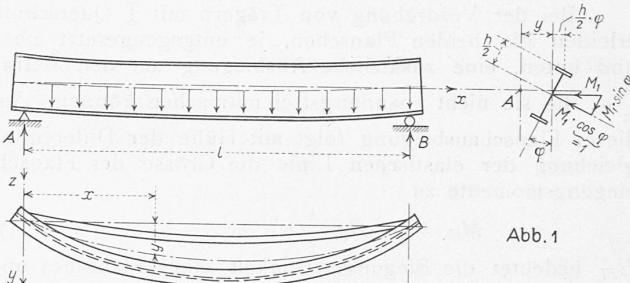


Abb. 1

3. Wir beschränken unsere Untersuchung auf den in Abb. 1 in verformtem Zustand skizzierten einfachen Balken mit konstantem I-Querschnitt mit in Balkenaxe angreifender Belastung. Infolge der als klein vorausgesetzten anfänglichen seitlichen Ausbiegung y_0 verursacht die Belastung Torsionsmomente T , die eine Verdrehung φ der Balkenquerschnitte bewirken. Dadurch liefert das Biegemoment M_1 der äusseren Kräfte eine Komponente

$$M_2 = M_1 \sin \varphi,$$

oder, da bei kleiner Ausbiegung auch die Verdrehung klein bleibt,

$$M_2 = M_1 \varphi \quad \dots \quad (1)$$

die die seitliche Ausbiegung y um den Betrag

$$y_1 = a y_0 \quad \dots \quad (2)$$

vergrössert. War die Form der Ausbiegung y_0 passend gewählt, nämlich so, dass y_1 zu y_0 ähnlich verläuft, so muss die durch y_1 verursachte Vergrösserung der Ausbiegung den Wert $y_2 = a y_1$ erreichen. Der Endwert y kann somit angeschrieben werden zu

$$y = y_0 (1 + \alpha + \alpha^2 + \alpha^3 + \dots) = y_0 \frac{1}{1 - \alpha} \quad \dots \quad (3)$$

Das Tragwerk ist unstabil für $\alpha = 1$, weil dafür, auch bei sehr kleiner anfänglicher Ausbiegung y_0 , der Endwert y sehr grosse Werte erreicht. Bei endlichen Werten von y_0 treten infolge der Torsionsmomente T und der Biegemomente M_2 zusätzliche Beanspruchungen auf, sodass die Fliessgrenze früher erreicht wird, als wenn nur das Hauptbiegemoment M_1 wirksam wäre.

⁵⁾ R. Koechlin: Berechnung eines auf exzentrischen Druck beanspruchten Stabes. „SBZ“ Band 33, S. 159* und 171*, Mai 1899.

⁶⁾ Th. v. Kármán: V. D. I.-Forschungsheft Nr. 81, 1910.

⁷⁾ M. Roß und J. Brunner: Die Knicksicherheit von an beiden Enden gelenkig gelagerten Stäben aus Konstruktionsstahl. T. K. V. S. B., Zürich 1926.

⁸⁾ E. Chwalla: Theorie des aussermittig gedrückten Stabes aus Baustahl. Der Stahlbau 1934.

In Abb. 2 ist ein durch die Schnitte x und $x + dx$ begrenztes Balkenelement herausgezeichnet. Unter Vernachlässigung des normalerweise kleinen Einflusses der lotrechten Durchbiegungen⁹⁾ und kleiner Glieder höherer Ordnung und unter Beachtung, dass die Kurve der seitlichen Ausbiegung voraussetzungsgemäß flach ist, liefert eine Momentengleichgewichtsbedingung bezüglich der Balkenaxe die bekannte Beziehung

$$-T + (T + dT) - M_1 y'' dx = 0, \\ \frac{dT}{dx} = M_1 y''. \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

y'' setzt sich aus zwei Beiträgen zusammen, einmal aus der Krümmung infolge der anfänglichen Ausbiegung und zweitens aus dem Einfluss des Biegungsmomentes M_1 , der sich aus der Differentialgleichung der elastischen Linie ergibt. Bezeichnen wir die seitliche Biegssteifigkeit mit $B_2 = E J_y$, so folgt

$$y'' = y_0'' - \frac{M_1}{B_2} = y_0'' - \frac{M_1 \varphi}{B_2}, \quad \dots \dots \quad (5)$$

damit

$$\frac{dT}{dx} + \frac{M_1^2 \varphi}{B_2} = M_1 y_0''. \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

Bei der Verdrehung von Trägern mit I-Querschnitt erleiden die beiden Flanschen, je entgegengesetzt oben und unten, eine zusätzliche Ausbiegung um den Betrag $\frac{h}{2} \varphi$, die sie nicht spannungsfrei mitmachen können. Aus dieser Flanschausbiegung folgt mit Hilfe der Differentialgleichung der elastischen Linie die Grösse der Flanschbiegungsmomente zu

$$M_{Fl.} = -B_{Fl.} \frac{h}{2} \varphi''. \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

$B_{Fl.}$ bedeutet die Biegssteifigkeit eines Flansches und kann bei symmetrischen I-Trägern, um die es sich hier handelt, mit genügender Genauigkeit der halben seitlichen Trägersteifigkeit gleichgesetzt werden. Die Flanschquerkräfte, d. h. die ersten Ableitungen der Flanschbiegungsmomente,

$$Q_{Fl.} = -B_2 \frac{h}{4} \varphi''' \quad \dots \dots \dots \quad (8)$$

bilden zusammen ein Drehmoment $Q_{Fl.}$. h , das zusammen mit dem auf Torsion aufgenommenen Anteil $c \cdot \varphi'$ des äussern Drehmomentes T mit T im Gleichgewicht sein muss. Diese Gleichgewichtsbedingung zwischen äussern und inneren Torsionsmomenten führt auf die zuerst von Timoshenko angegebene Beziehung

$$T = C \varphi' - B_2 \frac{h^2}{4} \varphi'''. \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

C bedeutet hierbei die Verdrehungssteifigkeit des I-Querschnittes, die nach den Untersuchungen von A. Föppl und C. Weber¹⁰⁾ mit dem Wert

$$C = G J_d = \frac{3}{8} E I_{1,25} \Sigma \frac{h b^3}{3} \quad \dots \dots \quad (10)$$

eingesetzt werden darf. Mit der Abkürzung

$$a^2 = \frac{4 l^2 C}{h^2 B_2} \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

geht Gl. (9) in die etwas einfachere Form über:

$$T = C \left(\varphi' - \frac{l^2}{a^2} \varphi''' \right). \quad \dots \dots \dots \quad (9a)$$

Die Gleichungen (5), (6) und (9) umschreiben die Formänderungen des seitlich leicht ausgebogenen Balkens, während Gleichungen (1) und (7) daraus die Bestimmung der zusätzlichen Beanspruchungen erlauben. Ist Gl. (6) homo-

⁹⁾ Der Einfluss der lotrechten Durchbiegungen auf die kritische Belastung ist abhängig vom Wert $\sqrt{J_x} (J_x - J_y)$; er beträgt z. B. bei einem Träger I 20 rd. 2,8 %.

¹⁰⁾ C. Weber: Der Verdrehungswinkel von Walzeisenträgern. Föppl-Festschrift, Berlin 1924.

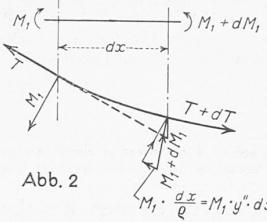


Abb. 2

gen, d. h. die anfängliche Ausbiegung y_0 gleich null, so ist durch die Gleichungen (6) und (9) die kritische Belastung (Kipplast) des reinen Stabilitätsproblems festgelegt.

4. Das Stabilitätsproblem des Biegungsträgers ist nur im in Abb. 3 skizzierten Belastungsfall: Beanspruchung durch ein konstantes Biegungsmoment M_1 mit bekannten elementaren Funktionen lösbar. Die massgebende Verdrehungskurve φ ist eine Sinuskurve

$$\varphi = \varphi_m \sin \frac{\pi x}{l}. \quad \dots \dots \dots \quad (12)$$

Aus der Differentiation der Gl. (9a) und Einsetzen in Gl. (6) ergibt sich:

$$\frac{M_1^2 \varphi}{B_2 C} + \varphi'' - \frac{l^2}{a^2} \varphi''' = \frac{M_1 y_0''}{C} \quad \dots \dots \quad (13)$$

Für $y_0 = 0$, $y_0'' = 0$ ergibt sich der Wert des Kippmoments durch Einsetzen der Lösung Gl. (12) und ihrer Ableitungen in Gl. (13) zu

$$\begin{aligned} M_{1,kr.}^2 &= \pi^2 \frac{B_2 C}{l^2} \left(1 + \frac{\pi^2}{a^2} \right), \\ M_{1,kr.} &= \pi \sqrt{\frac{B_2 C}{l}} \sqrt{1 + \frac{\pi^2}{a^2}} \quad \dots \dots \quad (14) \end{aligned}$$

Nehmen wir nun eine sinusförmige anfängliche Ausbiegung y_0 an,

$$y_0 = y_{0,m} \sin \frac{\pi x}{l},$$

d. h. eine Ausbiegung, die der Form der homogenen Differentialgleichung entsprechenden Ausbiegung ähnlich ist, so liefern die Gleichungen (12) und (13) unter Beachtung der Gl. (14) den Wert der Querschnittsverdrehung φ nach kurzer Zwischenrechnung zu

$$\varphi = \frac{1}{1 - \frac{M_1^2}{M_{1,kr.}^2}} \frac{M_1}{C \left(1 + \frac{\pi^2}{a^2} \right)} y_0 \quad \text{oder mit der Abkürzung} \quad a = \frac{M_1^2}{M_{1,kr.}^2} \quad \dots \dots \quad (15)$$

$$\text{zu} \quad \varphi = \frac{1}{1 - \alpha} \frac{M_1}{C \left(1 + \frac{\pi^2}{a^2} \right)} y_0 \quad \dots \dots \quad (16)$$

Damit kann aus Gl. (5) der Wert von y'' und daraus durch zweimalige Integration y bestimmt werden. Wir finden durch eine einfache Rechnung

$$y = y_0 \left(1 + \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha} \frac{M_1^2}{M_{1,kr.}^2} \right) = y_0 \frac{1}{1 - \alpha} \quad \dots \dots \quad (17)$$

Gl. (17) ist identisch mit Gl. (3); die Bedeutung der dort eingeführten Verhältniszahl α zweier aufeinander folgender Formänderungskurven hat sich inzwischen in Gl. (15) ergeben. Gl. (17) gilt allgemein, für jeden beliebigen Belastungsfall, wenn als anfängliche seitliche Ausbiegung y_0 eine der Lösung der homogenen Differentialgleichung entsprechende Kurve angenommen wird. Bei beliebiger Form der Ausbiegungskurve y_0 gibt Gl. (17) einen guten Näherungswert.¹¹⁾

Es ist bemerkenswert, dass Gl. (14) beim gedrückten Stab mit anfänglicher Ausbiegung ebenfalls gilt, nur bedeutet dort a das Verhältnis der vorhandenen Druckkraft zur Euler'schen Knicklast.

Durch Einsetzen von φ aus Gl. (16) in die Gleichungen (1) und (7) erhalten wir das seitliche Biegungsmoment M_2 und das Flanschbiegungsmoment $M_{Fl.}$, wodurch die zusätzlichen Beanspruchungen bestimmt sind. Die grösste Randspannung, die in Balkenmitte auftritt, setzt sich aus folgenden Beiträgen zusammen:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{M_1}{W_x} \\ \sigma_2 &= \frac{M_2}{W_y} = \frac{M_1 \varphi}{W_y} \quad \dots \dots \dots \quad (18) \\ \sigma_3 &= \frac{M_{Fl.}}{W_{Fl.}} = \frac{B_2 h \varphi''}{2 W_y} = \frac{B_2 h \pi^2 \varphi}{2 W_y l^2} \end{aligned}$$

¹¹⁾ Für den Fall eines konstanten Momentes M_1 ergibt sich beispielweise bei einem Balken mit Rechteckquerschnitt und bei paraboliformiger Ausbiegung y_0 für $\alpha = 0,5$ der Endwert in Balkenmitte zu $y = 2,030 \cdot y_0$; d. h. einen gegenüber Gl. (17) um 1,5 % grösseren Wert.

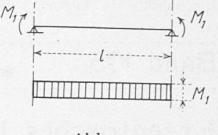
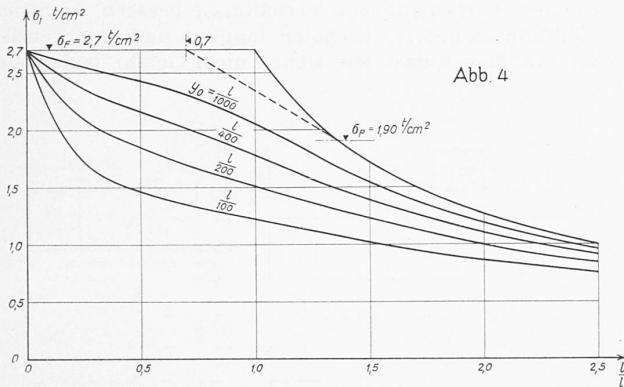


Abb. 3

Die kritische Belastung ist nach Voraussetzung dadurch festgelegt, dass unter ihr die grösste Randspannung $\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ die Fliessgrenze σ_F erreicht, d. h. durch die Bedingung

$$\sigma_F = \frac{M_1}{W_x} + y_0 \frac{I}{I - \alpha} \frac{M_1}{C \left(I + \frac{\pi^2}{\alpha^2} \right)} - \frac{I}{W_y} \left(M_1 + \frac{B_2 h \pi^2}{2 l^2} \right) \quad (19)$$

Zur numerischen Auswertung dieser Beziehung werden am einfachsten für einen bestimmten Trägerquerschnitt je für verschiedene Werte der Spannweite l eine Reihe von Werten M_1 angenommen und daraus nach Gl. (19) die zugehörigen anfänglichen Ausbiegungen y_0 (in Balkenmitte) berechnet. Interpoliert man aus den so erhaltenen Werten die zu bestimmten Werten von y_0 zugehörigen Werte von M_1 , so lässt sich eine Kurventafel auftragen, die die Grösse der Grundspannung σ_1 in Abhängigkeit von Balkenspannweite l und anfänglicher Ausbiegung y_0 angibt. Bezieht man dabei die Spannweite l auf diejenige Grenzspannweite l_F , für welche unter dem nach Gl. (14) bestimmten Kippmoment gerade die Fliessgrenze $\sigma_F = M_{1,kr} : W_x$ erreicht wird, so gilt die Kurventafel nicht nur für denjenigen Querschnitt, für den sie aufgestellt wurde, sondern mit guter Annäherung für alle einigermassen ähnlichen Querschnittsformen. Auf diese Weise ist die Kurventafel Abb. 4 für Baustahl mit $\sigma_F = 2,7 \text{ t/cm}^2$ aufgestellt worden, die für die Reihe der I-Normalprofile¹²⁾ gilt. Die anfängliche Ausbiegung y_0 ist bei dieser Darstellung in Bruchteilen der Spannweite auszudrücken. Aus Abb. 4 ist ersichtlich, dass ähnlich wie bei Druckstäben, schon eine kleine Abweichung von den Voraussetzungen des reinen Kippens eine recht beträchtliche Abminderung der kritischen Belastung verursacht. Dieses Resultat war übrigens zu erwarten.



5. Bei beliebiger Belastungsanordnung ist eine Lösung der Aufgabe in geschlossener Form nicht mehr möglich, dagegen ist folgender Weg gangbar: Zur Bestimmung der Kipplast wird für eine beliebig angenommene Verdrehungskurve φ und für $y_0'' = 0$ nach Gl. (6) die Kurve $\frac{dT}{dx}$ bestimmt.

Durch eine numerische Auflösung der einmal differenzierten Gl. (9a) erhält man eine erste Annäherung an die dem Belastungsfall eigentümliche Verdrehungskurve φ und aus $\alpha = 1$ eine erste Annäherung an die Kipplast. Wiederholungen dieser Berechnung liefern mit guter Konvergenz rasch genügend genaue Werte. Mit der φ -Kurve ist $M_2 = M_1 \varphi$ und damit als Seilpolygon zu $-M_2 : B_2$ auch die Form der seitlichen Ausbiegung y bestimmt. Wird wieder für den exzentrischen Kippfall eine zur Eigenlösung y ähnliche anfängliche Ausbiegungskurve y_0 angenommen, so liefern die bei der Berechnung der Kipplast erhaltenen Kurven auch die zur Bestimmung von M_2 und M_{Fl} notwendigen Zahlenwerte. Zu bemerken ist, dass diese Zahlenwerte für jeden Wert von α^2 wieder andere sind, sodass auch aus diesem Grunde die Berechnung etwas umständlich wird. Durchgeführte Berechnungen für gleichmässig verteilte Belastung und für verschiedene Werte von α^2 zeigten dagegen das bemerkenswerte Resultat, dass die für kon-

stantes Biegemoment aufgestellte Kurventafel vollständig auch für diesen Belastungsfall gilt; die feststellbaren Abweichungen lagen durchaus in der Grössenordnung der Zeichnungsgenauigkeit. Diese Erfahrung darf mit jedenfalls genügender Zuverlässigkeit auch auf andere Belastungsfälle des einfachen Balkens übertragen werden. Damit ergibt sich die wertvolle Möglichkeit, auch dort aus der Kenntnis der Kipplast, bzw. der Grenzspannweite l_F mit Hilfe der Abb. 4 auf die Abminderung der Tragfähigkeit infolge einer anfänglichen seitlichen Ausbiegung y_0 schliessen zu können. Aus diesem Grunde ist in Abb. 5

	M_{\max}	Rechteckbalken Last im Schwerpunkt	Flanschbiegung	Last am oberen Flansch untern
M	$\sigma_{0,kr} = \frac{\sqrt{B_2 \cdot C}}{W_x \cdot l}$	$\beta_1 = \sqrt{1 + \frac{\pi^2}{\alpha^2}}$	$\beta_2 = \sqrt{1 + \frac{2,10}{\alpha^2}} \mp \frac{1,45}{\alpha}$	
P	$\frac{\rho l^2}{8}$	$3,54 \frac{\sqrt{B_2 \cdot C}}{W_x \cdot l}$	$\sqrt{1 + \frac{10,0}{\alpha^2}}$	$\sqrt{1 + \frac{3,24}{\alpha^2}} \mp \frac{1,80}{\alpha}$
$P \cdot l$	$\frac{P \cdot l}{4}$	$4,23 \frac{\sqrt{B_2 \cdot C}}{W_x \cdot l}$	$\sqrt{1 + \frac{10,2}{\alpha^2}}$	
M	$5,56 \frac{\sqrt{B_2 \cdot C}}{W_x \cdot l}$	$\sqrt{1 + \frac{11,2}{\alpha^2}}$		

Abb. 5 gilt für $\sigma_{0,kr} = \sigma_{OKR} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \leq \sigma_P$ und für schmale I-Träger (z.B. I 20)

eine für schmale I-Träger, z. B. I NP geltende Zusammenstellung der Kippspannungen für die wichtigsten Belastungsfälle des einfachen Balkens wiedergegeben, die der in Anmerkung 4 erwähnten Untersuchung entnommen ist. Die angegebenen Werte gelten im elastischen Bereich und zwar ist $\sigma_{0,kr}$ der für schmale Rechteckquerschnitte gültige Wert, der Faktor β_1 berücksichtigt den Einfluss der Flanschbiegung, während der Faktor β_2 bei Lastangriff auf Trägerober- bzw. unterkante einzuführen ist. Für kritische Spannungen oberhalb der Proportionalitätsgrenze empfiehlt es sich, von σ_F bei $l_F' = 0,7 l_F$ auf σ_P geradlinig zu interpolieren, wie es in Abb. 4 mit gestrichelter Linie angedeutet ist.

Arbeitsmarkt und Arbeitsbeschaffung für die technischen Berufe.

Bericht von Dipl. Ing. P. SOUTTER, Zentralsekretär des S. I. A., Zürich.¹⁾

Die im S. I. A. vertretenen akademischen technischen Berufe werden immer mehr in die Krisis hineingezogen. Die wirtschaftliche Depression ist zu einem Dauerzustand geworden und da in nächster Zeit an eine radikale Besserung nicht zu denken ist, ist es dringend geboten, Mittel und Wege zu suchen, um unseren Berufen das Durchhalten zu ermöglichen. Die folgenden Betrachtungen haben nur den Zweck, einerseits die Mitglieder des S. I. A. über die bereits gemachten Überlegungen und getroffenen Massnahmen zu orientieren, anderseits zu bewirken, dass ein besseres Verständnis für die Notlage der technischen Berufe in der Öffentlichkeit und bei den Behörden geweckt werde. Es wird nötig sein, diese Fragen in den Sektionen des S. I. A. eingehend zu besprechen, um in engem Kontakt mit den lokalen Behörden durch Schaffung von Arbeitsgelegenheiten die katastrophal werdende Lage in unseren Berufen möglichst zu lindern.

Die Schweiz zählt gegenwärtig etwa 100 000 Arbeitslose, d. h. rd. 5 % der erwerbstätigen Bevölkerung. Andere europäische Länder, wo die wirtschaftliche Lage angeblich besser ist, weisen zwar höhere Prozentsätze von Arbeitslosen zur erwerbstätigen Bevölkerung auf, z. B. England 10 %, Holland 10 %, Deutschland 8 %, Italien 6 %, Belgien 5 %. Einzig einige Nordländer weisen kleinere Zahlen auf, wie Dänemark 4 %, Schweden und Norwegen je 2 %. — In welchem Masse sind bis jetzt die technischen gegenüber andern Berufen von der Arbeitslosigkeit berührt worden? Die Schweizerische Technische Stellenvermittlung (S. T. S.) und das „Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit“ (B. I. G. A.) schätzen die

¹²⁾ Ihre Berechnung wurde für I 20 durchgeführt.

1) Vorgetragen in der Sitzung des Z. I. A. vom 6. März 1935.