

$$\mathcal{Y} = \frac{1}{3} \left[ 11,5 \cdot 20,8^3 + 23 (32 - 20,8)^3 - (11,5 - 1,5) (20,8 - 1,5)^3 - (23 - 1,5) (32 - 20,8 - 2,5)^3 \right] = 16582 ;$$

folglich die Spannung in der Oberkante

$$s' = \frac{30 \cdot 400^2}{8} \cdot \frac{20,8}{16582} = 752,6 \text{ kg,}$$

in der Unterkante

$$\frac{30 \cdot 400^2}{8} \cdot \frac{32 - 20,8}{16582} = 405 \text{ kg.}$$

Oben ist genau der vorgeschriebene Werth von 750 kg erreicht, unten der von  $\frac{750}{2} = 375 \text{ kg}$  etwas überschritten; es wird also die untere Gurtung um ein Geringes, und zwar ziemlich genau um  $57,1 \left( \frac{405}{375} - 1 \right) = 4,5 \text{ cm}$  zu verstärken, also auf 24,8 cm Breite zu bringen sein.

### b) Schmiedeeiserne Träger.

Die schmiedeeisernen Träger können als gewalzte und als zusammengesetzte Träger unterschieden werden. Bei ersteren werden die aus Eisenbahnschienen hergestellten von den aus Walz- oder Profileisen construirten zu fordern fein; die zusammengesetzten Träger hingegen können vollwandig (Blechträger) oder gegliedert (Gitterträger) fein.

#### 1) Träger aus Eisenbahnschienen.

301.  
Anwendung.

Eisenbahnschienen werden bei Hochbauten vielfach als Träger benutzt, hauptsächlich wohl aus dem Grunde, weil sie meist 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 Balcon-Träger etc. werden Eisenbahnschienen häufig benutzt; bisweilen treten sie auch bei der Ueberwölbung von Keller- und anderen Räumen an die Stelle von I-förmigen Walzträgern (siehe unter 2).

302.  
Berechnung.

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

Zieht man die gegenwärtig üblichen breitbasigen Schienen in Betracht, so ist nach *Winkler*<sup>106)</sup> annähernd die Querschnittsfläche des Schienenprofils

	für Eifenschienen:	für Stahlschienen:	
$F =$	$0,285 h^2;$	$0,274 h^2$	Quadr.-Centim.,
wenn $h$ die Schienenhöhe (in Centim.) bezeichnet.			

Das Eigengewicht für 1 lauf. Meter beträgt nahezu

$g =$	$0,22 h^2;$	$0,21 h^2$	Kilogr.
-------	-------------	------------	---------

Das Trägheitsmoment des Schienenquerschnittes für die wagrechte Schweraxe des aufrecht gestellten Profiles ist ungefähr

$\mathcal{I} =$	$0,0383 h^4;$	$0,0364 h^4.$	
-----------------	---------------	---------------	--

Da nur abgenutzte Schienen in Frage kommen, kann man die Profile nach obigen Formeln nicht voll ausnutzen; im Durchschnitte wird man für breitbasige neuere Schienen

das Trägheitsmoment	$\mathcal{I} = 0,035 h^4, . . . . .$	176.
---------------------	--------------------------------------	------

das Widerstandsmoment	$\frac{\mathcal{I}}{a} = 0,07 h^3, . . . . .$	177.
-----------------------	---	------

(worin  $h$  in Centim.) setzen können.

<sup>106)</sup> In: Vorträge über Eisenbahnbau etc. I. Heft: Der Eisenbahn-Oberbau. 3. Aufl. Prag 1875. S. 77 u. 240.

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

auf 1 cm ihrer Länge die Last . . .  $q = 392 \frac{h^3}{l^2}$  Kilogr., . . . 178.

in der Mitte ihrer Länge die Einzellaft  $P = 196 \frac{h^3}{l}$  » . . . 179.

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

Stärkere Träger durch Zusammennieten mehrerer alten Schienen zu bilden, ist nicht zu empfehlen, da das geringwerthige Material die Kosten guter Nietung nicht mit Vortheil trägt; übrigens entstehen unvortheilhafte Materialvertheilungen und durch die Nietlöcher in den ziemlich dicken Füßen beträchtliche Schwächungen.

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

303.  
Beispiele.

Nach Gleichung 178. ist  $7 = 392 \frac{13^3}{l^2}$ , woraus

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

2) Ueber einer Oeffnung von 3 m Stützweite steht mitten ein Pfeiler von 5000 kg Gewicht; wie viele 13 cm hohe Schienen sind zu feiner Unterfützung nothwendig?

Nach Gleichung 179. trägt eine Schiene

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

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

3<sup>107)</sup> Ein Erker-Vorbau, welcher, bei 1,0 m Ausladung und 2,5 m Breite, in jedem Gefchoffe 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 Gefchofshöhe beträgt 4,2 m, die Brüstungshöhe der Fenster 0,75 m; die Stärke der Eckpfeiler zwischen den Fenstern beträgt 1½ Stein, die der Fensterbrüstungen und Fensterübermauerungen 1 Stein. Die Eifen-Construction besteht aus 2 vorgekragten Schienenlagen unter den Seitenwänden und einer auf deren freien Enden gelagerten Schienenlage unter der Vorderwand. Die Mitten der beiden vorgekragten Schienenlagen liegen 2,50 — 0,38 = 2,12 m aus einander 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.

a) Die vordere Schienenlage hat an beiden Enden auf  $\frac{2,12 - 1,60}{2} = 0,26$  m Länge zuerst den vollen Pfeiler von  $4,2 \cdot 0,38 \cdot 0,01 \cdot 1700 = 27$  kg Gewicht für 1 lauf. Centim. zu tragen; dann folgt aus der Fensterübermauerung eine 26 cm vom Lager entfernte Einzellaft von

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

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

Die vom Vorderträger auf die ausgekragten Schienen ausgeübten Auflagerdrücke sind demnach  $27 \cdot 26 + 289 + \frac{160}{2} 3,2 + \frac{174}{2} 2 = 1421$  kg; das Biegemoment in der Mitte ist

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

Werden  $n$  Schienen neben einander gelegt, so ist bei einer Beanspruchung von  $s = 700$  kg für 1 qcm nach Gleichung 177. bei 8 cm Schienenhöhe das  $s$ -fache Widerstandsmoment  $700 n \frac{s}{a} = n \cdot 700 \cdot 0,07 \cdot 8^3 = 25088 n$ . Somit folgt die erforderliche Anzahl Schienen aus  $25088 n = M = 44411$  mit  $n = 2$ .

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

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

<sup>107)</sup> Bezüglich der hier benutzten Formeln vergl. die in den Fußnoten 108 bis 115 angezogenen Gleichungen.

hierauf folgt aus dem auf dem Träger stehenden, 38 cm starken Pfeiler eine Last von 27 kg bis zum Fenster, d. h. auf  $\frac{1,00 - 0,38 - 0,50}{2} = 0,06$  m Länge; weiters folgt in der Fensterrückwand aus der Fensterrückwandmauerung eine Einzellast von  $\frac{0,50 \cdot 0,25}{2} (4,20 - 0,75 - 2,60) 1700 = 90$  kg; alsdann aus der Fensterbrüstung auf 50 cm Länge, wie oben, 3,2 kg Last auf 1 cm; hierauf in der Fensterrückwand die Einzellast der Fensterrückwandmauerung mit 90 kg, und schliesslich wieder aus der  $\frac{1,00 - 0,38 - 0,50}{2} = 0,06$  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

$$M = (1421 + 515) 81 + 27 \cdot 6 \left( 81 - \frac{38}{2} - \frac{6}{2} \right) + 90 (6 + 50) + 3,2 \cdot 50 \left( \frac{50}{2} + 6 \right) + 90 \cdot 6 + 27 \cdot 6 \cdot \frac{6}{2} = 177\,400 \text{ cmkg.}$$

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 177.  $n \cdot 0,07 \cdot 13^3 \cdot 700 = 107\,653 n$ . Demnach folgt aus  $107\,653 n = M = 177\,400$  die Zahl der Schienen  $n = 2$ .

Es hat somit der Eisenrahmen in den auskragenden Theilen aus je 13 cm hohen Schienen, über deren Enden zum Tragen der Vorderwand zwei 8 cm hohe Schienen gestreckt sind, zu bestehen; erstere können, falls niedrigere Profile vorhanden sind, etwas leichter gewählt werden.

## 2) Träger aus Walzeisen.

304.  
Grundlagen  
der  
Berechnung.

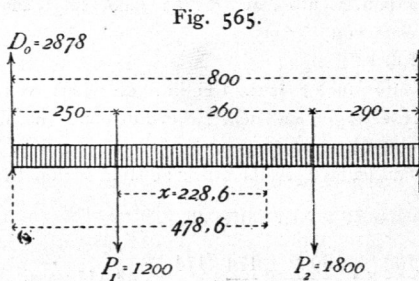
Solche Träger werden hauptsächlich aus Belag-, C-, Z, und I-Eisen hergestellt; für die Querschnittsform dieser Profileisen sind die »Deutschen Normalprofile für Walzeisen« maßgebend, welche in Theil I, Band 1 (Art. 181 bis 188, S. 194 bis 198) mitgetheilt sind; die betreffenden Tabellen enthalten neben den Querschnittsdimensionen auch die zur Berechnung nothwendigen Angaben über die Lage des Schwerpunktes und die Grösse der Trägheitsmomente.

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

305.  
Beispiele.

Beispiele. 1) Ein I-Träger sei nach Fig. 565 durch die Einzellasten  $P_1$  und  $P_2$ , so wie durch die gleichförmig vertheilte Last von 3,5 kg auf 1 cm der Länge belastet. Der Auflagerdruck beträgt <sup>108)</sup>

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



Das grösste Angriffsmoment liegt dort, wo die Summe der Transversalkräfte gleich Null ist. Man findet diese Stelle am einfachsten durch allmähliche Subtraction der Verticalkräfte von links her.

Subtrahirt man zunächst von  $D_0 = 2878$  das Product  $250 \cdot 3,5 = 875$ , so bleibt ein Rest von 2003; hiervon  $P_1 = 1200$  abgezogen, giebt als Rest 803. Das Product  $260 \cdot 3,5 = 910$  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 Relation  $x \cdot 3,5 = 803$  mit  $x = 228,6$  cm folgt. Für diese Stelle, welche also  $250 + 228,6 = 478,6$  cm vom

linken Auflager entfernt liegt, ist das Moment <sup>109)</sup>

$$M_{max} = 2878 \cdot 478,6 - 478,6 \cdot 3,5 \cdot \frac{478,6}{2} - 1200 \cdot 228,6 = 702\,024 \text{ cmkg.}$$

Der Werth  $\frac{J}{a}$  oder das sog. Widerstandsmoment des Trägers ergibt sich <sup>110)</sup>, bei einer zulässigen Beanspruchung von 1000 kg für 1 qcm, aus der Gleichung

<sup>108)</sup> Nach Gleichung 162. (S. 326) in Theil I, Band 1 dieses »Handbuches«.

<sup>109)</sup> Nach S. 320 ebendaf.

<sup>110)</sup> Nach Gleichung 36. (S. 262) ebendaf.