

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	88 (1970)
<b>Heft:</b>	35
<b>Artikel:</b>	Angenäherte Ermittlung der Biege- und Torsionsmomente in schwach gekrümmten Trägern
<b>Autor:</b>	Hartenbach, Maurice
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-84607">https://doi.org/10.5169/seals-84607</a>

### **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:** 22.02.2026

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

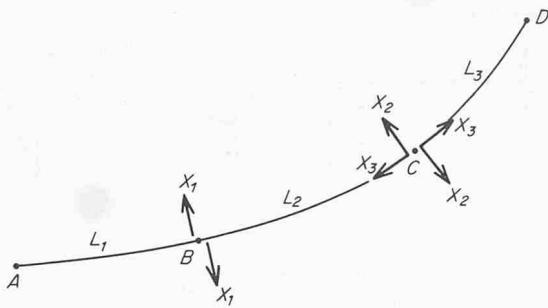


Bild 26

Ein Zweifeld-Träger ist bei torsionsfester Lagerung über den Stützen dreifach statisch unbestimmt, ohne torsionsfeste Lagerung dagegen statisch bestimmt. Hieraus ergibt sich nun auch die (bedeutend kompliziertere) Berechnungsmethode, die bei Trägern ohne torsionsfeste Einspannung über den Stützen anzuwenden ist.

Als Grundsystem dient im allgemeinen der Zweifelbalken, dessen Auflagerreaktionen mit drei Gleichgewichtsbedingungen ermittelt werden (Bild 25). Die Schnittkräfte (Querkräfte, Biege- und Torsionsmomente) sind damit bestimmt.

## Angenäherte Ermittlung der Biege- und Torsionsmomente in schwach gekrümmten Trägern

Von M. Hartenbach, dipl. Ing., St-Blaise

Angeregt durch den Vortrag von Ing. Dr. Ch. Menn an der Tagung der FGBH vom 8.11.63 und in Anlehnung an dessen Publikation (SBZ 19.3.64, 82. Jahrgang, H. 12, S. 185) versucht der Verfasser eine genäherte Berechnungsart der selben Probleme darzustellen.

Ausgehend vom Grundsystem des einfachen gekrümmten Balkens, der an den Auflagern torsionsfest gehalten ist, werden die Biege- und Torsionsmomente schrittweise mit den geläufigen Methoden der Baustatik ermittelt. Die statische Bedeutung des Grundsystems und der Überzähligen soll bei jedem Schritt erkennbar sein.

Im letzten Abschnitt werden die Beispiele der SBZ vom 19.3.64 berechnet und die Ergebnisse verglichen.

1. Angenommen wird ein im Grundriss mit dem Radius  $R$  gekrümmter Balken, dessen Querschnitt eine vertikale Symmetrieebene aufweist und der in dieser Ebene belastet ist. Die Auflager seien torsionssteif gehalten, jedoch wie beim einfachen Balken in der Vertikalebene frei drehbar.

Neben Durchbiegungen treten in diesem Balken auch Verdrehungen auf. Die Querschnitte sind durch Biegemoment  $M$  und Querkraft  $Q$  sowie durch ein Torsionsmoment  $M_T$  beansprucht. Es soll gezeigt werden, wie man die Biege- und Torsionsmomente in einem schrittweisen Verfahren genähert bestimmen kann.

2. In einer ersten Berechnungsstufe wird vorausgesetzt, dass sich der Träger nur vertikal durchbiegen kann. Der

$$(35) \quad \begin{cases} A + B + C = P; \\ Bx_B + Cx_c = P \cdot x_B \\ By_B + Cy_c = P \cdot y_B \end{cases}$$

Bei Trägern mit gemischten Auflagerbedingungen, z. B. Dreifeldträger mit torsionsfester Einspannung bei den Endauflagern und Punktbelastung über den Stützen, werden das Grundsystem und die überzähligen Größen gemäß Bild 26 gewählt.

Über der Stütze  $B$  ist nur ein Biegegelenk eingeschaltet, die torsionsfeste Verbindung zwischen den Trägerteilen  $L_1$  und  $L_2$  bleibt dagegen auch im Grundsystem erhalten. Über der Stütze  $C$  ist der Träger dagegen vollständig getrennt. Die Auflagerreaktionen  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und  $M_{TA}$  am Grundsystem des ersten Trägerteils ( $A-C$ ) sind durch drei Gleichgewichtsbedingungen und eine Momentbedingung in  $B$  bestimmt.

Die Torsionsmomente infolge Vorspannung werden nach den in 6. gemachten Angaben bestimmt. Die «Parasitärmomente», das heißt die überzähligen Größen infolge Vorspannung, sind aus den Elastizitätsbedingungen zu bestimmen.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. techn. C. Menn, dipl. Bau-Ing., 7000 Chur, Quaderstrasse 18.

DK 624.072.4.001.2

Träger soll also durch gedachte Festhaltungen auf seine ganze Länge am Verdrehen verhindert werden. Die Größe von  $M$  kann man für die Trägerabwicklung  $L$  wie für einen geraden Balken bestimmen. Die Richtungsänderung des Vektors  $M$  wird durch die entsprechenden Festhaltungen bewirkt.

3. In der zweiten Stufe wird die in der ersten Stufe eingeführte Festhaltung gelöst, so dass sich der Träger frei verdrehen kann. Durch eine gedachte Stützung des Trägers auf seine ganze Länge soll aber eine weitere Durchbiegung verhindert sein.

Die Richtungsänderung des Biegemomentes  $M$  am gekrümmten Balken wird gemäß Bild 1 durch ein spezifisches Torsionsmoment  $m_t$  bewirkt. Analog der Umlenkkraft eines Spannkabels  $u = \frac{Z}{R}$  t/m erhält man  $m_t = \frac{M}{R}$  oder geometrisch betrachtet:

$m_t \cdot ds : M = ds : R$ , woraus  $m_t = \frac{M}{R}$   $mt/m^2$ . Summiert man  $m_t$  über den Balken, so erhält man das Torsionsmoment  $M_{Tx}$ . Man kann  $M_{Tx}$  auch als «Querkraft» der «Belastung»  $m_t$  auffassen. Die  $G \cdot J_T$ -fache Verdrehung erhält man durch summieren von  $d\varphi_x = M_{Tx} \cdot ds$ . Für Auflager, die sich quer nicht verdrehen können, hat man die Randbedingungen  $\varphi_A = \varphi_B = 0$ .

Für ein Torsionsmoment, das einseitig an einem Balken angreift, erhält man gemäß Bild 2:

$$\varphi_{11} \cdot G \cdot J_T = 1 \cdot L \quad (L = \text{Balkenlänge})$$

$$G = \text{Gleitmodul} = 3/7 \cdot E$$

$$J_T = \text{Trägheitsmoment gegen Verdrehung}$$

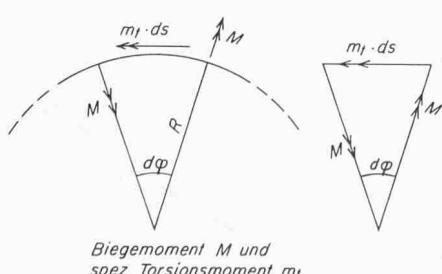


Bild 1

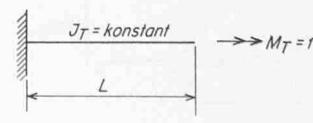
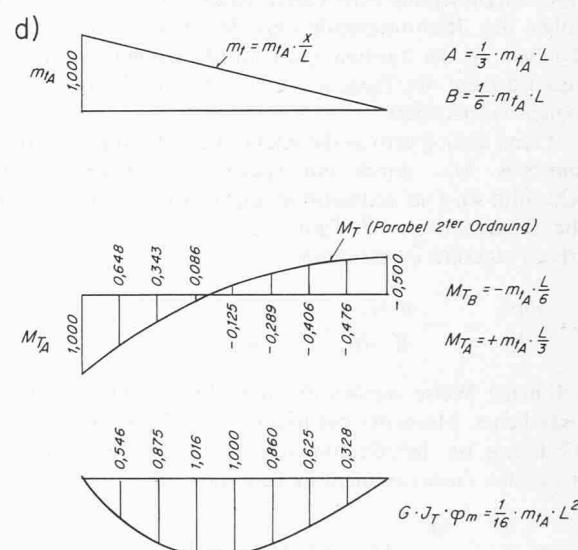
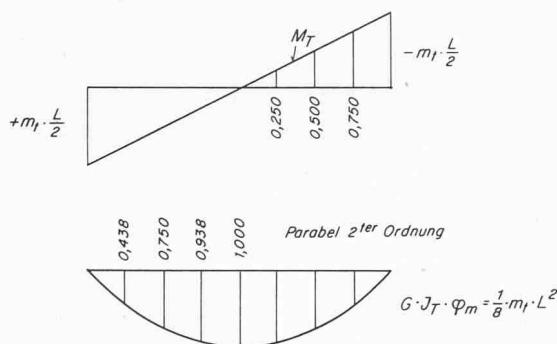
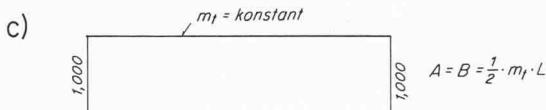
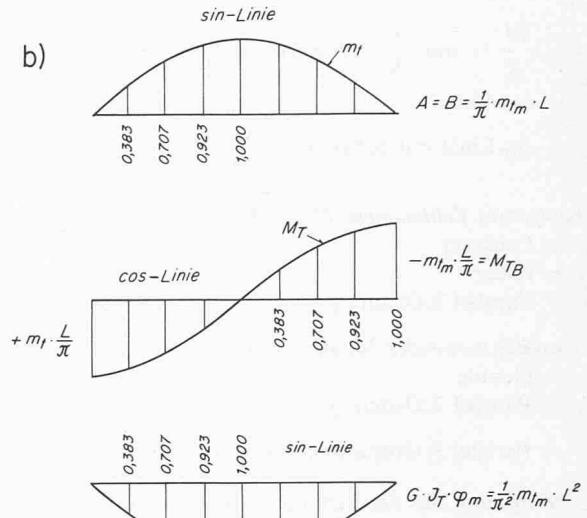
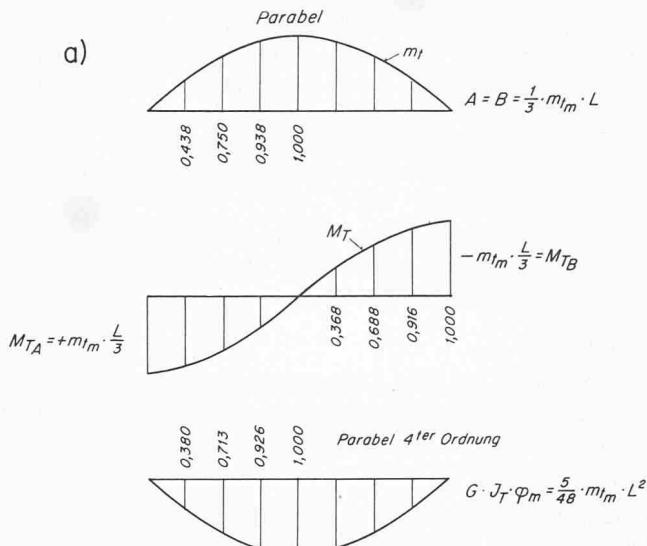


Bild 2



e)

Die 3<sup>te</sup> Stufe ergibt  $\bar{q} = \frac{M_e}{R^2} \cdot \frac{x}{L}$  (Dreieck-Last)

$\bar{M}$  = kubische Parabel mit  $\bar{M}_m = \bar{q} \cdot \frac{L^2}{16}$

$m_t = \frac{\bar{M}_m}{R}$  gibt  $\bar{M}_t$  (Parabel 4. Ordnung)

$\eta$ -Werte dieser Parabel Bild 3e

Wenn man  $\bar{m}_{t_m}$  in die sin.-Funktion einsetzt, so weichen die  $\bar{M}_T$ -Werte  $\eta'$  nur wenig von der Parabel 4. Ordnung ab

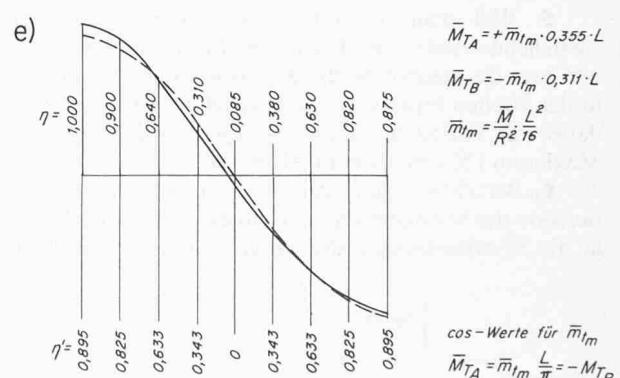


Bild 3

Den Balken mit Torsionsmoment  $M_T = 1$  zeigt Bild 2.  
Bild 3: Beispiele für die Ermittlung der Torsionsmomente

und die Verdrehungen in Funktion von  $m_t = \frac{M}{R}$

a) konstante Belastung  $p$

$M$  — Momentenlinie Parabel 2. Ordnung

$m_t = \frac{M}{R} = \text{um } \frac{1}{R} \text{ reduzierte Parabel 2. Ordnung}$

$M_T = \text{Parabel 3. Ordnung (analog Querkraftslinie)}$

$\varphi_x = \text{Parabel 4. Ordnung (analog Biegelinie)}$

b) sinusförmige Belastung

$M$  — Momentenlinie  $= p \cdot \frac{L^2}{\pi^2} = \text{sin-Linien-Scheitel}$

$$m_t = \frac{M}{R} = \text{um } \frac{1}{R} \text{ reduzierte sin-Linie}$$

$M_T$  = cos-Linie

$$\varphi_x = \text{sin-Linie mit Scheitel } p \cdot \frac{L^4}{\pi^4} : G \cdot J_T$$

c) konstantes Feldmoment  $M_A = M_B$

$m_t$  = konstant

$M_T$  = linear

$\varphi_x$  = Parabel 2. Ordnung

d) einseitig wirkendes Moment  $M_A$

$m_t$  = Gerade

$M_T$  = Parabel 2. Ordnung

$$\varphi_x = \text{Parabel 3. Ordnung (in Feldmitte } G \cdot J_T = m_{tA} \cdot \frac{L^2}{16})$$

Man kann die Verdrehung als Seillinie von  $m_t$  darstellen. Das Torsionsmoment entspricht der Änderung der Verdrehung. Man kann es als Querkraft von  $m_t$  auffassen.

4. In der dritten Berechnungsstufe wird der Träger wieder durch eine gedachte Festhaltung am weiteren Verdrehen verhindert, so dass er sich nur vertikal weiter durchbiegen kann. Diese Durchbiegung wird durch Biegemomente verursacht, die infolge der Richtungsänderung der Torsionsmomente  $M_T$  entstehen. In der zweiten Stufe wurde gezeigt, wie die Richtungsänderung des Biegemomentes ein spezifisches Torsionsmoment  $m_t$  erfordert.

Ganz analog erfolgt die Richtungsänderung des Torsionsmomentes  $M_{tx}$  durch ein spezifisches Biegemoment  $m_b$  (siehe Bild 4). Die Aufsummierung von  $m_b$  ergibt das zusätzliche Biegemoment  $\bar{M}$ . Einfacher kann man  $\bar{M}$  durch eine fiktive Trägerlast  $\bar{q}$  bekommen.

$$\bar{q} = \frac{dm_b}{ds} = -\frac{dM_T}{R \cdot ds} = -\frac{mt}{R} = -\frac{M}{R^2}$$

In üblicher Weise werden damit  $\bar{q}$  (fiktive Querkraft) und  $\bar{M}$  (zusätzliches Moment) bestimmt. Wenn z. B.  $M$  eine Parabel 2. Ordnung ist, herrührend von konstanter Belastung  $p$ , so beträgt das Zusatzmoment in Feldmitte des einfachen Balkens

$$\bar{M}_m = \frac{5}{48} \cdot \frac{M}{R^2} \cdot L^2 \quad (\text{vergl. Bild 3 a})$$

Man kann sofort abschätzen, ob das Zusatzmoment schon so klein ist, dass es vernachlässigt werden darf.

5. Will man das infolge Richtungsänderung von  $\bar{M}$  entstehende zusätzliche Torsionsmoment ermitteln, so verkleinert man das zusätzliche Biegemoment  $\bar{M}$  mit  $1/R$  und geht wie in der zweiten Stufe vor. Die Parabel 4. Ordnung ersetzt man dabei mit Vorteil durch eine sin-Linie, denn diese weicht im Maximum 1 % von der Parabel ab (Bild 3).

6. Berücksichtigung der Vorspannung. Wenn die Resultierende der Vorspannung im Grundsystem (einfacher Balken) in die Symmetrieebene des Trägers fällt, so entstehen keine

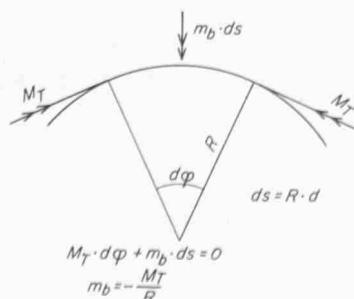


Bild 4

seitlichen Verbiegungen und keine Verdrehungen. Die Auflagerwinkel entsprechen denen des gleich langen geraden Balkens. Aus ihnen erhält man bei Kontinuität die Zwängungsmomente ( $M_{par.}$ ). Die Zwängungsmomente entsprechen äusseren Kräften, d.h. Verlagerungen der Auflagerkräfte. Sie sind mit spezifischen Torsionsmomenten gekoppelt wie die normalen Kontinuitätsmomente.

Daraus ergibt sich, dass die Torsionsmomente eines einfachen, im Grundriss gekrümmten Balkens durch die Vorspannung nicht reduziert werden.

### Beispiele

Die vorgeschlagene Näherungsberechnung wird auf die Beispiele angewendet, die in der SBZ vom 19.3.64 (82.Jg., S.185) von C. Menn, Dr.sc.techn. ETH, dargestellt wurden.

#### A. Einfacher Balken

Radius  $R$  des Balkens 50 m; abgewickelte Länge  $L = 32$  m. Dies entspricht einem Zentriwinkel von  $36^\circ 40'$ ;  $p = 10 \text{ t/m}^2$ .

$$M_o = 10 \cdot \frac{32^2}{8} = 1280 \text{ mt.} \quad m_t = \frac{1280}{50} = 25,6 \text{ mt/m}^2$$

(Parabel 2.0.)

$$M_{TA} = 25,6 \cdot \frac{32}{3} = 273,0 \text{ mt.}$$

3. Stufe

$$q = \frac{1280}{50 \cdot 50} = 0,512 \text{ t/m}^2 \quad (\text{Parabel 2.0.})$$

$$\text{Zusatzmoment } \bar{M}_o = \frac{5}{48} \cdot 0,512 \cdot 32^2 = 54,7 \text{ mt}$$

(Parabel 4.0.)

$$M_o^{tot} = 1280,0 + 54,7 = 1334,7 \text{ mt} \quad (\text{Menn: 1336,97})$$

(theoretisch sind die Werte identisch. Die Differenz ergibt sich aus Seilpolygongleichung und Integration)

$$\text{Zusatzmoment } M_{TA} = \frac{54,7}{50} \cdot \frac{32}{\pi} = 11,1 \text{ mt}$$

(sin statt Parabel 4.0.)

$$\text{Torsion } M_{TA}^{tot} = 273,0 + 11,1 = 284,1 \text{ mt} \quad (\text{Menn: 280 mt})$$

(284,9 mt geometrisch berechnet)

#### B. Balken beidseitig total eingespannt

$$M_A = -10 \cdot \frac{32^2}{12} = -853 \text{ mt.} \quad m_t = -\frac{853}{50} = -17,0 \text{ mt/m}^2 \quad (\text{konstant})$$

$$M_{TA} = -17,0 \cdot \frac{32}{2} = -272 \text{ mt}$$

3. Stufe: (Grundsystem einfacher Balken)

$$q = \frac{-853}{50 \cdot 50} = -0,341 \text{ t/m}^2 \quad (\text{konstant})$$

$$\text{Zusatzmoment } \bar{M}_o = -\frac{1}{8} \cdot 0,341 \cdot 32^2 = -43,7 \text{ mt; } \bar{M}_A = 0$$

(Parabel 2.0.)

$$\text{Einspannstelle } M = -853,0 - 0,0 = -853,0 \text{ mt}$$

(rd. 2 % zu klein)

$$\text{Feldmitte } M = 1334,7 - 853,0 - 43,7 = +438,0 \text{ mt.}$$

(rd. 5 % zu gross.)

$$\text{Torsion Zusatzmoment } M_{TA} = \frac{-43,7}{50} \cdot \frac{32}{3} = -9,3 \text{ mt.}$$

$$\text{Torsion } M_{TA}^{tot} = 284,1 - 272,0 - 9,3 = +2,8 \text{ mt}$$

C. Vorspannung (Kabelführung siehe Bild 4 unten)

$$\bar{A}_o = 2/3 \cdot 200 \cdot 4,00 + 200 \cdot 16,00 - 2/3 \cdot 600 \cdot 12,00 = \\ = 533 + 3200 - 4800 = - 1067 \text{ t. m}^2$$

$$\bar{A}_1 + \bar{B}_1 = 1/2 \cdot L = 16,00 \text{ m}; M_{par.} = \frac{1067}{16} = 66,7 \text{ mt}$$

$$m_t = \frac{66,7}{50} = 1,333 \text{ mt/m}$$

$$M_A = 400,0 + 66,7 = 466,7 \text{ mt}; M_{Feld} = - 400,0 + 66,7 = \\ = - 333,3 \text{ mt}$$

$$M_{TA} = 1,333 \cdot \frac{32}{2} = 21,3 \text{ mt}$$

2. Stufe: (Grundsystem einfacher Balken)

$$\bar{q} = \frac{66,7}{50 \cdot 50} = 0,0266 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Zusatzmoment } \bar{M}_o = 0,0266 \cdot \frac{32^2}{8} = + 3,4 \text{ mt};$$

(Parabel 2.0.)

$$\text{Vorspannmoment im Feld: } M_{V^tot} = - 333,3 + 3,4 = \\ = - 329,9 \text{ mt}$$

$$\text{bei Einspannstelle: } M_{VA} = + 466,7 + 0,0 = + 466,7 \text{ mt} \\ (\text{Berechnung Menn: } + 466,1 \text{ mt bzw. } - 330,4 \text{ mt})$$

$$\text{Torsion Zusatzmoment } \bar{M}_{TA} = \frac{3,4}{50} \cdot \frac{32}{3} = 0,7 \text{ mt}$$

$$\text{Torsion } M_{TA}^{tot} = 21,3 + 0,7 = 22,0 \text{ mt (Menn: 21,9 mt)}$$

Zusammenfassung über die stufenweise Näherungsberechnung

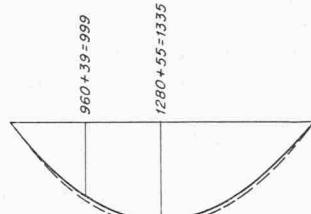
1. Grundsystem: einfacher Balken, torsionsfest beidseitig gehalten.

2. Bestimmung von  $M_o$  (z. B.  $M_o = p \cdot \frac{L^2}{8}$ )

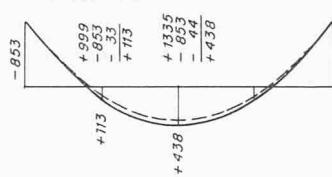
$L$  = abgewickelte Länge,

Bild 4

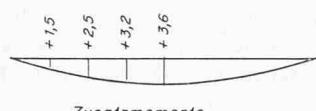
Biegemomente



A. Einfacher Balken

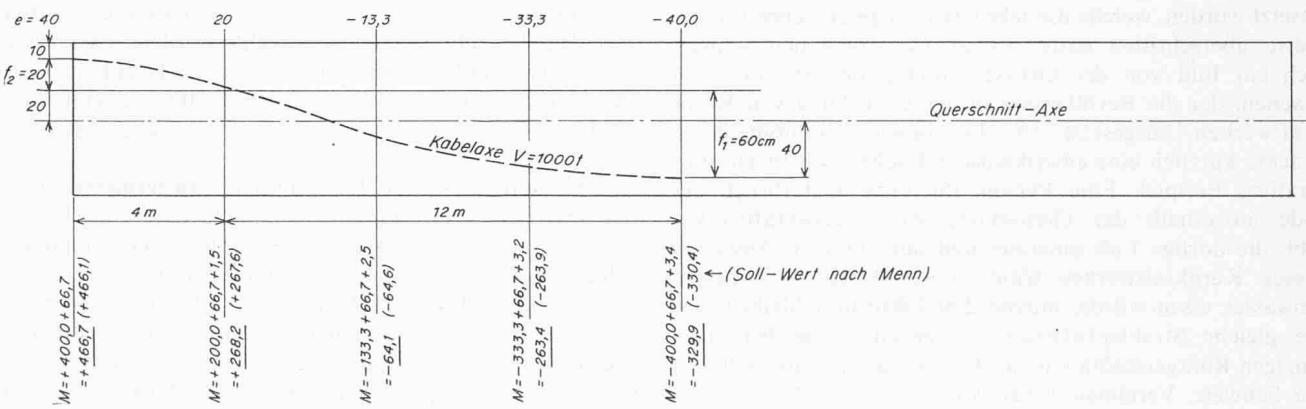
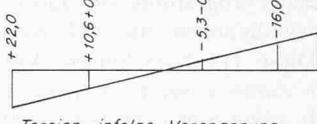
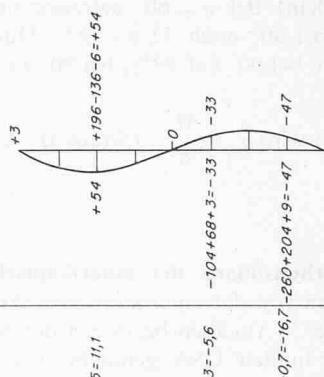
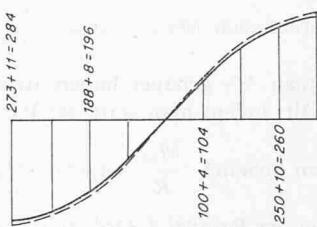


B. Balken total eingespannt



C. Vorspannung

Torsionsmomente



$$\text{dazu Zusatzmoment } \bar{M} = \frac{M_o}{R^2} \cdot \frac{5}{48} \cdot L^2$$

$$(\bar{M} = 3\% \cdot M_o \text{ für } \varphi = 30^\circ)$$

$$11\% \cdot M_o \text{ für } \varphi = 60^\circ$$

$$26\% \cdot M_o \text{ für } \varphi = 90^\circ$$

$$\text{Mit } M_o + \bar{M} \text{ berechnet man } EJ \cdot \alpha_o \cong (M_o + \bar{M}) \cdot \frac{L}{3}$$

Die Auflagerdrehwinkel infolge der Überzähligkeiten  $M_1$  und  $M_T$  bei Kontinuität dürfen wie beim geraden Balken mit  $E \cdot J \cdot \alpha_1 = L/3$  bzw.  $EJ \cdot \alpha_2 = L/6$  angenommen werden.

Die Feldmomente infolge  $M_1 = 1$  setzen sich analog

$$M_o + \bar{M} \text{ aus } M_x = M_1 \cdot \frac{x}{L} + \frac{M_1}{R^2} \cdot \eta \cdot L^2 \text{ zusammen,}$$

$$\left( \text{z. B. } M_m = \frac{M_1}{2} + \frac{M_1}{R^2} \cdot \frac{L^2}{16} \right)$$

Bis  $60^\circ$  ist der Fehler von  $M_x$  kleiner als 1 %

Bei  $90^\circ$  werden die Stützenmomente rund 6 % zu gross.

**3. Berechnung der Torsionsmomente.** Aus  $M_o$  berechnet man

$$m_t = \frac{M_o}{R}, \text{ woraus sich } M_{TA} = m_{tm} \cdot \frac{L}{3} = -M_{TB} \text{ ergibt}$$

(Bild 3a). Will man  $M_T$  genauer haben, so ermittelt man  $\bar{m}_t$  aus  $\bar{M}$  und erhält, indem man statt der Parabel 4. Ord. eine

$$\text{sin-Last mit dem Scheitel } \frac{M_m}{R} \text{ einsetzt. } \bar{M}_{TA} = \bar{m}_{tm} \cdot \frac{L}{\pi}.$$

(vergl. Ordinaten der Parabel 4. Ord. mit sin-Ordinaten). Bis  $\varphi = 30^\circ$  sind die Torsionsmomente der 1. Stufe genügend genau (rund 2 % zu klein). Bei  $\varphi = 60^\circ$  betragen sie rund 90 % der theoretischen; bei  $90^\circ$  noch 72 bis 82 %. Durch eine weitere Stufe können sie bei  $60^\circ$  auf 99 %, bei  $90^\circ$  auf 95 % verbessert werden.

Für  $M_1 = 1$  wird  $\bar{q} = \frac{M_1}{R^2}$ . Daraus  $\bar{M}$  = kubische Parabel.

## Umschau

**Die Sicherheitsbilanz der amerikanischen Reaktoren.** Kürzlich wurden von der amerikanischen Atomenergiekommission (US AEC) Angaben bezüglich der Sicherheitsbilanz der Reaktoren in den USA gemacht. Seit dem Anlaufen des zivilen Reaktorprogramms im Jahre 1954 habe die AEC Betriebsbewilligungen für 114 Kernreaktoren aller Typen erteilt. Diese 114 Forschungs-, Versuchs- und Leistungsreaktoren waren zusammen mehr als 780 Reaktorjahre in Betrieb, ohne einen einzigen strahlenverursachten Todesfall oder auch nur einen ernstlichen Strahlenunfall. Die 17 Kernkraftwerke dieser Gruppe erreichten bisher 90 Reaktorjahre sicheren Betriebs. In keinem Fall ist auch nur ein einziges Mitglied der Bevölkerung einer Strahlung ausgesetzt worden, welche die sehr strengen gesetzlichen Grenzwerte überschritten hätte. Es ist für den Laien schwer, sich ein Bild von der Größenordnung der Strahlung zu machen, der die Bevölkerung in der Umgebung von Kernkraftwerken ausgesetzt ist. In diesem Zusammenhang brachte kürzlich eine amerikanische Fachzeitschrift ein illustatives Beispiel. Eine Person, die ohne Unterbruch gerade ausserhalb der Gemarkung eines Kernkraftwerkes lebt, die dortige Luft einatmet und nur aus dem Abwasser dieses Kernkraftwerkes trinkt sowie Fisch aus diesem Abwasser essen würde, müsste 200 Jahre dort bleiben, um die gleiche Strahlenbelastung zu erhalten wie bei einer einzigen Röntgenaufnahme des Brustkastens. (Mitgeteilt von der Schweiz. Vereinigung für Atomenergie SVA.)

DK 621.039.58

Es folgt  $\bar{m}_t = \frac{\bar{M}}{R}$  und  $M_T$  infolge kubischer Belastung (Bild 3e).

In Bild 3e wird gezeigt, dass man  $\bar{m}_t$  sinusförmig annehmen kann mit  $\bar{m}_{tm} = \frac{\bar{M}}{R} \cdot \frac{L^2}{16}$ . Da es sich um die 2. Stufe der Torsionsmomente handelt, können die Differenzen vernachlässigt werden.

**4.** Vielleicht ist der Leser misstrauisch, weil die Torsionssteifigkeit bei der Ermittlung der Biege- und Torsionsmomente nie in Erscheinung tritt. Es ist klar, dass die  $\alpha$ -Werte durch die Verdrehung vergrössert werden. Allerdings ist der Anteil von  $\alpha_T$  relativ klein. Zudem kommen die Werte im Zähler und im Nenner vor. Da die Verhältnisse der  $\alpha$ -Werte  $\alpha_{tot}$  gekrümmter Balken zu  $\alpha$  gerader Balken für die gewählten Zentriwinkel  $L/R$  praktisch konstant sind, ergeben sich die gleichen Grössen für die Überzähligkeiten, wenn man den geraden Balken als Ersatzsystem wählt.

Auch die Variation von  $\frac{E \cdot J}{G \cdot J_T}$  ist für Kastenträger und Rechteckquerschnitte von sekundärem Einfluss, denn sie ändert nur den kleinen Wert  $\alpha_T$  um rund  $\pm 50\%$ .

Für die Zentriwinkel  $60^\circ$  und  $90^\circ$  wurden die Einspannmomente bei totaler Einspannung und einem Steifigkeits-

$$\text{verhältnis } \frac{E \cdot J}{G \cdot J_T} = 1,0 \text{ berechnet.}$$

Für  $60^\circ$  weichen sie weniger als 1 % von den theoretischen ab. Mit einem Steifigkeitsverhältnis 0,6 (Platte) werden die Momente 4 % grösser; mit 1,5 (Kastenträger) werden sie 4 % kleiner.

Analog erhält man bei  $90^\circ$  ein um 6 % zu grosses Einspannmoment und die Variation mit der Steifigkeit macht  $\pm 7\%$  aus.

Adresse des Verfassers: Maurice Hartenbach, dipl. Bau-Ing., 2072 St-Blaise NE.

**Internationaler Telephon-Selbstwahlverkehr in Grossbritannien.** Die britischen Fernsprechteilnehmer werden im Jahre 1975 in der Lage sein, im Selbstwahlverkehr mit nahezu allen Teilen der Welt zu telefonieren. Dies wird eine neue Telephonzentrale ermöglichen, deren Bau mit einem Kostenaufwand von 17 Mio £ in London geplant ist. Über diese Zentrale sollen außerdem Gespräche zwischen anderen europäischen Ländern und dem Rest der Welt abgewickelt werden können. Nach ihrer Fertigstellung wird die Zentrale in der Lage sein, bis zu 200 000 Gespräche/h zu bewältigen, wobei mehr als 20 000 internationale Verbindungen über Kabel und Satelliten benutzt werden. Grossbritannien hat zurzeit mit mehr als 75 Ländern direkte Telephonverbindungen; etwa 50 % der Gespräche können von den Teilnehmern selbst gewählt werden. Es wird erwartet, dass bei Inbetriebnahme der neuen Telephonzentrale sich der Selbstwahlverkehr auf rund 70 % erhöht haben wird.

DK 621.395.635 (100)

**Fachgruppe «Bau» der Schweizer Mustermesse.** Die an der Schweizer Mustermesse 1969 umplazierte und neu konzipierte Baumesse, die sich dieses Frühjahr erfreulich konsolidierte, soll dank des guten Anklanges, den sie gefunden hat, auf die Schweizer Mustermesse 1971 hin weiter ausgestaltet werden. Als beratendes Organ dieses wichtigen Messesektors wurde aus Ausstellerkreisen eine Studiengruppe «Fachgruppe Bau der Schweizer Mustermesse» ins