

**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. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

**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: Photoelektrische Verkehrssicherung. Trinatriumphosphat zur Kesselwasserreinigung. Betriebsunfälle in England. Der Hafen von Haifa (Palästina). Die Wohnungsverhält-

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

Band 105

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verbandsorgane 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 Prandtl<sup>1)</sup> 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 Timoshenko<sup>2)</sup>, 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 Vianello<sup>3)</sup> für Knickstäbe, durch den Vergleich von elastischen Formänderungskurven möglich, die mit den bekannten Mitteln der Baustatik einfach bestimmt werden können.<sup>4)</sup>

Alle diese Untersuchungen des Stabilitätsproblems von auf Biegung beanspruchten Trägern beruhen auf ähnlichen Voraussetzungen wie die Eulersche Lösung des Knickproblems: die ermittelten Kippplasten 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 Überlegungen: Wenn in einem Bauelement aus Baustahl 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 Überlegungen schon vor längerer Zeit zur Lösung

des exzentrischen Knickens in Form der in dieser Zeitschrift von Koechlin<sup>5)</sup> 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 Kármán<sup>6)</sup>, Roš-Brunner<sup>7)</sup> und Chwalla<sup>8)</sup>, 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.

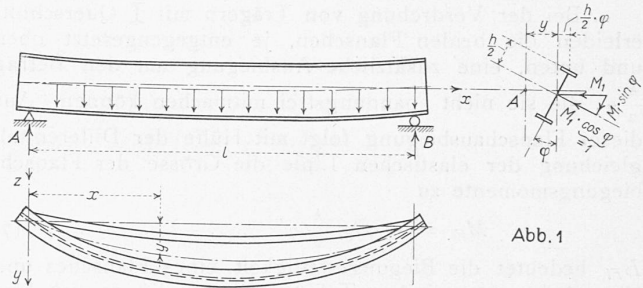


Abb. 1

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  $\varphi$  der Balkenquerschnitte bewirken. Dadurch liefert das Biegemoment  $M_1$  der äussern 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

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

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  $y_2 = \alpha y_1$  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.

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

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

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

<sup>8)</sup> E. Chwalla: Theorie des aussermittigt gedrückten Stabes aus Baustahl. Der Stahlbau 1934.

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

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

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

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

<sup>3)</sup> L. Vianello: Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1898.

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

In Abb. 2 ist ein durch die Schnitte  $x$  und  $x + dx$  begrenztes Balkenelement herausgezeichnet. Unter Vernachlässigung des normalerweise kleinen Einflusses der lotrechten Durchbiegungen<sup>9)</sup> 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

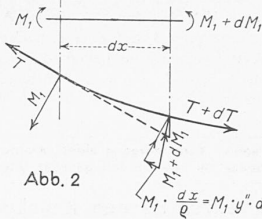


Abb. 2

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

$y''$  setzt sich aus zwei Beiträgen zusammen, einmal aus der Krümmung infolge der anfänglichen Ausbiegung und zweitens aus dem Einfluss des Biegemomentes  $M_2$ , der sich aus der Differentialgleichung der elastischen Linie ergibt. Bezeichnen wir die seitliche Biegesteifigkeit mit  $B_2 = E J_y$ , so folgt

$$y'' = y_0'' - \frac{M_2}{B_2} = y_0'' - \frac{M_1 \varphi}{B_2} \quad (5)$$

damit

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

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 Flanschbiegemomente zu

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

$B_{Fl.}$  bedeutet die Biegesteifigkeit 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 Flanschbiegemomente,

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

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

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

$C$  bedeutet hierbei die Verdrehungssteifigkeit des I-Querschnittes, die nach den Untersuchungen von A. Föppl und C. Weber<sup>10)</sup> mit dem Wert

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

eingesetzt werden darf. Mit der Abkürzung

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

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

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

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-

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 Biegeträgers ist nur im in Abb. 3 skizzierten Belastungsfall: Beanspruchung durch ein konstantes Biegemoment  $M_1$  mit bekannten elementaren Funktionen lösbar. Die massgebende Verdrehungskurve  $\varphi$  ist eine Sinuskurve

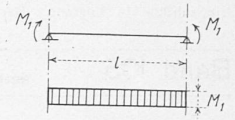


Abb. 3

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

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

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

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

$$M_{1,kr.}^2 = \pi^2 \frac{B_2 C}{I^2} \left( 1 + \frac{\pi^2}{a^2} \right), \quad M_{1,kr.} = \pi \sqrt{\frac{B_2 C}{I}} \sqrt{1 + \frac{\pi^2}{a^2}} \quad (14)$$

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 der homogenen Differentialgleichung entsprechenden Ausbiegung ähnlich ist, so liefern die Gleichungen (12) und (13) unter Beachtung der Gl. (14) den Wert der Querschnittsverdrehung  $\varphi$  nach kurzer Zwischenrechnung zu

$$\varphi = \frac{1}{1 - \frac{M_1^2}{M_{1,kr.}^2}} \frac{M_1}{C \left( 1 + \frac{\pi^2}{a^2} \right)} y_0$$

oder mit der Abkürzung  $\alpha = \frac{M_1^2}{M_{1,kr.}^2}$

$$\varphi = \frac{1}{1 - \alpha} \frac{M_1}{C \left( 1 + \frac{\pi^2}{a^2} \right)} y_0 \quad (15)$$

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

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

Gl. (17) ist identisch mit Gl. (3); die Bedeutung der dort eingeführten Verhältniszahl  $\alpha$  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.<sup>11)</sup>

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

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

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

<sup>11)</sup> Für den Fall eines konstanten Momentes  $M_1$  ergibt sich beispielsweise bei einem Balken mit Rechteckquerschnitt und bei parabol-förmiger 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.

<sup>9)</sup> 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 %.

<sup>10)</sup> C. Weber: Der Verdrehungswinkel von Walzeenträgern. Föppl-Festschrift, Berlin 1924.



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

$$\sigma_F = \frac{M_1}{W_x} + y_0 \frac{1}{1-\alpha} \frac{M_1}{C \left(1 + \frac{\pi^2}{a^2}\right)} \frac{1}{W_y} \left(M_1 + \frac{B_2 h \pi^2}{2 l^2}\right) \quad (19)$$

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  $\sigma_1$  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-Normalprofile<sup>12)</sup> 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.

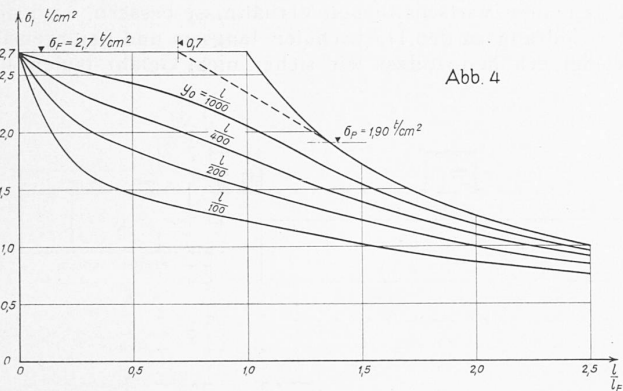


Abb. 4

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  $\varphi$  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  $\varphi$  und aus  $\alpha = 1$  eine erste Annäherung an die Kipplast. Wiederholungen dieser Berechnung liefern mit guter Konvergenz rasch genügend genaue Werte. Mit der  $\varphi$ -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  $a^2$  wieder andere sind, sodass auch aus diesem Grunde die Berechnung etwas umständlich wird. Durchgeführte Berechnungen für gleichmässig verteilte Belastung und für verschiedene Werte von  $a^2$  zeigten dagegen das bemerkenswerte Resultat, dass die für kon-

<sup>12)</sup> Ihre Berechnung wurde für I 20 durchgeführt.

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 obern Flansch
	$M$	$\sigma_{0,kr} = \pi \cdot \frac{\sqrt{B_2 \cdot C}}{W_x \cdot l}$	$\beta_1 = \sqrt{1 + \frac{\pi^2}{a^2}}$	$\beta_2 =$
	$\frac{p l^2}{8}$	$3,54 \cdot \frac{\sqrt{B_2 \cdot C}}{W_x \cdot l}$	$\sqrt{1 + \frac{10,0}{a^2}}$	$\sqrt{1 + \frac{2,10}{a^2}} \mp \frac{1,65}{a}$
	$\frac{P \cdot l}{4}$	$4,23 \cdot \frac{\sqrt{B_2 \cdot C}}{W_x \cdot l}$	$\sqrt{1 + \frac{10,2}{a^2}}$	$\sqrt{1 + \frac{3,24}{a^2}} \mp \frac{1,80}{a}$
	$M$	$5,56 \cdot \frac{\sqrt{B_2 \cdot C}}{W_x \cdot l}$	$\sqrt{1 + \frac{11,2}{a^2}}$	

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

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  $\beta_1$  berücksichtigt den Einfluss der Flanschbiegung, während der Faktor  $\beta_2$  bei Lastangriff auf Trägerober- bzw. unterkante einzuführen ist. Für kritische Spannungen oberhalb der Proportionalitätsgrenze empfiehlt es sich, von  $\sigma_F$  bei  $l_F' = 0,7 l_F$  auf  $\sigma_P$  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.<sup>1)</sup>

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 Ueberlegungen und getroffenen Massnahmen zu orientieren, andererseits zu bewirken, dass ein besseres Verständnis für die Notlage der technischen Berufe in der Oeffentlichkeit 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

<sup>1)</sup> Vorgetragen in der Sitzung des Z. I. A. vom 6. März 1935.