

# Knickung elastisch eingespannter Stäbe

Autor(en): **Nater, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **71/72 (1918)**

Heft 20

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-34757>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

former schliessen sich die Stufenschalter (für je 12 Stufen) an, sodass die Verbindungen mit den Transformeranzapfungen äusserst kurz werden. An den Enden des Kastens befinden sich die Führerstände, auf deren Dach die Stromabnehmer montiert sind. Der Transformer-, sowie der Hauptschalter-Deckel bilden zugleich einen Teil des Lokomotivkasten-Daches, sodass die Hochspannungs-Leitungs-Führungen vereinfacht und unnötige Dach-Durchführungen, und im Lokomotivinnern ein eigentlicher Hochspannungsraum, vermieden werden können. Da die Drehzapfen relativ nahe beieinander liegen, kann der Kasten der kleinen Ausschläge wegen breiter gehalten werden, was für die Bedienung von Vorteil ist. Die Drehzapfen sind leicht zugänglich und in deren Nähe können die nur wenigen flexiblen Kabel zu den Motoren günstig auf die Drehgestelle übergeführt werden.

Diese Anordnung hat weiter für den Betrieb den grossen Vorteil, dass der Führer sich nicht an der Stirne des Fahrzeuges befindet, sondern dass ihm, ohne die Uebersichtlichkeit zu hindern, grössere Massen vorgelagert sind, wodurch ihm ein gewisses Sicherheitsgefühl gegeben ist; dies wird ihn dazu bestimmen, auch in Gefahrmomenten auf seinem Posten auszuharren und die Hilfsmittel zur Sicherung seines Zuges voll anzuwenden. Der Führer befindet sich auch so nahe beim Schaltapparat, dass, wenn auf Vielfachsteuerung aus andern Gründen verzichtet werden will, eine einfache mechanische Betätigung dieser Antriebe stattfinden kann.

Für die Depots und Werkstätten hat diese Anordnung den grossen Vorteil des rascheren Ein- und Ausbaues von Motoren und Apparaten und des relativ kürzeren und leichteren Wagenkastens. Die Huhhöhen für das Aus- und Einbauen können kleinere sein, und es wird daher vielerorts mit bestehenden Anlagen auszukommen sein. Auch die Reservehaltung für diese dreiteiligen Lokomotiven ist vereinfacht. Das Lokomotivgewicht ist kleiner, sodass, wie im vorliegenden Fall, ein vermehrtes Gewicht in den mechanischen Teil und das Triebwerk im besondern gelegt werden kann.

Wenn aus Konstruktionsgründen eine Lagerung der Motoren-Blindwelle auf Triebwellenhöhe nicht möglich ist, sind doch noch verschiedene Antriebslösungen möglich; so entsprechend der ersten Lötchberglokomotive (Nr. 121) und der C + C Probelokomotive (Abb. 3) mit Schrägstange als der leichtesten Konstruktion, oder mittels Kurbeldreieck, entsprechend den grossen Lötchberglokomotiven (Abb. 5). Weiter gibt Abb. 6 eine Lösung mit Vertikalstangen-Antrieb wieder. Der schliesslich nach Vorschlag der Lokomotivfabrik Winterthur gewählte Schrägstangenantrieb mit Hilfswelle nach Abb. 4 dürfte eine einwandfreie Konstruktion ergeben.

Das Uebersetzungsverhältnis der Zahnräder wurde bei diesen zehn Lokomotiven auf 1:4 festgesetzt. Die Normalleistung der vier Motoren, am Rad gemessen, beträgt 2100 PS. Das Gewicht des elektrischen Teils von 58 t und jenes des mechanischen Teils von 71 t ergeben 129 t Gesamtgewicht oder 6,72 t auf den laufenden Meter, und 107 t Adhäsionsgewicht.

Zum Schluss sei mit Abb. 7 noch ein Typ kleinerer Leistung mit z. B. 660 PS und 6000 kg (maximal 9000 kg) Zugkraft und 30 (maximal 45) km/h erwähnt, der zeigen soll, dass das beschriebene System auch für leichten Verkehr auf Nebenlinien, Vorortsverkehr und für Rangierdienst Verwendung finden kann. Abb. 8 zeigt ferner, dass die dreiteilige Kastenkonstruktion auch ohne weiteres für die Schmalspur verwendet werden kann. So lässt sich z. B. für die Rhätische Bahn, sogar unter Beibehaltung der bisher verwendeten Konstruktionsteile, wie Motoren, Triebwerk usw., eine Verdoppelung der 600 PS- und 800 PS-Lokomotiven erreichen. Hier ist es, der Platzverhältnisse wegen, allerdings nötig, die Motorhauben bis auf Dachhöhe hinauf zu führen, was aber trotzdem dem Führer einen besseren Ausblick gewährt, als bei den Dampflokomotiven.

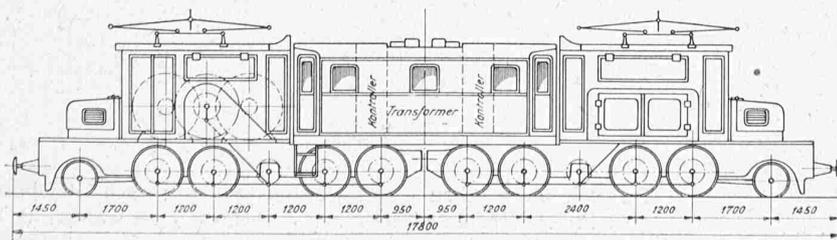


Abb. 8. Projekt einer Schmalspurbahn-Lokomotive (M. F. O.) mit dreiteiligem Kasten. — 1:150.

### Knickung elastisch eingespannter Stäbe.

Von Ing. H. Nater.

Die bekannten Knickformeln von Euler, die unter den bei Knickungsuntersuchungen üblichen Voraussetzungen einer ursprünglichen geraden Axe sowie eines zentrischen Lastgriffes ermittelt wurden, lauten für beiderseits gelenkige Auflagerung, bzw. für beiderseits feste Einspannung:

$$P_{k_{\infty}} = \frac{\pi^2 EJ}{l^2} \text{ bzw. } P_{k_0} = \frac{4 \pi^2 EJ}{l^2}$$

Diese Grenzwerte kommen praktisch selten in Frage (ausgenommen bei wirklicher Gelenkbildung), sondern es wird stets eine gewisse Einspannung der Stabenden vorhanden sein, namentlich im Eisenbetonbau durch die Monolithität und bei eisernen Fachwerken durch die Steifigkeit der Knotenpunktausbildungen. Allgemein kann deshalb die Euler'sche Formel wie folgt geschrieben werden:

$$P_k = n \cdot \frac{\pi^2 EJ}{l^2} \dots \dots \dots (1)$$

wobei  $n$  den Zahlenfaktor bedeutet, mit dem die Knicklast für Spitzenlagerung multipliziert werden muss, um die Knicklast für elastisch eingespannte Auflagerung zu erhalten.  $n$  kann zwischen 1 und 4 variieren und hängt von den Einspannungsgraden der beiden Stabenden ab.

In nachstehender Untersuchung werden die eingangs erwähnten Annahmen einer ursprünglich geraden Stabaxe und einer zentrisch wirkenden Knickkraft beibehalten.

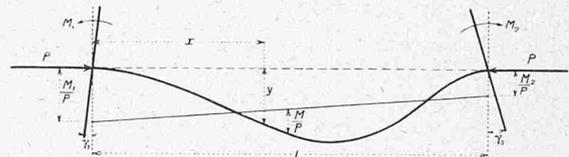


Abbildung 1.

Im Moment des Ausknickens entsteht das in Abb. 1 gegebene Deformationsbild, das allerdings, der grösseren Deutlichkeit wegen, in starker Verzerrung aufgetragen ist. Durch die elastische Einspannung der Stabenden wird deren Verdrehung ein Widerstand entgegengesetzt, der in den Einspannungsmomenten  $M_1$  und  $M_2$  zum Ausdruck kommt.

Die elastische Linie stellt zugleich die mit  $\frac{1}{P}$  multiplizierte Momentenfläche dar, in der die Schlusslinie um  $\frac{M_1}{P}$  bzw.  $\frac{M_2}{P}$  abgesenkt ist. Infolge  $M = 1$  verdrehen sich die Stabwiderlager um  $\tau_1$  bzw.  $\tau_2$ , sodass die Verdrehungen der Stabenden sein werden:

$$\gamma_1 = M_1 \cdot \tau_1 \text{ und } \gamma_2 = M_2 \cdot \tau_2.$$

Das Biegemoment  $M_x$  lautet für den Querschnitt in  $x$

$$M_x = P \cdot y + M_1 \cdot \frac{l-x}{l} + M_2 \cdot \frac{x}{l} \dots (2)$$

und die Differentialgleichung der elastischen Linie

$$\frac{d^2 y}{dx^2} EJ = - M_x = - P \cdot y - M_1 \cdot \frac{l-x}{l} - M_2 \cdot \frac{x}{l} (3)$$

Die allgemeine Lösung dieser Differenzialgleichung ist nach Föppl (Bd. III § 64 der 5. Auflage) von der Form:

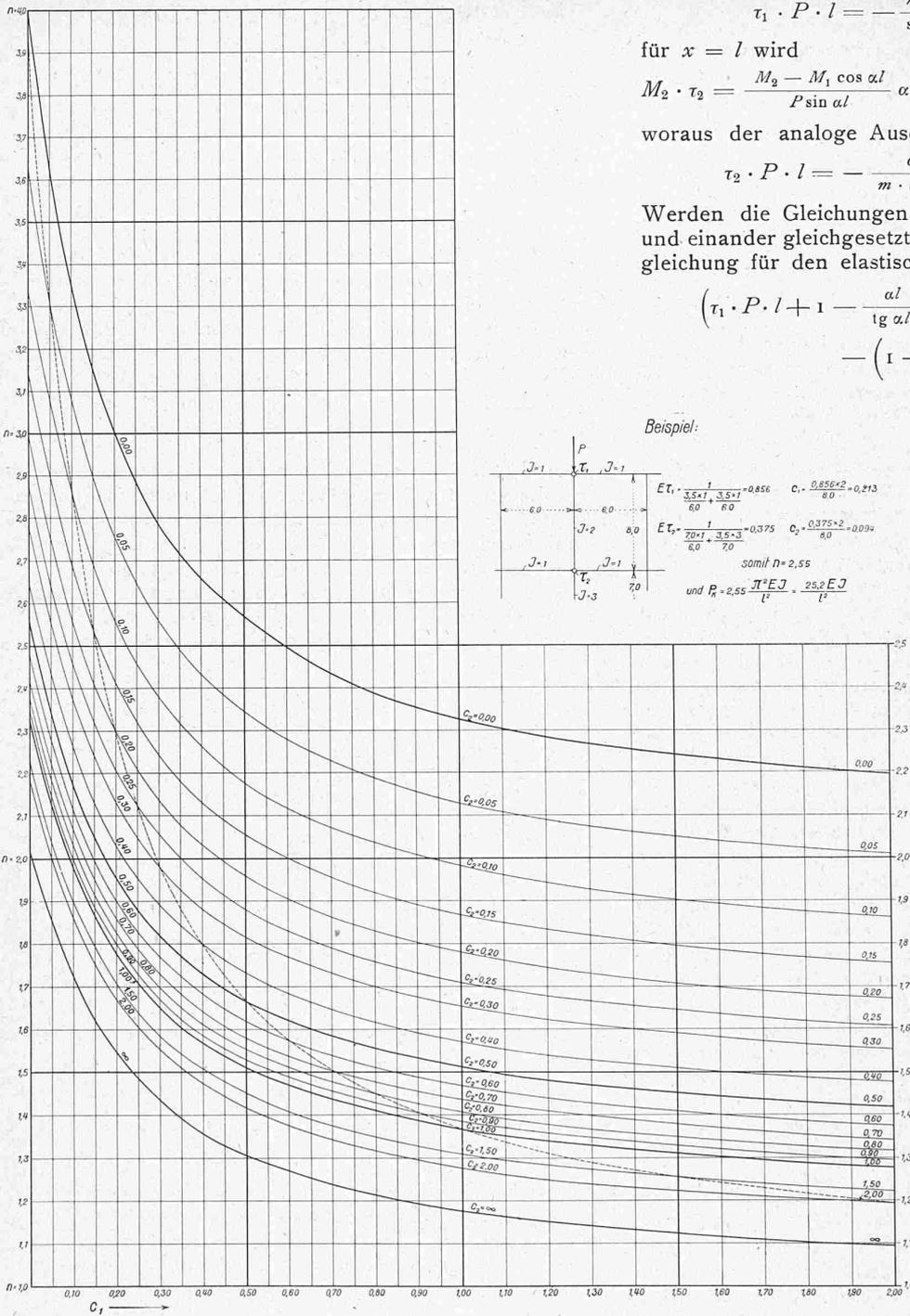
$$y = C_1 \cdot \sin \alpha x + C_2 \cdot \cos \alpha x - \frac{M_1}{P} \cdot \frac{l-x}{l} - \frac{M_2}{P} \cdot \frac{x}{l} (4)$$

wobei  $\alpha = \sqrt{\frac{P}{EJ}}$  bedeutet (5)

Zur Bestimmung der Integrationskonstanten  $C_1$  und  $C_2$  bestehen die Bedingungen, dass für  $x = 0$  und  $x = l$  die Ausbiegung  $y$  gleich Null werden muss. Für  $x = 0$  wird

$$0 = C_2 - \frac{M_1}{P}$$

somit  $C_2 = \frac{M_1}{P} \dots \dots \dots (6)$



$$\tau_1 \cdot P \cdot l = -\frac{m \cdot \alpha l}{\sin \alpha l} + \frac{\alpha l}{\operatorname{tg} \alpha l} - 1 + m \quad (9)$$

für  $x = l$  wird

$$M_2 \cdot \tau_2 = \frac{M_2 - M_1 \cos \alpha l}{P \sin \alpha l} \alpha \cos \alpha l - \frac{M_1}{P} \alpha \sin \alpha l + \frac{M_1}{Pl} - \frac{M_2}{Pl}$$

woraus der analoge Ausdruck zu Gleichung (9) entsteht:

$$\tau_2 \cdot P \cdot l = -\frac{\alpha l}{m \cdot \sin \alpha l} + \frac{\alpha l}{\operatorname{tg} \alpha l} - 1 + \frac{1}{m} \quad (10)$$

Werden die Gleichungen (9) und (10) nach  $m$  aufgelöst und einander gleichgesetzt, so ergibt sich daraus die Knickgleichung für den elastisch eingespannten Stab zu

$$\left(\tau_1 \cdot P \cdot l + 1 - \frac{\alpha l}{\operatorname{tg} \alpha l}\right) \left(\tau_2 \cdot P \cdot l + 1 - \frac{\alpha l}{\operatorname{tg} \alpha l}\right) - \left(1 - \frac{\alpha l}{\sin \alpha l}\right)^2 = 0 \quad (11)$$

Da die Gleichung von transzendenten Form ist, kann die Unbekannte  $P$  nicht explizite dargestellt werden; am geeignetsten ist daher die graphische Lösung, indem man für  $P$  und  $\tau_1$  alle möglichen Werte annimmt und daraus die  $\tau_2$  berechnet und aufträgt.

Zur bessern Auflösung wird die Gleichung (11) noch etwas umgewandelt.

Aus Gleichung (11)

$$P = n \cdot \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$$

und aus Gleichung (5)

$$\alpha = \sqrt{\frac{P}{EJ}}$$

folgt  $\alpha = \frac{\pi}{l} \sqrt{n}$

Wird  $\pi \sqrt{n} = x$  gesetzt, so erhält man

$$\left. \begin{aligned} \alpha l &= x \\ n &= \frac{x^2}{\pi^2} \\ P &= \frac{x^2 EJ}{l^2} \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Gleich. (11) geht somit über in

$$\left(x^2 \cdot \frac{\tau_1 EJ}{l} + 1 - \frac{x}{\operatorname{tg} x}\right) \times \left(x^2 \cdot \frac{\tau_2 EJ}{l} + 1 - \frac{x}{\operatorname{tg} x}\right) - \left(1 - \frac{x}{\sin x}\right)^2 = 0$$

Zur Abkürzung wird gesetzt:

$$C_1 = \frac{\tau_1 EJ}{l}, \quad C_2 = \frac{\tau_2 EJ}{l} \quad (13)$$

(Die Zahlenwerte  $C$  stellen den Einspannungsgrad oder Einspannungs-Koeffizienten der Stabenden dar.)

Es wird

$$\left(C_1 \cdot x^2 + 1 - \frac{x}{\operatorname{tg} x}\right) \left(C_2 \cdot x^2 + 1 - \frac{x}{\operatorname{tg} x}\right) - \left(1 - \frac{x}{\sin x}\right)^2 = 0$$

woraus

$$C_2 = -\frac{1}{x} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{\operatorname{tg} x}\right) + \frac{\left[\frac{1}{x} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{\sin x}\right)\right]^2}{C_1 + \frac{1}{x} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{\operatorname{tg} x}\right)} = A + \frac{B}{C_1 - A} \quad (14)$$

Da sich  $n$  zwischen 1 und 4 ändert, so sind nach Gleichung (12) für  $x$  Werte zwischen  $\pi \sqrt{1}$  und  $\pi \sqrt{4}$  zu wählen, d. h.  $\pi < x < 2\pi$ .  $C_1$  kann zwischen 0 und  $\infty$  alle möglichen Werte annehmen; praktisch kommen jedoch nur Werte

und für  $x = l$

$$0 = C_1 \sin \alpha l + \frac{M_1}{P} \cos \alpha l - \frac{M_2}{P}$$

woraus

$$C_1 = \frac{M_2 - M_1 \cos \alpha l}{P \sin \alpha l} \quad (7)$$

Zur Eliminierung der Unbekannten  $M_1$  und  $M_2$  hat man die Bedingungen, dass sich die Einspannstellen um  $-M_1 \tau_1$  bzw. um  $+M_2 \cdot \tau_2$  verdrehen.

Die erste Ableitung der Gleichung der elastischen Linie ergibt

$$\frac{dy}{dx} = C_1 \cdot \alpha \cos \alpha x - C_2 \cdot \alpha \sin \alpha x + \frac{M_1}{Pl} - \frac{M_2}{Pl} \quad (8)$$

Für  $x = 0$  wird

$$-M_1 \cdot \tau_1 = \frac{M_2 - M_1 \cos \alpha l}{P \cdot \sin \alpha l} \alpha + \frac{M_1}{Pl} - \frac{M_2}{Pl}$$

Setzt man für  $\frac{M_2}{M_1} = m$ , so folgt nach Division beider Seiten mit  $M_1$  und Multiplikation mit  $Pl$

zwischen 0 und 2 in Betracht, da für  $C > 2$  die Einspannung der Stabenden nicht mehr viel ausmacht.

Ist  $C = 0$ , so besteht feste Einspannung, u. zw., wenn

- a)  $\tau = 0$  (Einspannungstelle unverdrehbar)
- oder b)  $J = 0$  (massenloser Stab)
- oder c)  $l = \infty$  (unendlich langer Stab)

umgekehrt ist bei  $C = \infty$  der Stab gelenkig gelagert, d. h. wenn

- a)  $\tau = \infty$  (Einspannungstelle vollkommen drehbar)
- oder b)  $J = \infty$
- oder c)  $l = 0$

Die Grenzwerte unter b) und c) kommen jedoch praktisch nicht in Frage.

In begedruckter Tafel sind die nach Gleichung (14) berechneten Werte von  $C_2$  für bestimmte Intervalle von  $C_1$  und  $x$  aufgetragen, wobei die  $x$  nach Gleichung (12) auf  $n = \frac{x^2}{\pi^2}$  umgerechnet wurden.

Die Knickkraft eines beliebig eingespannten Stabes lässt sich nun leicht bestimmen; bei gegebenen Einspannungskoeffizienten  $C_1$  und  $C_2$  findet man  $n$  als die Ordinate des Schnittpunktes der  $C_1$ -Vertikalen und der  $C_2$ -Kurven, und es ist dann

$$P_k = n \cdot \frac{\pi^2 \cdot EJ}{l^2} \dots \dots \dots (1)$$

z. B. ist für  $C_1 = 0,80$  und  $C_2 = 0,30$

$$n = 1,70$$

Das gleiche Resultat erhält man natürlich, wenn  $C_1 = 0,30$  und  $C_2 = 0,80$  ist. Die Knicklast beträgt also für diese Einspannungskoeffizienten das 1,7-fache der Knicklast eines Stabes mit Spitzenlagerung.

Aus der Hauptgleichung (11) lassen sich die Eulerschen Formeln übrigens leicht ableiten, indem  $\tau = 0$  oder  $\tau = \infty$  gesetzt wird. Es führt dies zu folgenden Sonderfällen:

- a) gelenkige Auflagerung.

Es ist  $\tau_1 = \tau_2 = \infty$ ; somit ist das Produkt der beiden ersten Klammern auch gleich  $\infty$ , oder

$$\frac{al}{\sin al} = \infty$$

Dies ist nur möglich, wenn  $\sin al = 0$  oder wenn

$$al = 0, \pi, 2\pi, \dots$$

$al$  muss von 0 verschieden sein, da die Knickkraft ja eine absolute Grösse darstellt, somit besteht als erste Möglichkeit

$$al = \pi$$

worin für

$$\alpha = \sqrt{\frac{P}{EJ}} \text{ gesetzt wird,}$$

sodass

$$P = \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$$

- b) fest eingespannte Auflagerung.

Da  $\tau_1 = \tau_2 = 0$  ist, erhält man

$$\left(1 - \frac{al}{\text{tg } al}\right)^2 - \left(1 - \frac{al}{\sin al}\right)^2 = 0$$

oder

$$\text{tg } al = \sin al$$

somit

$$\cos al = +1$$

Dies ist der Fall bei  $al = 0, 2\pi, 4\pi, \dots$

Wie oben kommt der nächste Wert nach 0 in Frage, sodass

$$al = 2\pi \text{ oder } l \sqrt{\frac{P}{EJ}} = 2\pi$$

und

$$P = 4 \cdot \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$$

- c) einseitig eingespannter Stab.

Es ist  $\tau_1 = \infty$  und  $\tau_2 = 0$ , sodass

$$1 - \frac{al}{\text{tg } al} = \frac{\left(1 - \frac{al}{\sin al}\right)^2}{\infty + 1 - \frac{al}{\text{tg } al}} = 0$$

oder

$$al = \text{tg } al$$

Dies trifft nach  $al = 0$  zum erstenmal zu bei

$$al = 4,4935$$

oder

$$l \sqrt{\frac{P}{EJ}} = 4,4935$$

und

$$P = 20,19 \frac{EJ}{l^2} = \sim 2 \cdot \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$$

- d) an beiden Enden gleichmässig, elastisch eingespannter Stab.

Ferner möge noch der Fall betrachtet werden, wo allgemein  $\tau_1 = \tau_2$  wird; nach Gleichungen (9) oder (10) folgt, wenn für  $m = 1$  gesetzt wird

$$\begin{aligned} \tau \cdot P \cdot l &= -al \left( \frac{1}{\sin al} - \frac{1}{\text{tg } al} \right) = -al \frac{1 - \cos al}{\sin al} \\ &= -al \cdot \text{tg } \frac{al}{2} \end{aligned}$$

Nach Einführung der unter Gleichung (12) angeführten Substitutionen wird

$$Cx = -\text{tg } \frac{x}{2}$$

Die sich daraus ergebende Kurve ist in der Tafel punktiert aufgetragen worden; sie verbindet die Kreuzungspunkte der gleichwertigen  $C_1$  und  $C_2$ -Kurven.

Der Einfluss der elastischen Einspannung auf die Knickung möge in nachstehenden zwei Beispielen näher gezeigt werden.

1. Eisenbetonsäulen einer Hochbahn.

Die einzelnen Stablängen und Trägheitsmomente gehen aus nachstehender Skizze (Abb. 2) hervor:

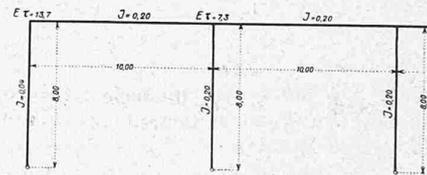


Abbildung 2.

Unten werden Gelenke ausgebildet, sodass  $\tau_u = \infty$  wird. Die Einheitsdrehwinkel der Pfeilerkopfanschlüsse sind nach den bekannten Ritter'schen Formeln

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{1}{1 + \frac{2EJ}{l} \cdot \tau^*} \cdot \frac{l}{3} \\ \tau &= \frac{(2l - 3a)}{(l - a)} \cdot \frac{l}{6EJ} \\ \tau^* &= \frac{1}{\frac{1}{\tau_l} + \frac{1}{\tau_r}} \end{aligned}$$

in sinngemässer Weise ermittelt worden, wonach für die Aussensäule

$$E\tau_0 = 13,7; E\tau_u = \infty$$

wird und sich die Einspannungs-Koeffizienten nach Gleichung (13) zu

$$C_0 = \frac{13,7 \times 0,04}{8,00} = 0,0685 \text{ und } C_u = \infty \text{ berechnen.}$$

Nach der Tabelle ergibt sich

$$n = 1,80$$

also

$$P = 1,80 \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$$

Für die erste Mittelsäule wird

$$E\tau_0 = 7,3 \text{ und } E\tau_u = \infty$$

woraus  $C_0 = \frac{7,3 \times 0,20}{8,00} = 0,184$  und  $C_u = \infty$

Nach der Tabelle wird

$$P = 1,56 \frac{\pi^2 \cdot EJ}{l^2}$$

2. Druckstäbe eines Eisenfachwerkes.

Das Axenbild, sowie die Längen und Trägheitsmomente der einzelnen Stäbe des Fachwerkes sind umstehender Skizze zu entnehmen, in der die Längen in  $dm$  über, die Trägheitsmomente in  $dm^4$  unter den Stäben eingetragen sind.

Die Anschlussdrehwinkel der einzelnen Stäbe werden nach den vorhin angeführten Formeln ermittelt, wobei als erste Annäherung  $\tau = \frac{l}{3,5 EJ}$  angenommen wird.

a) Obergurtstab  $O_1$ 

Es wird  $E\tau_1 = 1,29$  woraus  $C_1 = \frac{1,29 \times 12,0}{50,9} = 0,305$

$$E\tau_2 = 0,855 \quad " \quad C_2 = \frac{0,855 \times 12,0}{50,9} = 0,202$$

Die Tabelle ergibt ein  $n = 2,13$ , oder die freie Knicklänge beträgt  $l_0 = 0,685 l$

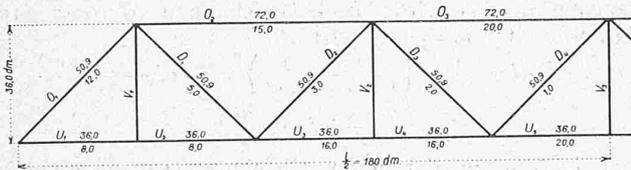


Abbildung 3.

b) Obergurtstab  $O_2$ 

Es wird  $E\tau_1 = 0,79$ , woraus  $C_1 = \frac{0,79 \times 15,0}{72,0} = 0,165$

$$E\tau_2 = 0,707, \quad " \quad C_2 = \frac{0,707 \times 15,0}{72,0} = 0,147$$

Diesen  $C$ -Werten entspricht  $n = 2,51$  oder  $l_0 = 0,632 l$ .

Bei den Gurtstäben ist Bedingung, dass die benachbarten Stäbe die Knickgrenze nicht gleichzeitig mit dem untersuchten Stab erreichen.

c) Druckstrebe  $D_2$ 

Bei  $E\tau_1 = 0,517$  somit  $C_1 = \frac{0,517 \times 3,0}{50,9} = 0,030$

und  $E\tau_2 = 0,357 \quad " \quad C_2 = \frac{0,357 \times 3,0}{50,9} = 0,021$

wird  $n = 3,60$  oder die freie Knicklänge  $l_0 = 0,526 l$ .

Wie die Berechnungen zeigen, überschreitet die freie Knicklänge  $l_0$  nirgends den in den schweiz. Vorschriften vom 7. VI. 1913 vorgeschriebenen Wert von  $0,8 l$ ; es ist vielmehr, namentlich bei den Füllungsstäben, eine bedeutend grössere Einspannung vorhanden.

Einer freien Knicklänge  $l_0 = 0,8 l$  würde ein  $n = 1,57$  entsprechen, oder ein Spannungskoeffizient von  $C_1 = C_2 = 0,60$ .

Biebrich a/Rhein und Bern im August 1917.

## Zum Wettbewerb für Gross-Zürich.

Etwas mehr als acht Jahre sind verflossen, seit in der Zürcher Tagespresse der Kampf entbrannte um „die Strasse als Selbstzweck“, der Kampf gegen den veralteten Geist eines kleinlichen, knöchernen Schematismus, der allzulange mit seinem blutlosen „Technisch richtig“ unsere Stadtplan-Entwicklung beherrschte. Auch wir nahmen damals jenen Kampf der Meinungen auf.<sup>1)</sup> Er führte zur Städtebau-Ausstellung im Jahre 1911<sup>2)</sup> und, durch sie kräftigt belebt, zur Veranstaltung des grossen Wettbewerbs, dessen Ergebnis jetzt die beiden Turnhallen am Hirschengraben bergen.

Damit ist die erste Stufe zum gesteckten Ziel erreicht, und mit einem Gefühl hoher Befriedigung durchwandern die reichhaltige Ausstellung Alle, die so oder so mitgeholfen, die unmittelbar oder mittelbar am Ergebnis mitgewirkt haben. Mit Dank gedenken wir heute der Hauptförderer der neuen Ideen bei uns, Gustav Langen durch seine Reden, Hermann Jansen durch seinen Berliner Entwurf, an dem so klar gezeigt werden konnte, auf was es auch bei uns ankommt. Eingeschlossen in den besondern Dank sei auch der Zürcher Bauvorstand Dr. E. Klöti, dessen verständnisvollem Eingehen auf die Dinge die energische und gründliche Durchführung des Wettbewerbs zuzuschreiben ist.

Die erste Stufe, noch nicht das Ziel ist erreicht! Was aber zu den besten Hoffnungen ermutigt, das ist die Fülle anregender Gedanken, die der Wettbewerb offenbart hat. Wenn auch vieles davon nicht im engern Sinn „brauchbar“ ist, so ist es darum nicht minder wertvoll

<sup>1)</sup> Bd. LVI, S. 309 (3. Dez. 1910). <sup>2)</sup> Bd. LVII, S. 55, 61 ff.

und zu begrüssen als Zeichen des neuen Geistes, überhaupt von Geist, der die weitere Stadtplanentwicklung be-seelen muss. Das ist es, was uns am Ergebnis so sehr erfreulich erscheint. Wir können bei mancher Arbeit erkennen, dass der vor acht Jahren gestreute Same Wurzel geschlagen hat, kräftiger, als wir es im Stillen hofften. Das bezieht sich auf das Erfassen des Sinnes eines Bebauungsplans, wie auf das organische Zusammenwirken von Architekt und Ingenieur. In diesem Zusammenhang sei besonders auch der Geometer gedacht, von denen sich eine erfreuliche Anzahl vom Schema zu befreien streben und darin schon schöne Erfolge erzielt haben.

Fast in allen Entwürfen begegnen wir dem neuen Geist. Da und dort ist er noch überschäumend und unvergoren, aber er ist doch da. Und das ist verheissungsvoll. Dieser Pfingstgeist künstlerischen Lebens in Planung und Aufbau unserer Wohnstätten wird sich weiter entwickeln und verbreiten und uns dem schönen Ziel zum allgemeinen Wohle näher und näher bringen. Carl Jegher.

## Chemisch-physikalischer Kurs für Gasingenieure an der Eidg. Technischen Hochschule.

Für Studierende und Zuhörer der obern Semester der Eidg. Technischen Hochschule, sowie für in der Praxis stehende Ingenieure oder Absolventen eines Technikums und höhere Beamte von Gaswerken findet am Schluss des Sommersemesters 1918 während ein bis zwei Wochen ein chemisch-physikalischer Kurs für Gasingenieure statt unter Leitung des Unterzeichneten.

Das Kursgeld beträgt für reguläre Studierende 25 Fr. und für andere Kursteilnehmer 50 Fr. Anmeldungen sind bis Ende Juni an das Rektorat der E. T. H. zu richten.

Der Kurs, der vom Vorstand des Vereins von Gas- und Wasserfachmännern begrüsst wird und vom Schweiz. Schulrat wie vom Rektorat der Eidg. Technischen Hochschule in wohlwollendster Weise bewilligt wurde, umfasst folgende Arbeiten:

Handhabung der analytischen Wage sowie der Pipetten und Büretten; Titration von Säuren und Basen mit Methylorange und Phenolphthalein als Indikatoren.

Bestimmung des Feuchtigkeits- und Aschengehalts, der Koks-ausbeute und womöglich des Schwefelgehalts der Steinkohlen; in Anlehnung daran ergibt sich auch die Untersuchungsweise des Koks.

Bestimmung des spezifischen Gewichts und Ammoniakgehalts von Gaswässern und Salmiakgeist; Bestimmung des Wasser-, Säure- und Ammoniakgehalts von Ammoniaksalzen; Bestimmung des Aetz-kalkgehalts von gebranntem Kalk.

Untersuchung frischer Gasreinigungsmasse auf Feuchtigkeits- und Eisenhydratgehalt; Untersuchung gebrauchter Gasreinigungsmasse auf Schwefel-, Cyan-, Ammoniak- und Rhodangehalt; analog gestaltet sich die Untersuchung des sog. Cyanschlamms.

Bestimmung von spezifischem Gewicht und Heizwert des Steinkohlengases usw.; vollständige Gasanalyse und Rauchgas-Analyse.

Untersuchung von Teer auf spezifisches Gewicht, Wasser-, Oel- und Pechgehalt; Fraktionierung der Teeröle in Leicht-, Mittel-, Schwer- und Anthracenöl, sowie Ermittlung des Phenol- und Naph-talingehalts; Bestimmung des Erweichungspunkts von Pech.

Untersuchung von Schmiermitteln auf Viskosität, Tropfpunkt, Flammpunkt und Säuregehalt; Einteilung der Oele gemäss dem Schmierzweck.

Untersuchung von Kesselspeisewasser und Vornahme der Reinigung.

Sphärische Lichtmessungen; Beleuchtungsmessungen.

Messung hoher (Ofen-) Temperaturen.

Chemisch-physikalische Kontrolle einer Gasfabrik.

Die Uebungen finden zum Teil im Chemiegebäude der Eidg. Technischen Hochschule, Universitätsstrasse 6, zum Teil im Gaswerk der Stadt Zürich in Schlieren statt. Sie beginnen, normale Verhältnisse vorausgesetzt, Montag den 15. Juli laufenden Jahres, vormittags 8 Uhr, in einem Arbeitsaal des Erdgeschosses des Chemiegebäudes und werden, wie bereits oben erwähnt, eine bis zwei Wochen in Anspruch nehmen.

Dr. E. Ott,

Leiter des Laboratoriums des Gaswerkes Zürich in Schlieren.