



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente**

**Marx, Erwin**

**Stuttgart, 1901**

1) Eisenbahnschienen als Träger

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78727](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78727)

in der Abmessung der Gurtungsquerschnitte dabei weniger frei ist und die Schwierigkeiten des Gusses wesentlich grössere sind.

310.  
Beispiel.

Beispiel. Ein Träger von 4 m Länge hat auf 1 cm 17,2 kg zu tragen und ruht auf zwei Stützen. Für die Höhe  $h_1$  stehen nur 30 cm zur Verfügung;  $\delta$  soll 1,5 cm betragen. Für  $h$  ist  $h_1 - \frac{\delta_1}{2} - \frac{\delta_2}{2}$ , also vorläufig annähernd 28 cm einzuführen. Es wird nach den Gleichungen 242, wenn  $s_g = 250$  kg für 1 qcm zugelassen wird,

$$f_2 = \frac{5 \cdot 17,2 \cdot 400^2}{8 \cdot 28 \cdot 250} + \frac{1,5 \cdot 28}{6} = 68,7 \text{ qcm} \quad \text{und} \quad f_1 = \frac{68,7}{3} - \frac{1,5 \cdot 28}{3} = 8,9 \text{ qcm},$$

Wird sonach  $\delta_1 = 1,2$  cm und  $\delta_2 = 2,8$  cm gemacht, so muß  $b_1 = \frac{8,9}{1,2} = 7,4$  cm und  $b_2 = \frac{68,7}{2,8} = 24,5$  cm werden, und die ganze Höhe beträgt  $28 + \frac{1,2 + 2,8}{2} = 30$  cm.

Da die Formel nur annähernd richtige Ergebnisse liefert, so muß nach Gleichung 34 in Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte (S. 261<sup>131</sup>) geprüft werden, wie groß die größten Spannungen oben und unten werden.

Die Lage des Schwerpunktes über der Unterkante des Trägers wird bestimmt durch

$$x_0 = \frac{7,4 \cdot 1,2 \cdot 29,4 + 26 \cdot 1,5 \cdot 15,8 + 24,5 \cdot 2,8 \cdot 1,4}{7,4 \cdot 1,2 + 26 \cdot 1,5 + 24,5 \cdot 2,8} = 8,35 \text{ cm}.$$

Das Trägheitsmoment für die Y-Achse beträgt<sup>132</sup>)

$$\begin{aligned} \mathcal{I}_y = \frac{1}{3} & \left[ 24,5 \cdot 8,35^3 + 7,4 (30 - 8,35)^3 - (24,5 - 1,5) (8,35 - 2,8)^3 - \right. \\ & \left. - (7,4 - 1,5) (30 - 8,35 - 1,2)^3 \right] = 11654 \text{ (auf Centim. bezogen);} \end{aligned}$$

folglich die Spannung in der Unterkante

$$s' = \frac{17,2 \cdot 400^2}{8} \cdot \frac{8,35}{11654} = 247 \text{ kg für 1 qcm,}$$

in der Oberkante

$$\frac{17,2 \cdot 400^2}{8} \cdot \frac{30 - 8,35}{11654} = 640 \text{ kg für 1 qcm.}$$

Da die zulässige Druckspannung in der Unterkante 250 kg für 1 qcm war und die zulässige Druckspannung bis zum dreifachen der Zugspannung zugelassen wird, so ist die Spannung unten das  $\frac{247}{250} = 0,99$  fache, oben das  $\frac{640}{750} = 0,85$  fache der zulässigen, und die Gurtungen können also noch auf das  $\frac{0,99 + 0,85}{2} = 0,92$  fache verschwächt werden; doch wäre dies mit Rücksicht auf die Kleinheit der Mase der oberen Gurtung nicht zu empfehlen.

## b) Schweißeiserne Träger.

Unter den schweißeisernen Trägern können gewalzte und zusammengesetzte Träger unterschieden werden. Bei ersteren werden die Eisenbahnschienen von den sonstigen Walzeisen zu sondern fein; die zusammengesetzten Träger können vollwandig, Blechträger oder gegliedert, Gitterträger, fein.

### 1) Eisenbahnschienen als Träger.

311.  
Anwendung.

Eisenbahnschienen werden bei Hochbauten vielfach als Träger benutzt, hauptsächlich wohl aus dem Grunde, weil sie oft leicht und billig zu haben sind; letzteres trifft hauptsächlich für gebrauchte alte Schienen zu. Insbesondere zur Ueberdeckung von Thor- und anderen Wandöffnungen, zur Unterstützung von Treppen, als Erkerträger u. f. w. werden Eisenbahnschienen häufig benutzt; bisweilen treten sie auch

<sup>131</sup>) 2. Aufl.: Gleichung 42 (S. 64); 3. Aufl.: Gleichung 56 (S. 75).

<sup>132</sup>) Nach: Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte (Art. 310, S. 268 dieses »Handbuchs«.



bei der Ueberwölbung von Keller- und anderen Räumen an die Stelle von I-förmigen Walzträgern (siehe unter 2).

Die einschlägigen statischen Ermittlungen werden in gleicher Weise, wie bei anderen gewalzten Trägern vorgenommen.

312.  
Berechnung.

Zieht man die gegenwärtig üblichen breitfüßigen Schienen in Betracht, so ist nach *Winkler*<sup>133)</sup> annähernd die Querschnittsfläche des Schienenquerschnittes

$$F = \begin{array}{ll} \text{für Eifenschienen:} & \text{für Stahlschienen:} \\ 0,285 h^2 & 0,274 h^2 \end{array} \text{ Quadr.-Centim.,}$$

wenn  $h$  die Schienenhöhe (in Centim.) bezeichnet.

Das Eigengewicht für 1 lauf. Meter beträgt nahezu

$$g = \begin{array}{ll} 0,22 h^2 & 0,21 h^2 \end{array} \text{ Kilogr.}$$

Das Trägheitsmoment des Schienenquerschnittes für die wagrechte Schwerachse des aufrecht gestellten Querschnittes ist ungefähr

$$J = \begin{array}{ll} 0,0383 h^4 & 0,0364 h^4. \end{array}$$

Da nur abgenutzte Schienen in Frage kommen, kann man die Querschnitte nach obigen Formeln nicht voll ausnutzen; im Durchschnitt wird man für breitfüßige Schienen neuerer Querschnittsbildung

$$\text{das Trägheitsmoment } J = 0,035 h^4, \dots \dots \dots 244.$$

$$\text{das Widerstandsmoment } \frac{J}{e} = 0,07 h^3 \dots \dots \dots 245.$$

setzen können, worin  $h$  in Centim.

Demnach ist eine auf  $l$  Centim. Stützweite frei tragende Schiene im Stande:

$$\text{auf 1 cm ihrer Länge die Last } \dots \dots q = 392 \frac{h^3}{l^2} \text{ Kilogr., } \dots \dots 246.$$

$$\text{in der Mitte ihrer Länge die Einzellast } P = 196 \frac{h^3}{l} \dots \dots \dots 247.$$

zu tragen, wobei eine Beanspruchung des Eisens von 700 kg für 1 qcm entsteht.

Stärkere Träger durch Zusammennieten mehrerer alter Schienen zu bilden, ist nicht zu empfehlen, da das geringwertige Material die Kosten guter Nietung nicht mit Vorteil trägt; übrigens entstehen unvorteilhafte Materialverteilungen und durch die Nietlöcher in den ziemlich dicken Füßen beträchtliche Schwächungen.

Beispiel 1. Eine Schiene von 13 cm Höhe, welche zur Unterstützung von Kellerkappen dient, hat auf 1 lauf. Centim. ( $q =$ ) 7 kg zu tragen; wie weit darf sie frei liegen?

313.  
Beispiele.

Nach Gleichung 246 ist  $7 = 392 \frac{13^3}{l^2}$ , woraus

$$l = \sqrt{\frac{392}{7} 13^3} = \approx 350 \text{ cm.}$$

Beispiel 2. Ueber einer Oeffnung von 3 m Stützweite steht mitten ein Pfeiler von 5000 kg Gewicht; wie viele 13 cm hohe Schienen sind zu seiner Unterstützung notwendig?

Nach Gleichung 247 trägt eine Schiene

$$P = 196 \frac{13^3}{300} = 1435 \text{ kg;}$$

sonach müssen  $\frac{5000}{1435} = 4$  Schienen gelegt werden.

Beispiel 3<sup>134)</sup>. Ein Erkervorbau, welcher bei 1,0 m Ausladung und 2,5 m Breite in jedem Geschosse ein ausgekragtes Traggerippe aus Schienen erhält, hat an der Vorderseite ein 1,6 m breites, 2,6 m hohes und in jeder Seitenwand ein 0,5 m breites, 2,6 m hohes Fenster; die Geschosshöhe beträgt 4,2 m, die Brüstungshöhe der Fenster 0,75 m; die Stärke der Eckpfeiler zwischen den Fenstern beträgt

<sup>133)</sup> In: Vorträge über Eisenbahnbau etc. I. Heft: Der Eisenbahn-Oberbau. 3. Aufl. Prag 1875. S. 77 u. 240.

<sup>134)</sup> Bezüglich der hier benutzten Formeln vergl. die in den Fußnoten 135 bis 138 angezogenen Gleichungen.



1½ Stein, die der Fensterbrüstungen und Fensterübermauerungen 1 Stein. Die Eifenkonstruktion besteht aus 2 vorgekragten Schienenlagen unter den Seitenwänden und einer auf deren freie Enden gelagerten Schienenlage unter der Vorderwand. Die Mitten der beiden vorgekragten Schienenlagen liegen 2,50 — 0,38 = 2,12 m auseinander und bestimmen die Stützweite der vorderen Schienenlage zu 2,12 m. Das Auflager der vorderen Schienenlage ist zu 1,00 —  $\frac{0,38}{2}$  = 0,81 m von der Wand anzunehmen.

α) Die vordere Schienenlage (Fig. 598) hat an beiden Enden auf  $\frac{2,12 - 1,60}{2}$  = 0,26 m Länge zuerst den vollen Pfeiler von

$$4,2 \cdot 0,38 \cdot 0,01 \cdot 1700 = 27 \text{ kg}$$

Gewicht für 1 lauf. Centim. zu tragen; dann folgt aus der Fensterübermauerung eine 26 cm vom Lager entfernte Einzellaft von

$$\frac{1}{2} \cdot 0,25 \cdot 1,6 (4,2 - 0,75 - 2,60) 1700 = 289 \text{ kg};$$

endlich ruft die Brüstung unter dem Fenster auf 1,60 m Breite für 1 lauf. Centim. die Last von  $0,25 \cdot 0,75 \cdot 0,01 \cdot 1700 = 3,2 \text{ kg}$  hervor. Außerdem hat der Vorderträger aus dem Erkerfußboden noch 2 kg für 1 lauf. Centim. auf 2,50 — 2 · 0,38 = 1,74 m Länge in der Mitte zu tragen.

Die vom Vorderträger auf die ausgekragten Schienen ausgeübten Auflagerdrücke sind demnach

$$27 \cdot 26 + 289 + \frac{160}{2} 3,2 + \frac{174}{2} 2 = 1421 \text{ kg};$$

das Biegemoment in der Mitte ist

$$M = 1421 \frac{212}{2} - 27 \cdot 26 \left( \frac{212}{2} - \frac{26}{2} \right) - 289 \left( \frac{212}{2} - 26 \right) - \frac{160}{2} 3,2 \frac{160}{4} - \frac{174}{2} 2 \frac{174}{4} = 44411 \text{ cmkg.}$$

Werden  $n$  Schienen nebeneinander gelegt, so ist bei einer Beanspruchung von  $s = 700 \text{ kg}$  für 1 qcm nach Gleichung 245 bei 8 cm Schienenhöhe das  $s$ -fache Widerstandsmoment  $700 n \frac{s}{e} = n \cdot 700 \cdot 0,07 \cdot 8^3 = 25088 n$ . Somit folgt die erforderliche Anzahl Schienen aus  $25088 n = M = 44411$  mit  $n = 2$ .

β) Die ausgekragte Schienenlage von 81 cm theoretischer Länge trägt (Fig. 599) am freien Ende den Auflagerdruck des Vorderträgers mit 1421 kg, ferner den Rest der Vorderwand mit

$$0,38 \cdot 4,20 \frac{2,5 - 1,6 - 2 \cdot 0,26}{2} 1700 = 515 \text{ kg};$$

hierauf folgt aus dem auf dem Träger stehenden, 38 cm starken Pfeiler eine Last von 27 kg bis zum Fenster, d. h. auf  $\frac{1,00 - 0,38 - 0,50}{2} = 0,06 \text{ m}$  Länge;

weiter folgt in der Fensterkante aus der Fensterübermauerung eine Einzellaft von  $\frac{0,50 \cdot 0,25}{2} (4,20 - 0,75 - 2,60) 1700 = 90 \text{ kg}$ ; alsdann aus der Fensterbrüstung auf 50 cm Länge, wie oben, 3,2 kg Last auf 1 cm; hierauf in der Fensterkante die Einzellaft der Fensterübermauerung mit 90 kg, und schließlich wieder aus der  $\frac{1,00 - 0,38 - 0,50}{2} = 0,06 \text{ m}$

breiten Vorlage im Anschlusse an die Wand eine Last von 27 kg für 1 cm.

Das Biegemoment in der Vorderkante der Wand ist somit

$$M = (1421 + 515) 81 + 27 \cdot 6 \left( 81 - \frac{38}{2} - \frac{6}{2} \right) + 90 (6 + 50) + 3,2 \cdot 50 \left( \frac{50}{2} + 6 \right) + 90 \cdot 6 + 27 \cdot 6 \frac{6}{2} = 177400 \text{ cmkg.}$$

Die Querkraft  $V$  in der Wandfläche beträgt

$$V = 1421 + 515 + 2 \cdot 6 \cdot 27 + 2 \cdot 90 + 50 \cdot 3,2 = 2600 \text{ kg.}$$

Dieser Wert wird später bei der Berechnung der Auflagerung solcher einseitig eingemauerter Träger zur Geltung kommen. (Vergl. Kap. 7, unter c.)

Fig. 598.

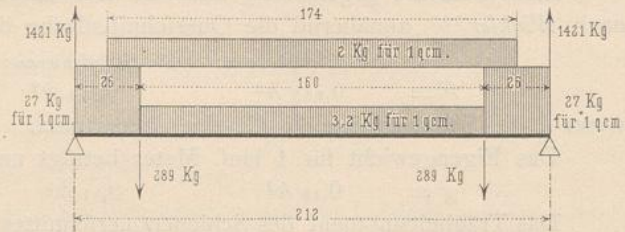
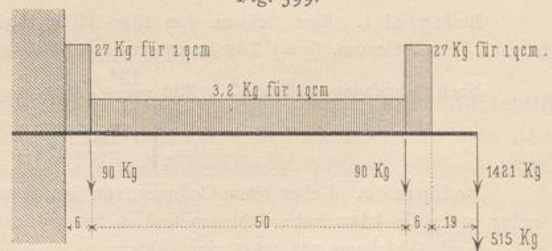


Fig. 599.





Werden hier je  $n$  Schienen von 13 cm Höhe ausgekragt, so ist das  $s$ -fache Widerstandsmoment bei einer Beanspruchung von  $s = 700$  kg für 1 qcm nach Gleichung 245:  $n \cdot 0,07 \cdot 13^3 \cdot 700 = 107653 n$ . Demnach folgt aus  $107653 n = M = 177400$  die Zahl der Schienen  $n = 2$ .

Somit hat der Eisenrahmen in den auskragenden Teilen aus je zwei 13 cm hohen Schienen, über deren Enden zwei 8 cm hohe Schienen zum Tragen der Vorderwand gestreckt sind, zu bestehen; erstere können, falls niedrigere Schienen vorhanden sind, etwas leichter gewählt werden. Die Lagerung der in die Wand gesteckten Schienenpaare wird später (in Kap. 7, unter c) erörtert werden.

2) Walzeisen als Träger.

Solche Träger werden hauptsächlich als Belag-, **C**-, **Z**- und **I**-Eisen hergestellt; für die Querschnittsform dieser Formeisen sind die »Deutschen Normalprofile für Walzeisen« maßgebend, welche in Teil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abt. I, Abchn. 1, Kap. 6) dieses »Handbuches« mitgeteilt sind; die betreffenden Tabellen enthalten neben den Querschnittsabmessungen auch die zur Berechnung notwendigen Angaben über die Lage des Schwerpunktes und die Größe der Widerstands- und der Trägheitsmomente.

314.  
Grundlagen  
der  
Berechnung.

Einige Beispiele mögen die Anwendung jener Tabellen unter Benutzung der früher entwickelten Formeln erläutern.

Beispiel 1. Ein I-Träger sei nach Fig. 600 durch die Einzellaften  $P_1$  und  $P_2$ , sowie durch die gleichförmig verteilte Last von 3,5 kg auf 1 cm der Länge belastet. Der Auflagerdruck beträgt<sup>135)</sup>

315.  
Beispiele.

$$D_0 = \frac{3,5 \cdot 800}{2} + \frac{1200(260 + 290) + 1800 \cdot 290}{800} = 2878 \text{ kg.}$$

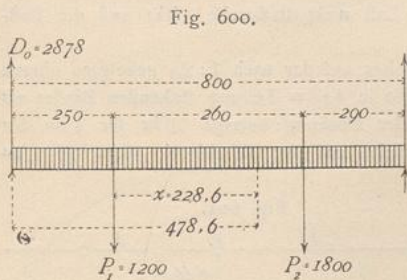


Fig. 600.

Das größte Angriffsmoment liegt da, wo die Summe der Querkräfte gleich Null ist. Man findet diese Stelle am einfachsten durch allmähliches Abziehen der Lasten vom Auflagerdrucke von links oder rechts her.

Zieht man zunächst von  $D_0 = 2878$  das Produkt  $250 \cdot 3,5 = 875$  ab, so bleibt ein Rest von 2003;  $P_1 = 1200$  hiervon abgezogen giebt als Rest 803. Das Produkt  $260 \cdot 3,5 = 910$  ist schon größer, als der letzte Rest, so daß die gesuchte Stelle zwischen  $P_1$  und  $P_2$  liegen muß, und zwar von  $P_1$  um eine Strecke  $x$  entfernt, welche aus der Beziehung  $x \cdot 3,5 = 803$  mit  $x = 228,6$  cm folgt.

Für diese Stelle, die also  $250 + 228,6 = 478,6$  cm vom linken Auflager entfernt liegt, ist das Moment<sup>136)</sup>

$$M_{max} = 2878 \cdot 478,6 - 478,6 \cdot 3,5 \frac{478,6}{2} - 1200 \cdot 228,6 = 702024 \text{ cmkg.}$$

Der Wert  $\frac{\gamma}{e}$  oder das sog. Widerstandsmoment des Trägers ergibt sich<sup>137)</sup> bei einer zulässigen Spannung von 1000 kg für 1 qcm aus der Gleichung

$$\frac{M}{s} = \frac{702024}{1000} = \frac{\gamma}{e} = 702 \text{ (auf Centim. bezogen),}$$

und es muß daher nach der Tabelle über die Normalprofile von I-Eisen<sup>138)</sup> mindestens Nr. 32 mit dem Widerstandsmoment  $\frac{\gamma}{e} = 788,9$  gewählt werden.

Beispiel 2. Ein 5,1 m tiefer Kellerraum soll in der Weise eingedeckt werden, daß in 3,25 m Teilung I-Träger gestreckt und zwischen diesen Kappen von 1/2 Stein, in den Kämpfern 1 Stein Stärke mit Uebermauerung, Bettung, Lagerhölzern und Bretterfußboden eingewölbt werden. Das Gewicht, welches diese Kappen für 1 cm auf den Träger übertragen, beträgt 20,5 kg, einschl. des schätzungsweise festgelegten Eigengewichtes des Trägers. Wird eine der beiden anschließenden Kappen mit 250 kg für 1 qm belastet,

<sup>135)</sup> Nach: Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte (Gleichung 162, S. 326).

<sup>136)</sup> Nach ebendaf. (S. 328; 2. Aufl.: S. 128; 3. Aufl.: S. 76).

<sup>137)</sup> Nach ebendaf. (Gleichung 36, S. 262; 2. Aufl.: Gleichung 44, S. 65; 3. Aufl.: Gleichung 58, S. 76).

<sup>138)</sup> In Teil I, Bd. 1, erste Hälfte dieses »Handbuches« (S. 198; 2. Aufl.: S. 251).