



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

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

**Marx, Erwin**

**Stuttgart, 1901**

β) Ankerplatten

---

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

Gleichung 221:  $A = 2 \cdot 40 \cdot 6 \left( \frac{31}{5} - \frac{6}{2} \right) - \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 31^2}{5} = 94,5;$

Gleichung 222:  $B = \frac{817000 \cdot 31}{750} - \frac{26 \cdot 2,5 \cdot 31^3}{75} - 2 \cdot 40 \cdot 6 \left( \frac{31}{5} - \frac{6}{2} \right)^2 - \frac{40 \cdot 6^2}{6} = 1595;$

Gleichung 223:  $b_2 = \frac{94,5^3}{4 \cdot 1595 \left( \frac{4}{5} \cdot 94,5 \cdot 31 - 1595 \right)} = 0,1767 \text{ cm};$

Gleichung 223:  $\delta_2 = \frac{94,5^2}{2 \cdot 0,1767 \cdot 1595} = 15,844 \text{ cm}.$

Diese Maße für  $\delta_2$  und  $b_2$  erscheinen für die Ausführung unzweckmäßig;  $b_2 \delta_2 = 0,1767 \cdot 15,844$  ist gleich  $2,8 \text{ cm}$ , und dieses Rechteck wird hergestellt, indem  $\delta_2 = 1,4 \text{ cm}$  und  $b_2 = 2,0 \text{ cm}$  gemacht wird. An der Richtigkeit der Rechnung wird durch diese Abänderung nichts Wesentliches geändert.

Schließlich ist noch die Rippendicke  $\delta_3$  nach Gleichung 203 (S. 230) zu berechnen; es ergibt sich

$$\delta_3 = 0,024 \frac{95000 \cdot 33}{12 \cdot 31^2} = 6,5 \text{ cm},$$

zu welcher Berechnung der Hebelsarm  $a = 33 \text{ cm}$  (Fig. 581) für das Feld einer Eckrippe in Fig. 586 gefondert ermittelt ist.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, den Aufsatz des Stützenfußes nach unten in der ganzen Ausdehnung  $D_1$  nach Fig. 585 u. 592 völlig offen zu lassen. Es genügt, wie in Fig. 587, eine kleine Ausparung der Weite  $k$  zum Vergießen frei zu halten, namentlich wenn das Maß  $b_2$  klein ausfällt, man also von oben her an den Innenraum des Aufsatzes herankommen kann. Diese Maßnahme gestattet eine Verkleinerung der Plattenbreite  $b$ , wodurch dann auch die Stützrippen kürzer und schwächer werden.

Hierbei werden in vorstehender Berechnung die nachfolgenden Abänderungen nötig.  $b$  ist, statt nach Gleichung 213, zu bestimmen nach

$$b = \sqrt{\frac{P}{\sigma_1} + \frac{k^2 \pi}{4}}; \quad \dots \quad 224.$$

ferner  $b_1$ , statt nach Gleichung 214, aus

$$b_1 = \frac{b - k - 2 \delta}{2} \quad \dots \quad 225.$$

und das Biegemoment  $M$ , statt nach Gleichung 217, nach

$$M = \frac{P}{2} \left( \frac{b^3 - \frac{2}{3} k^3}{4 b^2 - \pi k^2} - \frac{d}{\pi} \right) \quad \dots \quad 226.$$

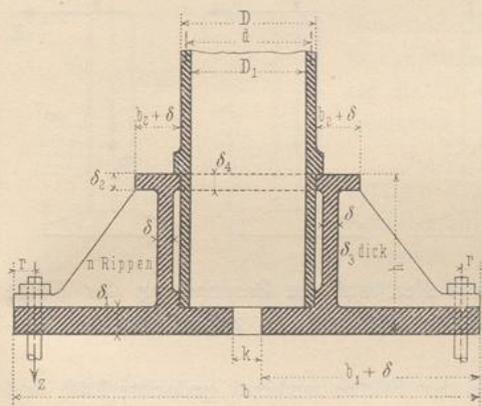
Alles übrige bleibt, wie oben. Demnach ist kurz überall für  $D_1$  die Ausparungsweite  $k$  einzusetzen.

β) Ankerplatten.

Für feste Einspannung von Freistützen werden Ankerplatten verwendet; diese bedürfen daher unter Umständen der Verankerung nach unten (vergl. das in Art. 282, S. 202 über Fundamentanker Gefagte). Gufseiserne Stützen werden meistens eingespant, wenn man dadurch den Widerstand gegen Zerknicken (Fall III u.

303.  
Gufseiserne  
Ankerplatten.

Fig. 587.



IV, S. 205) erhöhen will; breite, mit dem Fusse stumpf aufgesetzte Stützen sind jedoch bei Belastung in der Schwerachse auch ohne besondere Verankerung als unten unverdrehbar befestigt anzusehen. Wirken aus schiefer Belastung entstehende erhebliche Momente auf die Stütze, so wird man meistens zu schweißeisernen Konstruktionen übergehen.

Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Fußplatten für gusseiserne Stützen so groß zu wählen, daß sie auf der mindest belasteten Seite noch einen Gegendruck oder höchstens an der meist entlasteten Kante die Spannung 0 erleiden<sup>123)</sup>; dann ist keinesfalls eine Verankerung nötig. Sehr häufig kann man jedoch bei so bemessener Plattengröße die zulässige Pressung auf der Unterlage  $\sigma_1$  an der meist belasteten Kante nicht ausnutzen. Will man letzteres erreichen, so muß man die Platte kleiner machen; sie klappt dann an der mindest belasteten Kante auf und muß verankert werden.

Sollte jedoch die Pressung unter der meist belasteten Kante bei der die Verankerung eben überflüssig machenden Plattengröße den zulässigen Wert  $\sigma_1$  schon überschreiten, so muß die Platte noch weiter vergrößert werden und bedarf dann um so weniger einer Verankerung.

Nachdem die Behandlung der durch außerhalb der Schwerachse belasteten, sowie der durch Last und wagrechte Kraft belasteten Stützen in Art. 284 u. 285 (S. 213 bis 215, Gleichungen 195 bis 199) vorgeführt ist, lassen wir hier die ausführliche Berechnung der Ankerplatten folgen, welche sich in vielen Teilen auf die Berechnung der Füße von in der Schwerachse belasteten Stützen (siehe Art. 302, S. 233, sowie die Gleichungen 213 bis 223) stützt.

$P$  ist die lotrechte, in der Schwerachse der Stütze wirkende gedachte Last und  $P_1$  das Eigengewicht der Stütze;  $M$  bezeichnet das auf die Stütze wirkende Moment der äußeren Kräfte, welches im Falle von Fig. 588 gleich  $Pu$ , im Falle von Fig. 589 gleich  $Mh_1$  und im Falle von Fig. 590 gleich  $Pu + Hh_1$  zu setzen und nach diesen Ausdrücken endgültig zu berechnen ist.  $P + P_1$  mag noch gleich  $P_2$  gesetzt werden.

Die Berechnung soll, den gewöhnlichen Ausführungsformen entsprechend, für eine im Grundrisse quadratische Platte der Seitenlänge  $b$  durchgeführt werden, welche zum Zwecke des Vergießens in der Mitte eine Oeffnung von so geringer Ausdehnung  $k$  hat, daß sie für die Pressungsverteilung vernachlässigt werden kann. Uebrigens ist die für Kreisring- und quadratische, aber auch für viele anders gestaltete Formen von gusseisernen Stützen übliche Form

Fig. 588.

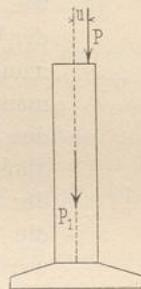


Fig. 589.

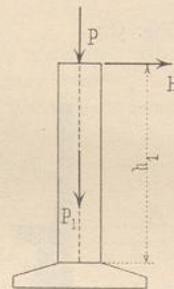


Fig. 590.

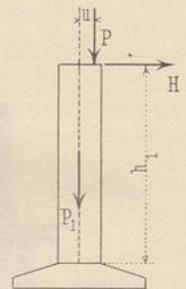
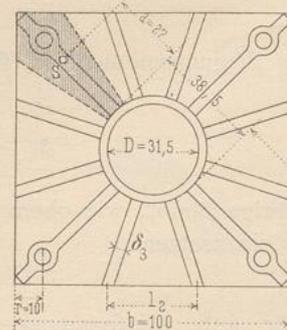


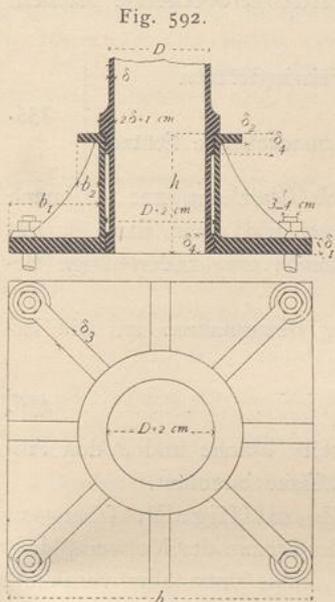
Fig. 591.



<sup>123)</sup> Siehe: Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte dieses »Handbuches«, Gleichung 51, S. 273.

der Ankerplatte in Fig. 587 u. 591 dargestellt; diese soll der Berechnung zu Grunde gelegt werden. Die gemittelte Stützenbreite ist hier  $d$  genannt, während sie in Art. 284 u. 285 (S. 213 bis 215, Gleichung 195 bis 199)  $h$  hieß. Die Berechnungsgrundlagen werden gleichzeitig für kreisrunde und quadratische Stützen, nötigenfalls für beide getrennt angegeben.

Uebrigens kann auch der schief belastete Ankerfuß nach Fig. 592 nach unten ebenso ganz offen ausgeführt werden, wie der gerade belastete nach Fig. 585 (S. 233). In der Berechnung treten dann ähnliche Veränderungen ein, wie sie auf S. 235 in den Gleichungen 224 bis 226 zu den Gleichungen 213, 214 u. 217 angegeben sind. Doch bilden die Ankerfüße nach Fig. 587 so sehr die Regel, daß auf diese Veränderungen hier nicht näher eingegangen wird.



Die Grenzbreite der Platte, bei der eben noch keine Verankerung erforderlich ist, beträgt

$$b = \frac{6 M}{P_2}, \dots \dots \dots 227.$$

und die größte bei dieser Breite auftretende Preßung unter der Platte ist:

$$\sigma = \frac{P_2^3}{18 M^2} \dots \dots \dots 228.$$

Nun sind die beiden Fälle zu unterscheiden, daß das so ermittelte  $\sigma$  größer oder kleiner ist als  $\sigma_1$ , nämlich als die für die Unterstützung der Platte zulässige Druckspannung.

$\alpha)$   $\sigma$  (Gleichung 228) wird größer als die zulässige Preßung  $\sigma_1$ . Alsdann muß die Platte behufs Ermäßigung der Druckspannung vergrößert werden; Verankerung ist nicht nötig. Die erforderliche Plattenbreite  $b$  folgt aus

$$b^3 - b \frac{P_2}{\sigma_1} = \frac{6 M}{\sigma_1} \dots \dots \dots 229.$$

Diese Gleichung ist durch versuchsweises Einsetzen mehrerer Werte von  $b$  zu lösen. Die schwächste Preßung an der entlasteten Kante ist dann

$$\sigma_2 = \frac{1}{b^2} \left( P_2 - \frac{6 M}{b} \right) \dots \dots \dots 230.$$

Das Moment, welches die Preßungen unter der Platte im Mittelquerschnitte der ganzen Platte erzeugen, ist

$$M_\sigma = \frac{b}{8} \left( P_2 + \frac{4 M}{b} \right) \dots \dots \dots 231.$$

Weiter bestimme man nun unter Annahme eines zweckmäßigen Wertes für  $k$  die Breite  $b_1$  aus

$$b_1 = \frac{b - k - 2 \delta}{2} \dots \dots \dots 232.$$

Bei  $n$  Stützrippen des Plattenauffatzes folgt die Traglänge  $l_2$  des unteren Plattenteiles zwischen zwei Rippen  $l$  nach Gleichung 215 und dann die Dicke  $\delta_1$  des unteren Plattenteiles für diesen Fall nach

$$\delta_1 = 0,0447 l_2 \sqrt{\sigma_1}; \dots \dots \dots 233.$$

ferner prüfe man, ob das angenommene  $\delta < \frac{b_1}{15}$  ist, was der Fall sein muß; es

ist jedoch zweckmäfsig,  $\delta$  nur wenig kleiner zu machen als  $\frac{b_1}{15}$ , und nun berechne man  $h_{mittel}$  aus Gleichung 220, wobei man das Rechnungsergebnis für  $h$  um 1,0 bis 1,5<sup>cm</sup> nach unten abrundet.

Wird nun zwischen Stütze und Plattenrand der Laibungsdruck  $s_d$  zugelassen, so berechne man die Höhe  $\delta_4$ , in der die Stütze im Plattenrande anliegen mufs, nach

$$\delta_4 = \frac{h - \delta_1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{4M}{D s_d (h - \delta_1)^2}} \right), \dots \dots \dots 234.$$

welcher Wert meist so klein ausfällt, dafs man ihn der Rechnung gegenüber zu grofs ausführen mufs.

Weiter bestimme man das den Mittelschnitt der Platte zerbrechende Moment  $M_1$  nach

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= M_\sigma - \frac{P_2 d}{2\pi} - \delta_4 D s_d \left( \frac{4h}{5} - \frac{\delta_4}{2} \right) \text{ für Kreisringstützen} \\ M_1 &= M_\sigma - \frac{3}{16} P_2 d - \delta_4 D s_d \left( \frac{4h}{5} - \frac{\delta_4}{2} \right) \text{ für quadratische Stützen} \end{aligned} \right\} 235.$$

und dann die Gröfsen  $A$  nach Gleichung 221,  $B$  nach Gleichung 222,  $b_2$  nach Gleichung 223 und  $\delta_2$  nach Gleichung 223. In der Regel wird man dann  $\delta_4$  mit der Gröfse ausführen, die sich für  $\delta_2$  ergibt; doch ist auch eine anderweitige Bemessung möglich, wie Fig. 592 zeigt.

Schliesslich ist die Dicke der  $n$  Stützrippen unter Bezugnahme auf die Erklärung der einzelnen Gröfsen in Fig. 586 u. 591 nach

$$\delta_3 = 0,012 \frac{\sigma_1 f a}{h^2} \dots \dots \dots 236.$$

zu ermitteln, in der  $f$  die in Fig. 586 u. 591 überstrichelte Fläche und  $a$  den Abstand des Schwerpunktes  $S$  dieser Fläche vom Plattenaufsatze bedeutet.

$\beta$ )  $\sigma$  (Gleichung 228) gleich oder gröfser als die zuläffige Pressung  $\sigma_1$ . In diesem Falle kann die Platte gegen das Ergebnis der die Grenze der Notwendigkeit der Verankerung angehenden Gleichung 227 verkleinert, mufs dann aber verankert werden. Letzteres geschieht in der Regel nach Fig. 591 an den Enden der Eckrippen im Abstände  $r$  von der Plattenkante; es steht aber bei grofsen Platten auch nichts im Wege, am Ende jeder Rippe einen Anker anzubringen. Im folgenden werden sämliche entlang der aufklaffenden Plattenkante angebrachten Anker zu der Gesamtkerwirkung  $Z$  im Abstände  $r$  von der Kante vereinigt gedacht (Fig. 587).

Zunächst ist hier die Plattenbreite  $b$  zu bestimmen aus

$$b^3 - b^2 \cdot 2r - b \left( \frac{3P_2}{2\sigma_1} - r^2 \right) = \frac{3}{\sigma_1} (M - Pr) \dots \dots \dots 237.$$

Ist  $b$  hiernach bestimmt, so folgt der Gesamtkerzug  $Z$  aus

$$Z = \frac{\sigma_1 (b - r) b}{2} - P \dots \dots \dots 238.$$

Das Moment der Pressung unter der Platte in Bezug auf den Mittelschnitt beträgt

$$M_\sigma = \frac{b^3 \sigma_1}{48} \frac{5b - 6r}{b - r} \dots \dots \dots 239.$$

Werden nun weiter  $b_1$  nach Gleichung 232,  $l_2$  nach Gleichung 215,  $\delta_1$  nach Gleichung 233,  $\delta$  nach  $\delta < \frac{b_1}{15}$  und  $h_{mittel}$  nach Gleichung 220 unter Abrundung um 1,0 bis 1,5<sup>cm</sup> nach unten auf den Wert  $h$  und  $\delta_4$  nach Gleichung 234 bestimmt, so ist das die Platte mitten zerbrechende Moment

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= M_\sigma - \frac{P_2 d}{2\pi} - \delta_4 D s_d \left( \frac{4h}{5} - \frac{\delta_4}{2} \right) \text{ für Kreisringstützen} \\ M_1 &= M_\sigma - \frac{3}{16} P_2 d - \delta_4 D s_d \left( \frac{4h}{5} - \frac{\delta_4}{2} \right) \text{ für quadratische Kastenstützen,} \end{aligned} \right\} 240.$$

nach dessen Festsetzung  $A$  aus Gleichung 221,  $B$  aus Gleichung 222,  $b_3$  aus Gleichung 223 und  $\delta_3$  aus Gleichung 223 zu bestimmen sind.  $\delta_3$  folgt dann mit Bezug auf Fig. 586 u. 591 wieder aus Gleichung 236.

Beispiel. Zu der im Beispiele zu Art. 285 (S. 215) berechneten, von der wagrechten Kraft  $H = 700$  kg gebogenen,  $h_1 = 600$  cm hohen Gufsstütze, für die sich (mit Bezug auf Fig. 587)  $d = 30$  cm,  $D = 31,5$  cm und  $D_1 = 28,5$  cm ergeben hatte, soll nun der Ankerfuß unter den Annahmen berechnet werden, daß die zulässige Preßung unter der Platte  $\sigma_1 = 12$  kg für 1 qcm, der Abstand der Anker von der Kante  $r = 10$  cm und die Mittelaussparung  $k = 9$  cm beträgt. Die Wandstärke  $\delta$  des Plattenauffsatzes (Fig. 587 u. 592) wird zunächst mit  $\delta = 2,5$  cm eingeführt.

Die ganze Last  $P_2$  ist, wie früher angegeben, 20 000 kg und das Moment  $M = 700 \cdot 600 = 420 000$  cmkg. Sollte keine Verankerung nötig sein, so müßte die Plattenbreite  $b$  nach Gleichung 227 betragen

$$b = \frac{6 \cdot 420 000}{20 000} = 126 \text{ cm,}$$

und die größte Preßung wäre dann nach Gleichung 228

$$\sigma = \frac{20 000^3}{18 \cdot 420 000^2} = 2,52 \text{ kg für 1 qcm.}$$

Dies ist gegenüber der zulässigen Preßung  $\sigma_1 = 12$  kg für 1 qcm zu gering; die Platte muß kleiner gemacht und daher verankert werden.

Die Plattenbreite folgt für die Bedingung  $\sigma < \sigma_1$  aus Gleichung 237

$$b^3 - b^2 \cdot 2 \cdot 10 - b \left( \frac{3 \cdot 20 000}{2 \cdot 12} - 10^2 \right) = \frac{3}{12} (420 000 - 20 000 \cdot 10),$$

welche, wie leicht zu erkennen ist, die Lösung  $b = 100$  cm ergibt. Demnach wird nach Gleichung 238 der Ankerzug  $Z = \frac{12(100 - 10) \cdot 100}{2} - 20 000 = 38 000$  kg.

Werden vier Anker nach Fig. 591 in den Ecken angebracht, so ist jeder für  $\frac{38 000}{2} = 19 000$  kg, bei 1000 kg für 1 qcm Spannung, also mit 19 qcm Querschnitt auszubilden. Dem entspricht der innere Gewindedurchmesser

$$d' = \sqrt{\frac{4 \cdot 19}{\pi}} = 4,9 \text{ cm;}$$

also sind die Verhältnisse der Schraube Nr. 18 der *Witworth*-Skala (S. 163) für die Anker zu verwenden. Kleinere Anker können benutzt werden, wenn z. B. zwölf statt vier eingesetzt werden. Entlang einer Kante sitzen dann vier Anker; somit ist jeder für  $\frac{38 000}{4} = 9500$  kg mit 9,5 qcm Querschnitt und

$$d' = \sqrt{\frac{9,5 \cdot 4}{\pi}} = 3,48 \text{ cm}$$

Kerndurchmesser oder mit den Verhältnissen der *Witworth*-Schraube Nr. 14 auszubilden.

Nach Gleichung 239 ist weiter

$$M_\sigma = \frac{100^3 \cdot 12}{48} \frac{5 \cdot 100 - 6 \cdot 10}{100 - 10} = 1 225 000 \text{ cmkg.}$$

$b_1$  folgt aus Gleichung 232:  $b_1 = \frac{100 - 9 - 2 \cdot 2,5}{2} = 43$  cm,  $b_2$  für  $n = 12$  Rippen nach Gleichung 215:

$b_2 = \frac{4 \cdot 100}{12} = 33,3$  cm und somit  $d_1$  nach Gleichung 233 gleich  $0,0447 \cdot 33,3 \cdot \sqrt{12} = 5,1$  cm.  $\delta$  ist mit

2,5 cm in der That kleiner als  $\frac{b_1}{15} = \frac{43}{15} = 2,87$  cm, wie Gleichung 219 verlangt. Aus Gleichung 220

folgt nun  $h_{\text{mittel}} = \frac{43 \cdot 5,1}{3 \cdot 2,5} = 29,2$  cm, also  $h$  vorläufig gleich 29 cm mit dem Vorbehalte, es noch etwas kleiner zu wählen, wenn sich weiter unzweckmäßige Maße ergeben sollten. Wird nun weiter der Laibungsdruck  $s_d = 700$  kg für 1 qcm gesetzt, so folgt aus Gleichung 234:

$$\delta_4 = \frac{29 - 5,1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 420 000}{31,5 \cdot 700 (29 - 5,1)^2}} \right) = 0,84 \text{ cm;}$$

dieses Maß wird voraussichtlich größer auszuführen sein. Das Bruchmoment ist nach Gleichung 240:

$$M_1 = 1\,225\,000 - \frac{20\,000 \cdot 30}{2 \cdot \pi} - 0,84 \cdot 700 \cdot 31,5 \left( \frac{4 \cdot 29}{5} - \frac{0,84}{2} \right) = 708\,300 \text{ cmkg;}$$

folglich nach Gleichung 221:

$$A = 2 \cdot 43 \cdot 5,1 \left( \frac{29}{5} - \frac{5,1}{2} \right) - \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 29^2}{5} = 1425 - 1260 = 165$$

und nach Gleichung 222:

$$B = \frac{708\,300 \cdot 29}{750} - \frac{26}{75} \cdot 2,5 \cdot 29^3 - 2 \cdot 43 \cdot 5,1 \left( \frac{29}{5} - \frac{5,1}{2} \right)^2 - \frac{43 \cdot 5,1^3}{6} = 680.$$

Mit diesen Werten wird nach Gleichung 223:

$$b_2 = \frac{165^3}{4 \cdot 680 \left( \frac{4}{5} \cdot 165 \cdot 29 - 680 \right)} = 0,522 \text{ cm}$$

und nach Gleichung 223:

$$\delta_2 = \frac{165^2}{2 \cdot 0,522 \cdot 680} = 38 \text{ cm.}$$

Diese letzten Werte sind unbequem.  $b_2 \delta_2 = 38 \cdot 0,522 = 20 \text{ qcm}$ . Wird nun  $\delta_2 = \delta_4 = 2,5 \text{ cm}$  gemacht, so muß  $b_2 = \frac{20}{2,5} = 8 \text{ cm}$  sein; der obere Rand des Plattenauffetzes wird also  $b_2 + \delta = 8 + 2,5 = 10,5 \text{ cm}$  breit und  $2,5 \text{ cm}$  dick.

Für Gleichung 236 ist nach Fig. 591

$$f = \frac{100 \cdot 100 - \frac{38,5^2 \cdot \pi}{4}}{12} = 736 \text{ qcm}$$

und der Schwerpunktsabstand nach zeichnerischer Ermittlung  $a = 27 \text{ cm}$ ; also wird nach Gleichung 236

$$\delta_3 = 0,012 \frac{12 \cdot 736 \cdot 27}{29^2} = 3,4 \text{ cm.}$$

Da das Stützenende scharf in den Fufsauffatz passen muß, so empfiehlt es sich, die Berührungsflächen  $\delta_4$  in Fig. 587 u. 592 genau abzdrehen.

## 2) Füße schweißseiferer Stützen.

304.  
Anwendung.

Schweißseiferne Stützen werden jetzt wegen der einfacheren Knotenbildungen und der höheren Tragfähigkeit regelmäÙig da verwendet, wo die Stützen schwere Decken in mehreren Geschossen zu tragen haben, wie in Lagerhäusern; auch dann, wenn die Last in der Schwerachse angreift. Besonders gebräuchlich ist die schweißseiferne Stütze auch, wenn aus schiefer oder schräger Belastung erhebliche Biegemomente wirken, da letztere durch gußeiserne Stützen namentlich in deren FüÙen, wie die obigen Berechnungen in Art. 303 zeigen, nur mit vergleichsweise großem Aufwande aufgenommen werden können.

305.  
Belastung  
in der  
Schwerachse.

Bei Belastung in der Schwerachse befestigt man die Grundplatte, deren Grundfläche nach Gleichung 201 oder 205 zu berechnen ist, unmittelbar am unteren Stützenende, indem man zwischen die Ebenen — Platten, Schenkel, Stege — des Stützenquerschnittes und die Grundplatte Stehbleche als Rippen einfügt, welche die Grundplatte gegen die Stütze abzusteuern haben und daher von ihrem Rande nach den Stützteilen hin dreieckig verlaufen. Diese Stehbleche werden mit der Stütze, wenn möglich, unmittelbar vernietet oder durch Winkeleisen verbunden, und an die Grundplatte

Fig. 593.

