



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

b) Freistützen in Gusseisen

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

Wie die beiden Gleichungen erkennen lassen, wird bei Benutzung von 198 die zulässige Druckspannung s , bei Benutzung von 199 die zulässige Zugspannung s_g voll ausgenutzt. Der grössere der beiden Werte h ist auszuführen.

Schliesslich ist dann

$$D = h + \delta \quad \text{und} \quad D_1 = h - \delta. \quad \dots \quad 200.$$

Beispiel. Für die die Binder eines Hallendaches tragende Säule von Kreisringquerschnitt sei die Last, einchl. des Eigengewichtes, $P = 20\,000\text{ kg}$; am Kopfe greift eine wagrechte Kraft $H = 700\text{ kg}$ an; die Stütze ist bis an die Fufseinspannung $h_1 = 600\text{ cm}$ hoch, so dass $M = 600 \cdot 700 = 420\,000\text{ cmkg}$ zu setzen ist. Soll die Druckspannung $s = 700\text{ kg}$ für 1 qcm ebenso, wie die Zugspannung $s_g = 250\text{ kg}$ für 1 qcm voll ausgenutzt werden, so müsste nach Gleichung 197 gemacht werden:

$$h = \frac{4 \cdot 420\,000 (700 - 250)}{20\,000 (700 + 250)} = 39,8\text{ cm} \quad \text{und} \quad \delta = \frac{20\,000^2 (700 + 250)}{2 \cdot \pi \cdot 420\,000 (700 - 250)^2} = 0,71\text{ cm}.$$

Diese Wandstärke ist für die Ausführung zu gering; dafür soll $\delta = 1,5\text{ cm}$ ausgeführt werden. Dann ist nach Gleichung 198

$$h = \frac{20\,000}{2 \pi \cdot 1,5 \cdot 700} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{16 \cdot \pi \cdot 420\,000 \cdot 1,5 \cdot 700}{20\,000^2}} \right) = 25,8\text{ cm}$$

und nach Gleichung 199

$$h = \frac{20\,000}{2 \pi \cdot 1,5 \cdot 250} \left(\sqrt{1 + \frac{16 \cdot \pi \cdot 420\,000 \cdot 1,5 \cdot 250}{20\,000^2}} - 1 \right) = 30,4\text{ cm}.$$

Demnach ist der gemittelte Stützendurchmesser mit dem grösseren Werte von rund $h = 30\text{ cm}$ auszuführen. Dabei wird nach Gleichung 200

$$D = 30 + 1,5 = 31,5\text{ cm} \quad \text{und} \quad D_1 = 30 - 1,5 = 28,5\text{ cm}.$$

b) Freistützen in Gufseifen.

Die in Gufseifen ausgeführte Freistütze hat in vielen Fällen dadurch Unglücksfälle verursacht, dass sie bei Feuersbrünften stark erhitzt, dann, vom kalten Strahle des Spritzen Schlauches getroffen, sprang und plötzlich zusammenbrach. Dieser Mangel hat schon seit längerer Zeit die gufseiferne Freistütze, wie den gufseiferne Träger aus den Hochbauten nordamerikanischer Städte ganz verbannt, wo sie durch Schweisseifen oder weichen Stahl ersetzt ist. In Europa überwiegt die Verwendung des Gufseifens für diese Konstruktionsteile, wegen der bequemen Formgebung und des meist geringeren Preises gegenüber demjenigen des Schweisseifens, noch erheblich.

Durch die »Baupolizeiliche Vorschrift über Stützenkonstruktionen in Hochbauten in Berlin« (vom 4. April 1884¹⁰⁸) ist die Verwendung gufseiferne Freistützen unter massiven Wänden von Gebäuden, welche unten Geschäfts-, oben Wohnräume enthalten, von der Bedingung abhängig gemacht, dass diese Stützen durch feste Ummantelungen aus Schweisseifen der unmittelbaren Berührung durch Feuer und Wasser entzogen werden; anderenfalls dürfen sie nur aus Schweisseifen oder aus Klinkermauerwerk in Zementmörtel gebildet sein¹⁰⁹). Als anderweitige Mittel, um das Erhitzen von gufseiferne 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 erprobt¹¹⁰).

Uebrigens haben sich auch Schweisseifenstützen als starkem Feuer nicht gewachsen gezeigt. Man steht heute auf dem Standpunkte, für jede eiserne Stütze, mag sie aus Schweisseifen oder Gufseifen bestehen, eine besondere feuerlichere Ummantelung zu fordern, sobald Feuerbeständigkeit von der Stütze verlangt werden muss.

¹⁰⁸) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 153. — Deutsche Bauz. 1884, S. 190. — Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1884, S. 174.

¹⁰⁹) Durch diese Bestimmung veranlasst, hat neuerdings *Bauschinger* vergleichende Versuche über die Tragfähigkeit von erst erhitzten, dann kalt angespritzten Säulen aus Gufseifen und Schmiedeeisen angestellt, nach denen die ersteren den letzteren überlegen sein sollen. (Vergl.: BAUSCHINGER, J. Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium an der k. technischen Hochschule in München. 1885, Heft 12 — ferner: Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 125 u. 149.)

¹¹⁰) Siehe auch Teil III, Bd. 6 dieses »Handbuches«, Abt. V, Abschn. 1, Kap. 1: Sicherungen gegen Feuer.

Weitere Beobachtungen über die Tragfähigkeit der Stützen im Feuer¹¹¹⁾, namentlich auch bei fortgesetzten Versuchen *Bauschinger's*, ergaben, daß schweißeiserne Stützen durch das Erhitzen schneller ihre Tragfähigkeit verlieren, als richtig, d. h. ohne plötzliche Querschnittsübergänge, geformte Gufstützen, und daher als mindestens so unsicher, wie diese anzusehen sind. Wirkliche Sicherheit erhält man also nur durch feuerfeste Ummantelung beider Stoffe, von denen im nächsten Bande, Heft 3 (Abt. III, Abchn. 2, A, Kap. 1) die Rede sein wird (vergl. auch Fig. 568). Ohne diese sind nach den heutigen Erfahrungen aber gut durchgebildete Gufstützen als widerstandsfähiger gegen Feuer anzusehen, als schweißeiserne und stählerne¹¹²⁾.

Bei schweren Lasten ist auch die häufig durchgeführte Ausnutzung hohler Freistützen zu Rauchrohren nicht zu empfehlen, da das Erhitzen der Wandungen und das Einführen 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 Teilung mit kleinen Bohrlöchern durchbrechen, damit das quellende Eis einigen Ausweg findet, und in das Innere noch besondere Leitungsrohre aus Gufseifen einsetzen.

287.
Querschnitt.

Die Querschnittsformen gusseiserner Freistützen sind bei völlig freier Stellung der Kreisring (Fig. 557), der quadratische Kasten (Fig. 558) und das Kreuz (Fig. 559). Stehen die Stützen in der Richtung einer Wand als Einfassung großer Oeffnungen, so verwendet man den Querschnitt nach Fig. 560 auch wohl mit Kreisring statt des quadratischen Kastens an der Außenseite, den I- (Fig. 561) oder den C-förmigen Querschnitt (Fig. 562), bei denen der Steg gewöhnlich durchbrochen ist¹¹³⁾.

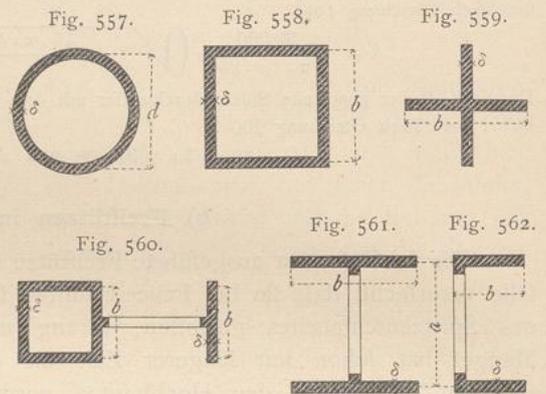
Bezüglich der Höhenentwicklung der Stützen ist zu beachten, daß starke Ausladungen im Fusse oder Kopfe, welche den Querschnitt plötzlich, ohne Verstärkung, auf einen größeren Umfang bringen, bereits Grund zu Zusammenbrüchen geworden sind, indem der schräge Teil der Ausweitung ringsum abgesichert wurde und der engere Teil sich in den weiteren hineinschob. Der Stützenquerschnitt soll daher thunlichst unverändert durchlaufen, weshalb weit ausladende Formen massiv angegossen, mit Querrippen ausgesteift, oder besser in leichter Ausführung in Gufseifen oder Zinkgufs umgelegt werden; die erste Art der Herstellung bringt Gefahren durch die erheblichen und meist plötzlichen Schwankungen der Wandstärke, insbesondere bei Feuersbrünsten; das letzte Verfahren ist das sicherste.

Glaubt man zur Erzielung von kräftigen Profilierungen die Ausweitung des ganzen Stützenquerschnittes auch im Inneren nicht entbehren zu können, so muß man die nach dem zweiten Verfahren an der Ausweitungstelle im Inneren anzubringenden Rippen nach oben und unten schlang verlaufen lassen.

111) Vergl.: MÖLLER & LÜHMANN. Berechnung der Stützen mit Berücksichtigung der Erhitzung. Preisschrift des Vereines zur Förderung des Gewerbestandes in Preußen. Verh. d. Ver. z. Beförd. d. Gwblf. in Preußen. 1887, S. 573. (Auch als Sonderabdruck erschienen.) — Siehe auch Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte, 2. Aufl. (Art. 145, S. 123; 3. Aufl.: Art. 147, S. 138) dieses „Handbuches“.

112) Nach Beobachtungen der Londoner Feuerwehr haben sich auch starke eichene Freistützen in heftigen Feuersbrünsten gut gehalten, eine Erscheinung, die daraus erklärt wird, daß die in einem durchglühten Raume noch enthaltene Luft zu sauerstoffarm ist, um hartes Eichenholz zu wirklichem Brennen zu bringen. Die Stützen zeigten sich bis auf geringe Tiefe mit einer schützenden Kohlschicht bedeckt, im Inneren aber völlig gesund. Auf derartigen Erfahrungen fußend, hat man neuerdings die Freistützen der Speicher im Bremer Freihafengebiete aus Eichenholz hergestellt.

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



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

Die Beanspruchung gusseiserner Freistützen durch äußere Kräfte erfolgt lotrecht und ganz oder nahezu genau im Schwerpunkte. In den Fällen, in denen die äußeren Kräfte wagrecht, geneigt oder erheblich schief wirken, in Fällen also, in denen erhebliche Biegemomente auftreten, verwendet man zweckmäßiger Schweisseisen. Doch kommen gemäß Art. 285 (S. 214) auch gusseiserne gebogene Stützen vor.

Die Herstellung der gusseisernen Stützen erfolgt der Einfachheit halber bei großer Länge in liegender Stellung; diese Art gestattet zwar den Guß sehr langer Teile 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 wagrechten Form schwer entweichen können. Auch ist es schwierig, den schweren Kern so steif zu bilden, daß er nicht in der Mantelform durchhängt, und so entstehen grade 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 schiefer Angriff 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 bei stehendem Guße vermieden. Hierbei ist die Länge der Teile eine beschränktere, da Gießgruben von entsprechender Tiefe erforderlich sind. Nur größere Gießereien haben die nötigen Anlagen und gießen Längen bis zu 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 gerade gehalten werden. Die Gießtechnik ist jedoch heute so weit vorgeschritten, daß man stehenden Guß nicht mehr unbedingt vorzuschreiben braucht. Bei liegend gegossenen Stützen ist jedoch genaue und scharfe Prüfung unerlässlich.

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

Beispiel 1. Eine gusseiserne Ringstütze Nr. 4 der Zusammenstellung auf S. 206, welche unten flach aufsteht und oben ein Kugelenk besitzt und am Ausweichen nicht verhindert ist (Fall I, $C = 2,5$), soll bei 500 cm Länge 25 000 kg mit ($m =$) 8facher Sicherheit tragen; die zulässige reine Druckspannung ist für schweren Guß ($s =$) 500 kg für 1 qcm.

Das Längenverhältnis, bei dem die Gefahr des Zerdrücktwerdens und des Zerknickens gleich groß ist, folgt nach Gleichung 191 (S. 212) bei $E = 1000000$ kg für 1 qcm mit

$$l_1 = h \sqrt{\frac{2,5 \cdot 1000000 \cdot 0,125}{8 \cdot 500}} \quad \text{und} \quad h = \frac{l_1}{8,84}.$$

Der gemittelte Durchmesser müßte also $\frac{500}{8,84} = \approx 57$ cm betragen, wenn die Gefahr des Zerknickens nicht vorliegen sollte. So stark wird man die Stütze nicht machen, da sie dann nur eine Wandstärke von $\delta = \frac{25000}{500 \cdot \pi \cdot 57} = 0,28$ cm erhielte; sie ist also nach Gleichung 189 (S. 212) auf Zerknicken zu berechnen, wobei man genau genug $F = \delta h \pi$ setzen kann. Wird noch bestimmt, daß mit Rücksicht auf sicheren Guß die Wandstärke 1,8 cm betragen soll, so ergibt sich nach Gleichung 189

$$\pi h \cdot 1,8 h^2 = \frac{8 \cdot 25000 \cdot 500^2}{2,5 \cdot 1000000 \cdot 0,125},$$

288.
Berechnung
und
Ausführung.

289.
Beispiele.

$$h = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 25000 \cdot 500^2}{1,8 \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot 1000000 \cdot 0,125}} = 30,5 \text{ cm.}$$

Der äußere Durchmesser ist also $30,5 + 1,8 = 32,3 \text{ cm}$, der innere $30,5 - 1,8 = 28,7 \text{ cm}$.

Beispiel 2. Eine kastenförmige Gufstütze Nr. 5 der Zusammenstellung auf S. 206 ist mit den Querschnittsabmessungen $h = 18,5 \text{ cm}$, $\delta = 1,5 \text{ cm}$ und von 750 cm Länge vorhanden; es fragt sich, wie viel diese mit ($m =$) 7 facher Sicherheit tragen kann, wenn sie unten mit großer Grundplatte flach aufgesetzt und oben am Ausweichen verhindert wird (Fall III, $C = 20$).

Das Längenverhältnis, bei dem Zerknicken noch nicht eintritt, folgt bei $s = 500 \text{ kg}$ für 1 qcm zulässiger Druckspannung nach Gleichung 191 (S. 212) bei $c = 0,1667$ mit

$$l_1 = h \sqrt{\frac{20 \cdot 1000000 \cdot 0,1667}{7 \cdot 500}} \quad \text{und} \quad h = \frac{l_1}{30,9},$$

so daß also die gemittelte Breite h wenigstens $\frac{750}{30,9} = 24 \text{ cm}$ betragen müßte, wenn die Stütze nur auf Druck zu berechnen sein sollte.

Da der Querschnitt $4 \cdot 18,5 \cdot 1,5 = 111 \text{ qcm}$ beträgt, so folgt die zulässige Last aus Gleichung 189 (S. 212) mit

$$P = \frac{20 \cdot 1000000 \cdot 0,1667 \cdot 111 \cdot 18,5^2}{7 \cdot 750^2} = 32170 \text{ kg.}$$

Beispiel 3. Die Freistütze für den Träger eines Schaufensters hat bei 375 cm Länge 47000 kg zu tragen, muß als oben und unten verdrehbar gehalten (Fall II, $C = 10$) angefaßt werden und soll einen Querschnitt nach Fig. 560, 563 u. 564 (Nr. 25 der Zusammenstellung auf S. 210) 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 $18 - 3 = 15 \text{ cm}$ angefaßt werden, und die Länge, bei welcher die Stütze einfach auf 500 kg Druck für 1 qcm zu berechnen sein würde, ist nach Gleichung 191 bei $m = 8$

$$l_1 = 15 \sqrt{\frac{10 \cdot 1000000 \cdot 0,15}{8 \cdot 500}} = \infty 281 \text{ cm.}$$

Da die Stütze länger ist, muß sie nach Gleichung 189 (S. 212) bemessen werden, und zwar wird nach Gleichung 189

$$F h^2 = F b^2 = \frac{8 \cdot 47000 \cdot 375^2}{10 \cdot 1000000 \cdot 0,15} = 35250; \quad F = \frac{35250}{15^2} = 157 \text{ qcm,} \quad \text{und da } F = 5 b \delta,$$

$$\delta = \frac{157}{5 \cdot 15} = 2,09 \text{ cm;}$$

b ist somit genauer mit $18 - 2,09 = 16,0 \text{ cm}$ einzuführen; l_1 wird dann $\frac{281 \cdot 16}{15} = 300 \text{ cm}$, also kleiner, als die Länge der Stütze, und die Wandstärke wird genauer nach

$$F = \frac{35250}{16^2} = 137,8 \text{ qcm,}$$

$$\delta = \frac{137,8}{5 \cdot 16} = 1,72 \text{ cm,}$$

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

Die nötige Anzahl N von Verbindungen des hinteren Flansches mit dem vorderen Kasten durch angeöffnete Stege ergibt sich in folgender Weise. Nach Fig. 564 ist

$$x_0 (18 \cdot 1,7 + 3 \cdot 1,7) = 18 \cdot 1,7 \frac{1,7}{2} + 3 \cdot 1,7 \left(1,7 + \frac{3}{2}\right), \quad \text{also } x_0 = 1,18 = \infty 1,2 \text{ cm,} \quad \text{und}$$

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

Die Belastung des Hinterflansches ist $\frac{1}{5}$ der ganzen Last $n = 5$, also nach Gleichung 194 (S. 213)

$$N = \frac{375}{3,14} \sqrt{\frac{8 \cdot 47000}{5 \cdot 1000000 \cdot 36}} = 5,4 \approx 6.$$

Einschließlich derjenigen am oberen und unteren Ende sind 8 Stegverbindungen im 1., 3., 5., 7., 9. und 11. Zwölftel der Länge anzugeben.

Beispiel 4. In eine 1 Stein starke Innenwand soll ein gusseiserner Ständer mit I-förmigem Querschnitt nach Fig. 561 (Nr. 6 der Zusammenstellung auf S. 206) gestellt werden, dessen Flansche behufs bündigen Einputzens $1,8 \text{ cm}$ dick sein müssen; das Maß b für Nr. 6 ist also $25 + 1,8 = 26,8 \text{ cm}$ und $\delta = 1,8 \text{ cm}$. Der Ständer ist 450 cm hoch und (nach Fall II, $C = 10$) oben und unten verdrehbar geführt.

Die aufzunehmende Last ist $P = 36000$ kg; wie breit müssen die Flansche sein, d. h. wie groß ist das h in Nr. 6 zu machen? Die Zerknickungslänge ist nach Gleichung 191 (S. 212) aus Achse I in Nr. 6 für $m = 8$ fache Sicherheit und $s = 500$ kg für 1 qcm nach Gleichung 191:

$$l_1 = h \sqrt{\frac{10 \cdot 1000000 \cdot 0,0833}{8 \cdot 500}} = 14,4 h.$$

Wenn also die Stütze nur auf Druck zu berechnen sein sollte, so müsste die Flanscbreite $\frac{450}{14,4} = 31,2$ cm betragen; die Tragfähigkeit wäre dann aber $2 \cdot 1,8 \cdot 31,2 \cdot 500 = 56160$ kg.

Die Flansche werden daher schmaler zu machen, dann aber nach Gleichung 189 (S. 212) auf Zerknicken zu berechnen sein, und es folgt

$$F h^2 = \frac{8 \cdot 36000 \cdot 450^2}{10 \cdot 1000000 \cdot 0,0833} = 70012.$$

$$F \text{ ist } = 2 \delta h, \text{ also } 2 \cdot 1,8 \cdot h \cdot h^2 = 70012 \text{ und } h = \sqrt[3]{\frac{70012}{3,6}} = 27,0 \text{ cm.}$$

Damit die Steifigkeit der Achse II mindestens so groß sei, wie die für I , muss nach Nr. 6 $b \geq 0,577 \cdot 27 = 15,6$ cm betragen; der Ständer ist für Achse I bei $b = 26,8$, also jedenfalls zu steif.

Für die Berechnung der Verbindungsstege nach Gleichung 194 (S. 213) ist

$$n = 2, i = \frac{27 \cdot 1,8^3}{12} = 13, \text{ also } N = \frac{450}{3,14} \sqrt{\frac{8 \cdot 36000}{2 \cdot 1000000 \cdot 13}} = 14,9 \approx 15.$$

Abgehen von den beiden an den Enden sind somit 15 Stege in den ungeraden Dreißigsteln einzugießen.

Fig. 563.

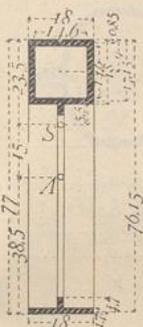
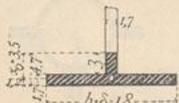


Fig. 564.



Statt dieser 17 Stege wird man hier einen vollen Steg zwischen die Flansche gießen, oder man versteht jeden Flansch, wie in Beispiel 3 (Fig. 563 u. 564), mit einer durchlaufenden Rippe und bringt dann Verbindungsstege in weiterer Teilung an, die zu berechnen ist, wie in Beispiel 3.

Beispiel 5. Hier möge die in Art. 284 (S. 213) besprochene schiefe (exzentrische) Belastung der Stützen berücksichtigt werden. Auf die Freistützen des Beispiels 3 sei die Last von 47000 kg so gelagert, dass sie in der geometrischen Mitte A (Fig. 563) 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

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

somit ist für die Zugseite $e = 23,5$ cm, für die Druckseite $e = 77 - 23,5 = 53,5$ cm; das Trägheitsmoment für die Schwerpunktsachse, welches berechnet werden muss, weil hier Gleichung 195 (S. 213) zur Verwendung kommt, ist

$$J = 18 \frac{23,5^3 - 21,8^3 + 7,2^3 - 5,3^3 + 53,5^3 - 51,8^3}{3} + 2 \cdot 1,7 \frac{21,8^3 - 7,2^3}{3} = 113096 \text{ (auf Centim. bezogen).}$$

Die größten Spannungen sind demnach nach Gleichung 195

$$\sigma = \frac{47000}{141} \left(1 + \frac{15 \cdot 53,5 \cdot 141}{113096 - \frac{47000 \cdot 375^2}{8 \cdot 1000000}} \right) = 670 \text{ kg Druck an der Innenseite}$$

und

$$\sigma = \frac{47000}{141} \left(1 - \frac{15 \cdot 23,5 \cdot 141}{113096 - \frac{47000 \cdot 375^2}{8 \cdot 1000000}} \right) = 185 \text{ kg Druck aussen.}$$

Die Stütze genügt demnach eben für die schiefe Belastung. Die stärkere Belastung des Innenflansches hat nun aber nach Maßgabe der Gleichung 194 (S. 213) eine entsprechende Vermehrung der Verbindungsstege zur Folge.

c) Freistützen in Schweißseifen.

Schweißseiferne Stützen bestehen ausschließlich aus Walzquerchnitten, und zwar sind für ganz leichte Stützen **I**- und **C**-Profile zu verwenden; schwerere werden durch Vernieten mehrerer Walzeifen hergestellt.

290.
Querchnitt.