

Verankerung der Stiele
in den Eisen-Fachwerk-wänden der Haltestelle
Bellevue auf der Stadtbahn in Berlin.

$\frac{1}{20}$ n. Gr.

gleichfalls als solche Träger ausgebildet, welche die Pfeilerstärke nicht ganz durchsetzen, also nicht sichtbar sind, und die obere Gurtung dieser bietet die erforderliche Druckfläche. Unten erfolgt die Befestigung durch Splinte nach Fig. 531; Nachspannen ist also nur mit Hilfe der oberen Muttern möglich. Um diese zugänglich zu erhalten, sind die Consolen der beiden Wandteile nebst den oberen Ankerträgern mit einer Schachtmauerung umgeben, welche, mit einer Gussplatte abgedeckt, von Arbeitern bestiegen werden kann. Die unteren Ankerträger liegen so tief im Pfeiler, daß der lichte lothrechte Abstand zwischen den Ankerträgern 1,5 m beträgt. Diese Tiefe hängt von der Größe der Mauerlaß ab, welche an den Ankern hängen muß, um das Angriffsmoment des Winddruckes aufzuheben.

6. Kapitel.

Freiftützen.

Freiftützen in Eisen werden, da sie in der Regel vorwiegend Druckspannungen ausgefetzt sind, sowohl in Gufseisen, wie in Schmiedeeisen ausgeführt.

a) Freiftützen in Gufseisen.

Die in Gufseisen ausgeführte Freiftütze hat in vielen Fällen dadurch Unglücksfälle verursacht, daß sie bei Feuersbrünsten stark erhitzt, dann, vom kalten Strahle

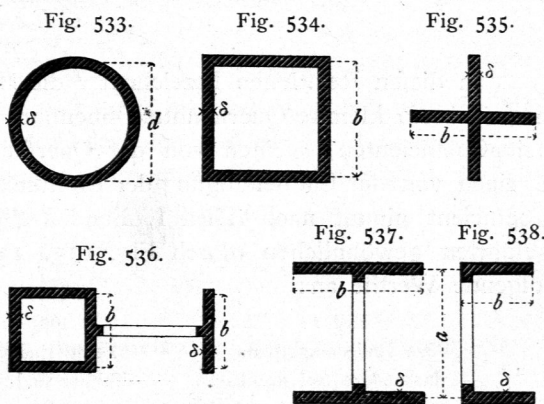
des Spritzen Schlauches getroffen, sprang und plötzlich zusammenbrach. Dieser Mangel hat schon seit längerer Zeit die gusseiserne Freistütze, wie den gusseisernen Träger aus den Hochbauten nordamerikanischer Städte ganz verbannt, wo sie durch Schmiedeeisen ersetzt ist. In Europa überwiegt die Verwendung des Gufseisens für diese Constructionstheile, wegen der bequemen Formgebung und des meist geringeren Preises gegenüber dem des Schmiedeeisens, noch erheblich.

Indefs ist durch die neue »Baupolizeiliche Vorschrift über Stützen-Constructionen in Hochbauten in Berlin« (vom 4. April 1884⁹⁰⁾ die Verwendung gusseiserner Freistützen unter massiven Wänden von Gebäuden, welche unten Geschäftsräume, oben Wohnräume enthalten, von der Bedingung abhängig gemacht, daß diese Stützen durch feste Ummantelungen aus Schmiedeeisen der unmittelbaren Berührung durch Feuer und Wasser entzogen werden; anderenfalls dürfen sie nur aus Schmiedeeisen oder aus Klinkermauerwerk in Cementmörtel gebildet sein⁹¹⁾. Als anderweite Mittel, um die Erhitzung von gusseisernen Freistützen zu verhindern, sind für hohle Querschnitte Vorkehrungen zu schneller Füllung mit Wasser oder zur Erzeugung von frischem Luftzuge von unten her bei Feuersgefahr vorgeschlagen; diese stoßen jedoch meist auf Schwierigkeiten und sind in ihrem Erfolge nicht erprobt⁹²⁾. Bei schweren Lasten ist auch die häufig durchgeführte Ausnutzung hohler Freistützen zu Rauchrohren nicht zu empfehlen, da die Erhitzung der Wandungen und die Einführung des Feuerzuges die Tragfähigkeit wesentlich beeinträchtigen. Auch die Benutzung des Inneren hohler Freistützen zur Ableitung von Wasser soll dann vermieden werden, wenn die Stütze dem Froste ausgesetzt ist, da gefrorenes Wasser die Wandungen sprengt. Ist diese Art der Ausnutzung in nicht frostfreier Lage nicht zu umgehen, so soll man die Wandungen in nicht zu weiter Theilung mit kleinen Bohrlöchern durchbrechen, damit das quellende Eis einigen Ausweg findet, und die inneren Leitungsrohre aus Gufseisen herstellen.

Die Querschnittsformen gusseiserner Freistützen sind bei völlig freier Stellung der Keisring (Fig. 533), der quadratische Kasten (Fig. 534) und das Kreuz (Fig. 535).

Stehen die Stützen in der Richtung einer Wand als Einfassung großer Oeffnungen, so verwendet man den Querschnitt nach Fig. 536, den I- (Fig. 537) oder den C-förmigen Querschnitt (Fig. 538), bei denen der Steg gewöhnlich durchbrochen ist⁹³⁾.

Bezüglich der Höhenentwicklung der Stützen ist zu beachten, daß plötzliche Ausladungen in Fuß- oder Kopfprofilen, welche den Querschnitt plötzlich, ohne Verstärkung, auf einen größeren Umfang bringen, bereits Grund zu Zusammenbrüchen geworden sind, indem der schräge Theil der Ausweitung ringsum abgefechert wurde und der engere Theil sich in den weiteren hineinschob. Der Stützenquerschnitt soll daher thunlichst unverändert durchlaufen, weshalb weit ausladende Formen massiv angegossen, besser in leichter Ausführung umgelegt werden; die erstere Art der Herstellung bringt Gefahren durch die erheblichen und meist plötzlichen Schwankungen der Wandstärke, so daß das letztere Verfahren vorzuziehen ist.



278.
Querschnitt.

⁹⁰⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 152. — Deutsche Bauz. 1884, S. 190. — Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1884, S. 174.

⁹¹⁾ Durch diese Bestimmung veranlaßt, hat neuerdings *Bauschinger* vergleichende Versuche über die Tragfähigkeit von erst erhitzten, dann kalt angespritzten Säulen aus Gufseisen und Schmiedeeisen angestellt, nach denen die ersteren den letzteren überlegen sein sollen. (Vergl.: BAUSCHINGER, J. Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium an der k. technischen Hochschule in München. 1885, Heft 12 — ferner: Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 125 u. 149.)

⁹²⁾ Siehe auch Theil III, Bd. 6 dieses »Handbuchs«, Abth. V, Abchn. 1, Kap. 1: Sicherungen gegen Feuer.

⁹³⁾ Ueber Ausbildung der nicht centralen Querschnitte siehe: Deutsche Bauz. 1881, S. 344 u. 1882, S. 468.

Glaubt man zur Erzielung von kräftigen Profilierungen die Ausweitung des ganzen Stützenquerschnittes auch im Inneren nicht entbehren zu können, so muß die Ausweitungsstelle im Inneren durch starke, nach oben und unten schlang verlaufende Rippen verstärkt werden.

Hat die Stütze nicht in allen horizontalen Schnitten gleichen Querschnitt, so ist für die Berechnung auf einfachen Druck der absolut kleinste, für die Berechnung auf Zerknicken in der Regel der in halber Höhe liegende Querschnitt maßgebend.

279.
Beanspruchung
und
Berechnung.

Die Beanspruchung gußeiserner Freistützen durch äußere Kräfte ist vertical und ganz oder nahezu centrifch. In den seltenen Fällen, in denen die äußeren Kräfte horizontal, geneigt oder erheblich excentrisch wirken, verwendet man zweckmäßiger Schmiedeeisen.

Die Berechnung der gußeisernen Freistützen erfolgt daher hier nur für Längsdruck, welcher in oder nahe der Stützen-Schwerpunktsaxe wirkt.

280.
Längsdruck
in der
Schweraxe
wirksam.

1) Der Längsdruck erfolgt in der Schwerpunktsaxe. Die Länge l_1 , welche die Stütze haben darf, damit die Querschnittsbemessung lediglich auf den Druck K (in Kilogr. für 1 qcm) ohne Rückficht auf Zerknicken nach der Gleichung $P = F K^{94}$) erfolgen kann, ist aus der Gleichung 95) zu ermitteln:

$$l_1 \leq h \sqrt{C} \sqrt{\frac{E}{s K}} \sqrt{c}$$

Für längere Stützen folgt die zulässige Last P mit Rückficht auf Zerknicken, welche gleich oder größer, als die wirklich vorhandene Last sein muß, aus der Gleichung 96)

$$P \leq \frac{C E c F h^2}{s l^2}$$

In diesen Relationen bezeichnet l die Höhe der Freistütze, F ihre Querschnittsfläche, h die kleinste Querschnitts-Dimension, E den Elasticitäts-Modul, s den Sicherheits-Coefficienten, c einen von der Querschnittsform abhängigen Coefficienten und C einen von der Endbefestigung der Freistütze abhängigen Coefficienten. Der letztere Coefficient nimmt nach Theil I, Band 1 (Art. 340, S. 303) in den drei dort angeführten gewöhnlichen (durch Fig. 135, 136 u. 138 veranschaulichten) Stützfällen folgende Werthe an:

	Fall 1:	Fall 2:	Fall 4:
	Ein Ende eingepannt, das andere frei drehbar, und verschiebbar.	Beide Enden frei drehbar und vertical geführt.	Ein Ende eingepannt, das andere frei drehbar und vertical geführt.
$C =$	$\frac{\pi^2}{4}$	π^2	$2 \pi^2$.

Es ist weiter $E = 1\,000\,000$ kg für 1 qcm, $s = 8$, $K = 500$ kg für 1 qcm zu setzen, und es lauten die obigen Gleichungen alsdann:

$$l_1 \leq 15,81 h \sqrt{c C} \dots \dots \dots 143.$$

$$P \leq 125\,000 \frac{C c F h^2}{l^2} \dots \dots \dots 144.$$

a) Für den Kreisring-Querschnitt (Fig. 533) erfolgt die Berechnung nach der Gleichung 127. (S. 302) des genannten Bandes: $\delta d \pi \cdot 500 = P$, so lange gemäß Gleichung 143. für $c = \frac{1}{8}$ stattfindet (S. 306 ebendaf.):

⁹⁴⁾ Siehe Gleichung 127. (S. 302) in Theil I, Bd. 1 dieses »Handbuches«.

⁹⁵⁾ Siehe Gleichung 131. (S. 303) ebendaf.

⁹⁶⁾ Siehe Gleichungen 128. u. 130. (S. 302 u. 303) ebendaf.

$$d \geq \begin{matrix} \text{Fall 1:} \\ \frac{l}{8,78} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Fall 2:} \\ \frac{l}{17,56} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Fall 4:} \\ \frac{l}{24,82} \end{matrix} \dots \dots \dots 145.$$

Sind diese Längenverhältnisse nicht einzuhalten, so ergeben sich zulässige Last P , mittlerer Durchmesser d oder Wandstärke δ für $h = d$, $c = \frac{1}{8}$ nach Gleichung 144. zu:

$$P \leq 49062 C \frac{\delta d^3}{l^2}, \quad d \geq \sqrt[3]{\frac{P l^2}{49062 C \delta}} \quad \text{und} \quad \delta \geq \frac{P l^2}{49062 C d^3} \dots 146.$$

In solchen Fällen, wo der äußere Durchmesser unabänderlich vorgeschrieben ist, muß man für δ eine vorläufige Annahme machen, welche durch zweimalige Rechnung zu corrigiren ist; man wähle dabei $\delta > \frac{14}{41}$ Millim.

β) Für den quadratischen Kastenquerschnitt (Fig. 534) ist nach Gleichung 130. (S. 303) des genannten Bandes

$$c = \frac{2 \frac{\delta b^3}{12} + 2 \delta b \left(\frac{b}{2}\right)^2}{4 \delta b b^2} = \frac{1}{6}.$$

Gleichung 143. giebt für das die Gefahr des Zerknickens ausschließende Verhältniß der Breite zur Länge

$$b \geq \begin{matrix} \text{Fall 1:} \\ \frac{l}{10,14} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Fall 2:} \\ \frac{l}{20,28} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Fall 4:} \\ \frac{l}{28,68} \end{matrix} \dots \dots \dots 147.$$

Ist dies nicht einzuhalten, so muß werden (nach Gleichung 144.)

$$P \leq \frac{83332 C b^3 \delta}{l^2}, \quad b = \sqrt[3]{\frac{P l^2}{83332 C \delta}} \quad \text{und} \quad \delta = \frac{P l^2}{83332 C b^3} \dots 148.$$

γ) Für Stützenquerschnitte nach Fig. 536 — in welchen die Querstege in der weiter unten zu besprechenden Theilung zu wiederholen und die für die Berechnung des Gesamtquerschnittes zu vernachlässigenden Rippen zwischen diesen Stegen etwa 5 cm breit zu machen sind — ist annähernd

$$c = \frac{\frac{3 \delta b^3}{12} + 2 \delta b \left(\frac{b}{2}\right)^2}{5 \delta b b^2} = \frac{3}{20};$$

folglich das die Gefahr des Zerknickens ausschließende Breitenmaß nach Gleichung 143.:

$$b \geq \begin{matrix} \text{Fall 1:} \\ \frac{l}{9,61} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Fall 2:} \\ \frac{l}{19,23} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{Fall 4:} \\ \frac{l}{27,2} \end{matrix} \dots \dots \dots 149.$$

Bei geringerer Abmessung für b muß nach Gleichung 144. stattfinden:

$$P \leq \frac{93750 C b^3 \delta}{l^2}, \quad b = \sqrt[3]{\frac{P l^2}{93750 C \delta}} \quad \text{und} \quad \delta = \frac{P l^2}{93750 C b^3} \dots 150.$$

δ) Für den Kreuzquerschnitt (Fig. 535) ist nach Art. 346 (S. 307) des genannten Bandes $c = \frac{1}{24}$; folglich die nicht zerknickende Breite nach Gleichung 143.

$$b \geq \begin{matrix} \frac{l}{5,07} \\ \frac{l}{10,14} \\ \frac{l}{14,34} \end{matrix} \dots \dots \dots 151.$$

Ist b kleiner als dieses Maß, so muß nach Gleichung 144. sein

$$P \leq \frac{10416 C \delta b^3}{l^2}, \quad b = \sqrt[3]{\frac{P l^2}{10416 C \delta}} \quad \text{und} \quad \delta = \frac{P l^2}{10416 C b^3} \dots 152.$$

e) Für den I- und E-förmigen Querschnitt (Fig. 537 u. 538) ist

$$c = \frac{2 \delta b^3}{12 \delta b b^2} = \frac{1}{12}$$

Bezüglich der Rippen und Stege gilt das zu Fig. 536 Gefagte. Die nicht zerknickende Breite wird hier nach Gleichung 143.:

$$b \geq \begin{matrix} \text{Fall 1:} & \text{Fall 2.} & \text{Fall 4:} \\ \frac{l}{7,17} & \frac{l}{14,34} & \frac{l}{20,28} \end{matrix} \dots \dots \dots 153.$$

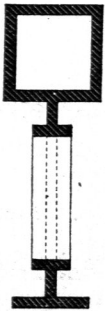
Für geringere Breiten muß nach Gleichung 144. sein:

$$P \leq \frac{20833 C \delta b^3}{l^2}, \quad b = \sqrt[3]{\frac{P l^2}{20833 \delta C}} \quad \text{und} \quad \delta = \frac{P l^2}{20833 C b^3} \dots \dots \dots 154.$$

Sollte in diesen Querschnitten einmal ausnahmsweise a gegen b so klein werden, daß das Trägheitsmoment für die zu den Flanichen parallele Axe das kleinste wird,

so sind die Formeln 153 u. 154 für $c = \frac{2 b \delta \left(\frac{a}{2}\right)^2}{2 b \delta a^2} = \frac{1}{4}$ aufzustellen.

Fig. 539.



ζ) Mehrfach zusammengesetzte Querschnitte, wie der sehr häufig verwendete in Fig. 539, sind nach dem für schmiedeeiserne Stützen zu erläuternden Verfahren (Art. 288) zu berechnen.

Die Theilung λ , innerhalb deren bei den Querschnitten Fig. 536, 537, 538 u. 539 mit offenen Stegen je zwei Stege vorhanden sein müssen, ergibt sich bei s -facher Sicherheit⁹⁷⁾ zu:

$$\lambda = 2 \pi \sqrt{\frac{E \mathcal{F}_{min}}{s P}} \dots \dots \dots 155.$$

oder für einfache Querschnitte gemäß $\mathcal{F}_{min} = c F h^2$ zu

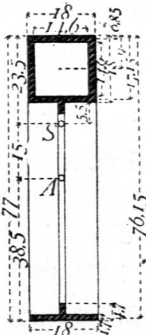
$$\lambda = 2 \pi h \sqrt{\frac{c E F}{s P}} \dots \dots \dots 156.$$

Bei der Benutzung aller dieser Formeln sind die Kräfte in Kilogr. und die Längen in Centim. einzuführen.

281.
Beispiele.

Beispiele: 1) Die Freistütze für den Träger eines Schaufensters hat bei 375 cm Länge 47000 kg zu tragen, muß als oben und unten verdrehbar gehalten (Fall 2) angesehen werden und soll einen Querschnitt nach Fig. 536 u. 540 mit 18 cm größter Breite erhalten; die für die Berechnung unwesentliche Tiefe ist 77 cm. Da die äußere Breite nur 18 cm betragen soll, so darf b mit nur etwa $18 - 3 = 15$ cm angesetzt werden, und die Länge, bei welcher die Stütze einfach auf 500 kg Druck für 1 cm zu berechnen sein würde, ist nach Gleichung 149.

Fig. 540.



$$l_1 = 19,23 \cdot 15 = 288 \text{ Centim.}$$

Da die Stütze länger ist, muß sie nach den Gleichungen 150. bemessen werden, und zwar wird

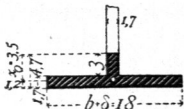
$$\delta = \frac{47000 \cdot 375^2}{93750 \cdot \pi^2 \cdot 15^3} = 2,09 \text{ Centim.};$$

b ist somit genauer = $18 - 2,09 = 16,0$ cm einzuführen; l_1 wird mit $19,23 \cdot 16,0 = 307$ cm kleiner, als die Länge der Stütze, und die Wandstärke wird nach den Gleichungen 150. genauer

$$\delta = \frac{47000 \cdot 375^2}{93750 \cdot \pi^2 \cdot 16,0^3} = 1,75 \text{ Centim.},$$

wofür mit Rücksicht auf abermalige Vergrößerung von b die Wandstärke $\delta = 1,7$ cm ausgeführt wird.

Fig. 541.



⁹⁷⁾ Nach Gleichung 94. (S. 296) in Theil I, Bd. 1 dieses »Handbuches«.

Es ist noch fest zu stellen, in welchen Abständen der hintere Flansch mit dem vorderen Kasten durch Stege verbunden werden muß. Es ist nach Fig. 541

$$x_0 (18 \cdot 1,7 + 3 \cdot 1,7) = 18 \cdot 1,7 \frac{1,7}{2} + 3 \cdot 1,7 \left(1,7 + \frac{3}{2} \right), \text{ woraus } x_0 = 1,16 = \approx 1,2;$$

ferner

$$J_{min} = 18 \frac{1,2^3 + (1,7 - 1,2)^3}{3} + 1,7 \frac{3,5^3 - 0,5^3}{3} = 36.$$

Die auf den Hinterflansch kommende Last ist bei Lastübertragung im Schwerpunkte des ganzen Stützenquerschnittes und bei der dann entstehenden gleichförmigen Vertheilung, da der Hinterflansch $\frac{1}{5}$ des Gesamtschnittes ausmacht, gleich $\frac{1}{5}$ der ganzen Last, also $\frac{47\,000}{5} = 9400$ kg; fomit wird nach

Gleichung 155. (für $s = 8$) $\lambda = 2 \pi \sqrt{\frac{1\,000\,000 \cdot 36}{8 \cdot 9400}} = 225$ cm. Die Stege müssen sich also in Abständen von mindestens 113 cm wiederholen.

2) Eine frei stehende Säule, deren oberes Ende frei beweglich ist, während sie unten mit breiter Platte aufsteht (Fall 1), hat bei 7,5 m Länge eine Belastung von 56 000 kg zu tragen; sie soll bequemen Guffes wegen 2,8 cm Wandstärke erhalten; welchen Durchmesser muß sie in halber Höhe haben?

Nach Gleichung 146. ist (für $C = \frac{\pi^2}{4}$) $d = \sqrt[3]{\frac{56\,000 \cdot 750^2 \cdot 4}{49\,062 \cdot \pi^2 \cdot 2,8}} = 45$ cm, folglich der äußere Säulendurchmesser in der Mitte der Höhe gleich 47,3 cm oder rund 48 cm. Soll die Säule Schwellung erhalten, so muß für den schwächsten Querschnitt am oberen Ende noch stattfinden $2,8 d \pi \cdot 500 = 56\,000$ oder $d = 13$ cm; der äußere Durchmesser brauchte also nur rund 16 cm zu sein, und es kann fomit jedes praktikable verwendbare Maß der Schwellung ausgeführt werden.

3) In eine 1 Stein starke Innenwand soll ein I-förmiger Ständer gestellt werden, dessen Flansche behufs bündigen Einputzens 1,8 cm dick sein müssen, so daß die ganze Höhe des Profils 28,6 cm beträgt. Der Ständer ist 4,5 m hoch, oben und unten verdrehbar (Fall 2) und trägt 36 000 kg; wie breit müssen die Flansche gegossen werden?

Sollte die Rücksicht auf Zerknicken außer Acht gelassen werden dürfen, so müßte nach Gleichung 153. b aus $\frac{l}{14,34}$ bestimmt werden, also $\frac{450}{14,34} = 31$ cm betragen. Da diese Breite unbequem ist, soll die geringste wegen der Gefahr des Zerknickens zulässige ausgeführt werden, welche nach Gleichung 154. aus $b = \sqrt[3]{\frac{36\,000 \cdot 450^2}{20\,833 \cdot 1,8 \cdot \pi^2}}$ mit 26,9 cm oder rund 27 cm folgt. Wird die Mittelwand nicht voll gegossen, so ist die Theilung der Verbindungsstege zu berechnen, wie in Beispiel 1.

2) Der Längsdruck wirkt im Abstände u von der Schwerpunktsaxe. Bei Freistützen wird u stets in der Richtung einer der Symmetrie-Axen (Trägheits-Haupttaxen, siehe Theil I, Band 1 dieses »Handbuches«, Art. 314, S. 270) liegen, so daß für die aus der Excentricität entstehende Biegung die zu u senkrechte neutrale Axe und eines der Hauptträgheitsmomente \mathcal{F} in Frage kommen. Es bezeichne noch e den Abstand der äußersten Fasern von der neutralen Axe.

282.
Längsdruck
nahe der
Schweraxe
wirksam.

Man bemesse den Querschnitt zunächst für Druck in der Schweraxe nach obigen Regeln auf Zerknicken, und untersuche dann den Einfluß der excentrischen Wirkung, indem man die Spannungswerthe ⁹⁸⁾

$$\sigma = \frac{P}{F} \left(1 \pm \frac{F}{\mathcal{F}} u e \right) \dots \dots \dots 157.$$

berechnet; darin ist für die entfernteste Faser auf derjenigen Seite der neutralen Axe, auf welcher P wirkt, neben dem entsprechenden Werthe von e das Plus-Zeichen, für die entfernteste Faser der abgewendeten Seite das Minus-Zeichen zu berücksichtigen. Für die einfachen Querschnitte (Fig. 533, 534, 535, 537 u. 538) kann man auch hier $\mathcal{F} = c F h^2$ einführen; die Gleichung lautet dann:

⁹⁸⁾ Nach Gleichung 50. (S. 273) in Theil I, Bd. 1 dieses »Handbuches«.

$$\sigma = \frac{P}{F} \left(1 \pm \frac{u e}{c h^2} \right), \dots \dots \dots 158.$$

worin nun h die Querschnitts-Dimension normal zur neutralen Axe bedeutet.

Sollte das Binom in der Klammer für eine der äussersten Fasern negativ, d. h. $u e > c h^2$ oder $F u e > \mathcal{F}$ werden, so ergäbe sich für σ Zugspannung, und es empfiehlt sich dann, den Querschnitt so abzuändern, dass auch in dieser Faser Druck entsteht; auf der anderen Seite darf σ den Werth von höchstens 650 kg nicht überschreiten.

283.
Beispiel.

Beispiel. Auf die Freistütze des Beispiels 1 in Art. 281 sei die Last von 47 000 kg so gelagert, dass sie in der Mitte A (Fig. 540) der Tiefe von 77 cm angreift. Hier ist $F = 3 \cdot 18 \cdot 1,7 + 2 \cdot 14,6 \cdot 1,7 = 141$ qcm; der Abstand x_0 des Schwerpunktes von der Vorderkante folgt aus

$$x_0 = \frac{18 \cdot 1,7 (0,85 + 17,15 + 76,15) + 2 \cdot 14,6 \cdot 1,7 \cdot 9}{141} = \approx 23,5;$$

fomit ist für die Zugseite $e = 23,5$ cm, für die Druckseite $e = 77 - 23,5 = 53,5$ cm das Trägheitsmoment für die Schwerpunktsaxe, welches berechnet werden muss; weil hier Gleichung 157. zur Verwendung kommt, ist

$$\mathcal{I} = 18 \frac{23,5^3 - 21,8^3 + 7,2^3 - 5,5^3 + 53,5^3 - 51,8^3}{3} + 2 \cdot 1,7 \frac{21,8^3 - 7,2^3}{3} = 113\,096.$$

Die grössten Spannungen sind demnach nach Gleichung 157.

$$\sigma = \frac{47\,000}{141} \left(1 + \frac{15 \cdot 53,5 \cdot 141}{113\,096} \right) = 666 \text{ kg Druck an der Innenkante und}$$

$$\sigma = \frac{47\,000}{141} \left(1 - \frac{15 \cdot 23,5 \cdot 141}{113\,096} \right) = 187 \text{ kg Druck aussen.}$$

Die Stütze genügt demnach eben für die excentrische Belastung. Die stärkere Belastung des Innenflansches hat nun aber nach Massgabe der Gleichung 155. eine Verkürzung der Theilung λ der Verbindungsstege zur Folge.

284.
Ausführung.

Die Herstellung der gusseisernen Stützen erfolgt der Einfachheit halber bei grosser Länge in liegender Stellung; diese Art gestattet zwar den Guss sehr langer Theile in einem Stücke; doch fällt der Guss leicht locker und blasig aus, weil das flüssige Eisen nur unter geringem Drucke steht, und die Luftblasen aus der langen horizontalen Form schwer entweichen können. Auch ist es schwierig, den schweren Kern so steif zu bilden, dass er in der Mantelform nicht durchhängt, und so entstehen gerade an der ungünstigsten Stelle, in der Mitte der Länge, ungleiche Wandstärken, oben zu grosse, unten zu geringe. Die sich ergebende Schiefe und ungleichmässige Dichtigkeit des Querschnittes haben auf die Tragfähigkeit der Stütze denselben ungünstigen Einfluss, wie excentrische Wirkung der Last, und können eine richtig berechnete Stütze ernstlich gefährden. Die Ungleichmässigkeit der Wandstärken ist genau nur durch Anbohren zu erkennen.

Mit Sicherheit werden diese Mängel nur bei stehendem Guss vermieden. Hierbei ist die Länge der Theile eine beschränktere, da Giefsgruben von entsprechender Tiefe erforderlich sind. Nur grössere Giefsereien haben die nöthigen Anlagen und giesen Längen bis zu etwa 8 m. Der Guss wird dicht, weil die Last des Eisens selbst das Material verdichtet, und die Blasen können nach oben entweichen. In der stehenden Form kann der Kern leicht centrisch und gerade gehalten werden.

Die Dichtigkeit des Gusses prüft man am besten durch Nachwägen der Stücke von bekanntem cubischen Inhalte.

b) Freistützen in Schmiedeeisen.

285.
Querschnitt.

Schmiedeeiserne Stützen bestehen ausschliesslich aus Walzprofilen, und zwar sind für ganz leichte Stützen I- und L-Profile zu verwenden; schwerere werden durch Ver-nieten mehrerer Walzeisen hergestellt.