UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

e) Fuss der Freistützen

urn:nbn:de:hbz:466:1-78727

Visual Library

Geteilte Stützen können, entſprechend der Abnahme der Laſt, von unten nach oben in den Geſchoſſen ſchrittweiſe verſchwächt werden.

Beiſpiele von Einzelausbildungen der Stützenköpfe werden im nächſten Bande, Heft 3 (Abt. III, Abſchn. 2, A, Kap. 1) dieſes »Handbuches« mitgeteilt werden.

Ausdrücklich gewarnt werden muſs vor dem weit verbreiteten Auflegen von Trägern auf die volle Kopffläche oder gar auf weitausladende Auskragungen an den Stützenköpfen, welches nahezu in allen Fällen Kantendrücke, alſo ſchiefe Belaſtungen der Stützen zur Folge hat. Wenn dieſer weit verbreitete Fehler nicht öfter Unfälle hervorruft als der Fall iſt, ſo liegt die Urſache in dem hohen Sicherheitsgrade, mit dem die Stützen ausgebildet werden, der dann aber durch das Begehen dieſes Fehlers ganz oder nahezu verloren geht. Da nun die hohe Sicherheit nicht dieſes Punktes wegen, ſondern zur Deckung einer ganzen Reihe anderer ungünſtiger, aber unvermeidlicher Umſtände gegeben wird, ſo iſt es höchſt bedenklich, ſich bei Einführung dieſer zwar einfachen, bequemen und billigen, aber fehlerhaften Art der Lagerung auf den rechnungsmäſsigen Sicherheitsgrad zu verlaſſen.

e) Fuſs der Freiſtützen.

Jede Freiſtütze bedarf eines Fuſses, welcher die Aufgabe hat, die hohe Preſſung in der Stütze durch Verbreiterung der Unterfläche auf die geringere zu ermäſsigen, welche auf Quader, Mauerwerk und Baugrund ausgeübt werden darf[122]). Im weiteſten Sinne beſteht daher der Fuſs bei ſchweren Freiſtützen aus der eiſernen Druckplatte, dem Grundquader und dem Fundamentmauerwerke, von welchen Teilen jedoch häufig einer — am häufigſten der Quader — fehlt. 298. Zweck und Ausbildung.

Der hier zu betrachtende Fuſs der Freiſtütze im engeren Sinne iſt die Druckplatte, welche die Preſſungsverteilung auf den Quader oder das Mauerwerk bewirkt. Ihre Ausbildung hängt weſentlich davon ab, ob lediglich lotrechte Kräfte wirken und zugleich die Freiſtütze verdrehbar aufgeſtellt ſein ſoll (Druckplatte), oder ob die Stütze gegen Biegung oder Ausweichen beim Zerknicken eingeſpannt ſein ſoll (Ankerplatte).

1) Füſse guſseiſerner Stützen.

α) Druckplatten.

Für leichte Guſsſtützen gieſst man dieſe mit der Stütze ſelbſt zuſammen, wobei jedoch die Endöffnungen hohler Stützen des Guſsverfahrens wegen frei bleiben. Querſchnitte nach Fig. 557 u. 558 erhalten quadratiſche, nach auſsen vorſpringende Platten; bei ſolchen nach Fig. 559 bis 562 verbindet man die einzelnen Teile des Querſchnittes durch eine nötigenfalls über dieſe noch vorſpringende Bodenplatte. 299. Angegoſſene Druckplatten.

Bezeichnet σ' die zuläſſige Preſſung auf die Unterſtützung (Quader oder Mauerwerk), ſo muſs die Plattengrundfläche

$$F = \frac{P}{\sigma'} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 201.$$

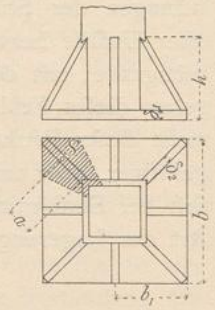
122) Wie aus Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte, aus der nächſten Abteilung des vorliegenden Bandes und aus dem darauf folgenden Bande dieſes »Handbuches« hervorgeht, beträgt die zuläſſige Preſſung im Mittel für Quader 20 bis 50 kg, für Klinkermauerwerk in Zement 15 kg, für Mauerwerk aus harten Backſteinen in verlängertem Zementmörtel 10 bis 12 kg für 1 qcm, für gewöhnliches Backſteinmauerwerk 7 bis 8 kg, für Bruchſteinmauerwerk 6 bis 7 kg, für Beton 5 bis 6 kg, auf den Baugrund 0,5 bis 4 kg für 1 qcm.

ſein, oder bei quadratiſcher Form die Plattenſeite b, wenn f der Querſchnitt der Stützenhöhlung iſt,

$$b = \sqrt{\frac{P}{\sigma'} + f} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 202.$$

Zwiſchen Stütze und Platte werden, um das Abbrechen der letzteren zu verhüten, Rippen eingeſetzt, und zwar gewöhnlich 4 oder 8; nur ganz kleine Platten, etwa als Fuſs der Querſchnitte von Fig 559, 561 u. 562 ausgebildet, entbehren ſolcher Rippen. Die Rippen werden ſo bemeſſen, daſs ſie allein ſchon das Abbrechen verhindern.

Fig. 581.



Zur Berechnung der Rippen beſtimme man den Schwerpunkt S der durch eine Eckrippe zu unterſtützenden Fläche (in Fig. 581 ſchraffiert); bei n Rippen wirkt dann bezüglich der Rippenwurzel die Kraft $\frac{P}{n}$ am Hebelsarme a, und die Rippenabmeſſungen folgen bei 250 kg zuläſſiger Zugbeanſpruchung des Guſseiſens alsdann aus

$$\delta_2 = 0{,}024 \, \frac{P a}{n h^2} \quad \text{und} \quad h = 0{,}155 \sqrt{\frac{P a}{n \, \delta_2}}, \quad . \quad . \quad 203.$$

worin δ_1 oder h den Verhältniſſen entſprechend angenommen wird.

Die überall gleiche Plattendicke δ_1 folgt, wenn b_1 die gröſste Rippenentfernung und σ' die Preſſung unter der Platte iſt, aus

$$\delta_1 \geqq 0{,}043 \; b_1 \sqrt{\sigma'}\,; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 204.$$

jedoch iſt δ_2 mindeſtens 1,5 cm zu machen.

Beiſpiel. Eine Kreisringſtütze aus Guſseiſen, welche unten mit angegoſſenem Fuſse ſtumpf aufſteht, oben ganz frei iſt (Fall I, $C = 2{,}5$), hat bei ($l =$) 600 cm Höhe ($P =$) 20000 kg zu tragen, ſoll ($m =$) 8-fache Sicherheit und ($\delta =$) 1,8 cm Wandſtärke haben. Bezeichnet d den gemittelten Ringdurchmeſſer, ſo iſt nach Gleichung 189 (S. 212) für $F = d \delta \pi$ und $h = d$

$$d \,.\, 1{,}8 \,.\, 3{,}14 \, d^2 = \frac{8 \,.\, 20000 \,.\, 600^2}{2{,}5 \,.\, 1\,000\,000 \,.\, 0{,}125}, \quad \text{woraus} \quad d = 32 \text{ cm}.$$

Der äuſsere Durchmeſſer iſt alſo $32 + 1{,}8 = 33{,}8$ cm, der innere $32 - 1{,}8 = 30{,}2$ cm.

Die Untermauerung beſteht aus gutem Backſteinmauerwerke; dann iſt $\sigma' = 8$ kg für 1 qcm. In Gleichung 202 iſt $f = 30{,}2^2 \, \frac{3{,}14}{4} = 716$ qcm, alſo die Seite der quadratiſchen Fuſsplatte

$$b = \sqrt{\frac{20000}{8} + 716} = 55{,}9 = \infty\, 56 \text{ cm}.$$

Bei $n = 8$ Rippen iſt $b_1 = \frac{b}{2} = 28$ cm; folglich nach Gleichung 204: $\delta_1 = 0{,}043 \,.\, 28 \sqrt{8} = 3{,}4$ cm.

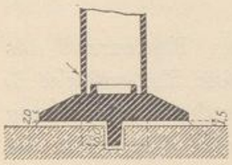
Die Rippen ſollen je $\delta_2 = 2{,}5$ cm ſtark ſein; dann folgt ihre Höhe nach Gleichung 203, nachdem a beſonders zu 10,5 cm ermittelt iſt, mit

$$h = 0{,}155 \sqrt{\frac{20000 \,.\, 10{,}5}{8 \,.\, 2{,}5}} = 16 \text{ cm}.$$

300. Geſonderte Druckplatten. Schwere Stützen nehmen durch angegoſſene Füſse zu ſchwierige Guſsformen an, und bei ſchweiſseiſernen, bei denen die Ausbildung ſchweiſseiſerner Druckplatten meiſt auf Schwierigkeiten ſtöſst, iſt das Angieſsen überhaupt unmöglich. Man kommt auf dieſe Weiſe zu geſondert ausgebildeten Druckplatten, welche für nicht allzu ſchwere Laſten maſſiv mit 2 cm Randſtärke, im Grundriſſe meiſt genau oder annähernd quadratiſch, ausgeführt werden, da dieſe Grundform gewöhnlich ſchon durch die der unterſtützenden Steinkonſtruktion bedingt iſt. Die Stärke dieſer

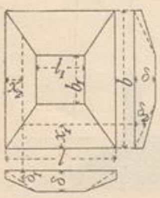
Platten wächſt vom Rande bis zur Auſsenkante der Stütze an; unter der Stütze bleibt ſie unveränderlich und wird nur durch einen der Hohlform der Stütze entſprechenden Wulſt erhöht, welcher Verſchiebungen der Stütze verhindert. Um die Stütze nach Verlegen der Platte noch genau einſtellen zu können, iſt dieſer Wulſt zu eng zu machen; der frei bleibende Zwiſchenraum wird nachträglich durch Bohrlöcher in der Stützenwandung mit Blei, Weiſsmetall oder Zement ausgegoſſen (Fig. 582). Für nicht hohle Stützenquerſchnitte erhält die Platte meiſt eine dem Stützenquerſchnitte entſprechende Nut, in welche die Stütze eingreift. Die Unterfläche der Stütze, ſowie die Standfläche auf der Platte werden abgehobelt, bezw. abgedreht; auch hier iſt eine Zwiſchenlage von Walzblei oder Kupfer zweckmäſsig.

Fig. 582.



Die Platte wird 1,5 cm hohl auf Eiſenkeilen verlegt, dann mit Zement vergoſſen und nach dem Erhärten des letzteren von den Keilen befreit. Es iſt jedoch nicht leicht, das Vergieſsen ſo durchzuführen, daſs keinerlei Hohlräume bleiben, deren Vorhandenſein die Preſſungsverteilung ungleichmäſsig macht. Daher zieht man neuerdings vielfach trockene Zwiſchenlagen von etwa 2 mm dickem Walzblei zwiſchen Platte und Quader oder Mauerwerk vor, die alle Unebenheiten mit Sicherheit ausgleichen. Selbſtverſtändlich müſſen die Druckflächen vorher gut zugerichtet ſein. Die gebräuchliche Befeſtigung der Platte durch Steinſchrauben nach unten iſt überflüſſig; will man ſich gegen zufällige Seitenverſchiebungen ſichern, ſo gebe man der Platte eine 5 bis 8 cm hohe Kreuzrippe nach unten, welche in eine entſprechende Nut der Unterlage greift und hier vergoſſen wird (Fig. 582). Das Vergieſsen wird hierdurch an ſich erſchwert, aber unvermeidlich, da die Rippen in ihren Nuten dicht ſchlieſsen müſſen, wenn ſie ihren Zweck erfüllen ſollen. Das Einlegen von Walzblei iſt alſo bei Anordnung von Rippen nicht möglich. Ein gutes Erſatzmittel für die Rippen beſteht darin, daſs man halbkreisförmige Kerben in die Plattenkanten gieſst und entſprechende kreisrunde Stahldollen mit feinem Beton vor dem Verlegen der Platten im Mauerwerke oder im Quader feſtſtampft. Dann kann auch wieder zu den Zwiſchenlagen aus Walzblei gegriffen werden.

Fig. 583.



Die notwendige Grundfläche der vollen Platte (Fig. 583) iſt

$$l\,b = F = \frac{P}{\sigma'}, \qquad 205.$$

die Seite der quadratiſchen Platte

$$b = \sqrt{\frac{P}{\sigma'}} \qquad 206.$$

Die Plattenſtärke iſt theoretiſch am Rande Null und iſt übrigens für die allgemeine Form der rechteckigen Platte, bei welcher Ober- und Unterfläche nicht ähnlich ſind, im Abſtande x_1, bezw. x_2 von den Kanten nach dem gröſseren Werte aus folgenden beiden Formeln zu bemeſſen:

$$\delta_1 = 0{,}1\,x_1 \sqrt{\frac{\sigma'}{3}\,\frac{3\,l - 2x_1\dfrac{l-l_1}{b-b_1}}{l - 2\,x_1\dfrac{l-l_1}{b-b_1}}} \text{ oder } \delta_2 = 0{,}1\,x_2 \sqrt{\frac{\sigma'}{3}\,\frac{3b - 2x_2\dfrac{b-b_1}{l-l^1}}{b - 2\,x_2\dfrac{b-b_1}{l-l_1}}} \qquad 207.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für die gröfste Plattenftärke ift

$$x_1 = \frac{b - b_1}{2} \quad \text{und} \quad x_2 = \frac{l - l_1}{2}$$

einzufetzen; die Gleichungen lauten alsdann:

$$\left.\begin{aligned} \delta_{1\,max} &= 0{,}05\,(b - b_1)\sqrt{\frac{\sigma'}{3}\left(1 + 2\frac{l}{l_1}\right)}, \\ \delta_{2\,max} &= 0{,}05\,(l - l_1)\sqrt{\frac{\sigma'}{3}\left(1 + 2\frac{b}{b_1}\right)}. \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ldots \quad 208.$$

In der Regel ift hierin für x_1 und x_2 der Abftand von Plattenrand bis Stützenrand einzuführen; der gröfsere Wert giebt alsdann die gröfste Plattenftärke δ, welche geradlinig nach der Randftärke von 2 cm ausläuft. Grofse Platten kann man jedoch fo formen, dafs man von der Randftärke aus wagrechte Ebenen in die Kurven für δ_1, bezw. δ_2 einfchneiden läfst.

Schneiden die Gratlinien der Platten, wie meift der Fall, unter 45 Grad in die Ecken, fo ift $l - l_1 = b - b_1$, und die Gleichungen lauten alsdann:

$$\delta_1 = 0{,}1\,x_1\sqrt{\frac{\sigma'}{3}\,\frac{3l - 2x_1}{l - 2x_1}} \quad \text{und} \quad \delta_2 = 0{,}1\,x_2\sqrt{\frac{\sigma'}{3}\,\frac{3b - 2x_2}{b - 2x_2}} \quad . \; . \quad 209.$$

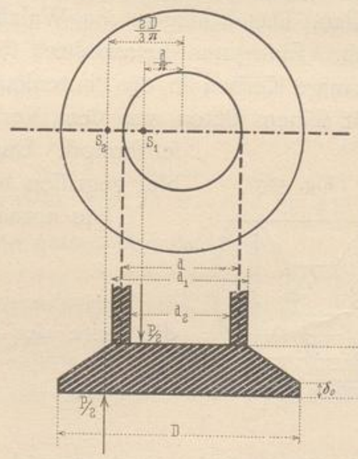
Ift fchliefslich die Platte quadratifch, alfo $l = b$ und $l_1 = b_1$, fo werden δ_1 und δ_2 gleich; alsdann genügt eine der Formeln 209.

301. Kreisrunde volle Grundplatten.

Nachdem die Mafse d, d_1 und d_2 für die Stütze aus der Laft P feftgeftellt find, wird zunächft mit Bezug auf Fig. 584 und die oben verwendeten Bezeichnungen

$$D = 1{,}13\sqrt{\frac{P}{\sigma'}} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 210.$$

Fig. 584.



Bezeichnen ferner (Fig. 584) S_1 den Schwerpunkt der halben Kreislinie des Durchmeffers d und S_2 den der Halbkreisfläche des Durchmeffers D, fo ift das Moment, welches die Platte mitten zu durchbrechen fucht,

$$M = \frac{P}{2}\left(\frac{2D}{3\pi} - \frac{d}{\pi}\right), \quad . \; . \quad 211.$$

und bei der Zugfpannung σ_g im Gufseifen ift dann die Dicke δ der Grundplatte zu berechnen nach

$$\delta = 0{,}7984\sqrt{\frac{P}{\sigma_g}\,\frac{(2D - 3d)(2D + d_1)}{(D + d_1)^2 + 2Dd_1}}, \quad 212.$$

worin σ_g in der Regel = 250 kg für 1 qcm anzunehmen ift. δ_0 ift wieder fo zu wählen, dafs die Platte eben bequem zu giefsen ift, jedoch nicht kleiner als 1,5 cm.

Beifpiel. Eine Platte, welche als Seitenlängen der Stützfläche $b_1 = 20$ cm und $l_1 = 30$ cm, dabei wegen der Form des Mauerwerkes die ganze Breite $b = 50$ cm haben mufs, hat 28000 kg zu tragen und ruht auf Mauerwerk, welches mit $\sigma' = 8$ kg für 1 qcm belaftet werden darf.

Nach Gleichung 205 ift $F = \frac{28000}{8} = 3500$ qcm, alfo $l \cdot 50 = 35000$ und $l = 70$ cm. Nach Gleichung 208 wird die gröfste Plattenftärke

$$\delta_{1max} = 0{,}05\ (50 - 20) \sqrt{\frac{8}{3}\left(1 + \frac{2 \cdot 70}{30}\right)} = 5{,}835 \text{ cm} = \infty\ 5{,}9 \text{ cm}$$

und . .

$$\delta_{2max} = 0{,}05\ (70 - 30) \sqrt{\frac{8}{3}\left(1 + \frac{2 \cdot 50}{20}\right)} = 8{,}0 \text{ cm}.$$

Letzteres iſt auszuführen. Will man die Seitenflächen der Platten gekrümmt formen, ſo ergiebt ſich die Krümmung aus den gröſsten Werten der Gleichung 207, indem man die zuſammengehörigen Werte von x_1 und x_2 einführt.

302. Gegliederte Druckplatten.

Für ſchwere Freiſtützen liefern dieſe vollen Platten zu groſse Stärkenmaſse; die Platten ſind alsdann behufs Metallerſparnis zu gliedern. Solche Platten kommen vorwiegend unter allſeitig-ſymmetriſchen Stützenquerſchnitten vor (Fig. 557, 558, 559, 565, 570, 571, 572, 573, 575 u. 576); ſie haben daher bei quadratiſcher Grundform einen meiſt kreisförmigen oder quadratiſchen Auſſatz mit Verſtärkungsrippen, ſind innen hohl, aber von oben zugänglich, um auch von der Mitte her vergoſſen werden zu können.

Fig. 585.

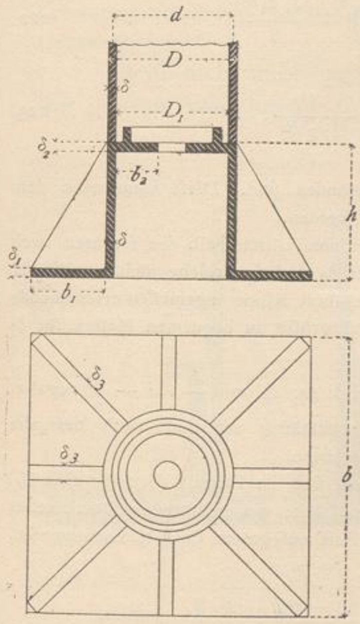


Fig. 585 zeigt eine derartige Platte für eine Freiſtütze mit kreisringförmigem Querſchnitte; ſie iſt für andere um die Mitte ſymmetriſch entwickelte Querſchnitte leicht umzuformen. Die Platte wird in der Quadratmitte von einem Moment M gebogen, deſſen Kraft $\frac{P}{2}$ und deſſen Hebelsarm dem Abſtande des Schwerpunktes der halben Plattenfläche von dem des halben Kreisringes gleich iſt; dieſem Moment muſs ſie in ſolcher Weiſe Widerſtand leiſten, daſs unten die für Guſseiſen zuläſſige Zugſpannung s_g nicht überſchritten wird. Der Gang der Feſtlegung der einzelnen Abmeſſungen iſt folgender.

Zunächſt iſt, mit Bezug auf Fig. 585,

$$b = \sqrt{\frac{P}{\sigma'} + \frac{D_1^2 \pi}{4}} \quad \ldots\ldots \quad 213.$$

zu machen; alsdann folgt

$$b_1 = \frac{b - D_1 - 2\delta}{2} \quad \ldots\ldots \quad 214.$$

Wird nun die Anzahl der Rippen der Dicke δ_3 zu n angenommen, ſo folgt die gröſste freitragende Weite l_2 der Plattenkante zwiſchen zwei Rippen aus

$$l_2 = \frac{4b}{n}, \quad \ldots\ldots \quad 215.$$

wenn jedenfalls Rippen nach den vier Ecken laufen.

Weiter iſt die Dicke δ_1 der unteren Platte zu beſtimmen nach

$$\delta_1 = 0{,}0577\ l_2 \sqrt{\sigma'} \quad \ldots\ldots \quad 216.$$

Alsdann beſtimme man das Biegungsmoment M, welches die Fuſsmitten durchzubrechen ſtrebt. Die Kraft dieſes Moments iſt $\frac{P}{2}$; der Hebel ergiebt ſich, wenn man vom Abſtande des Schwerpunktes der halben Unterfläche des Fuſses von der Mitte den Abſtand des Schwerpunktes der halben Mittellinie des Stützenquerſchnittes abzieht. In dem durch Fig. 585 dargeſtellten Falle iſt der erſtere Abſtand $\frac{b^3 - \frac{2}{3} D_1^3}{4 b^2 - \pi D_1^2}$ und der letztere $\frac{d}{\pi}$. In dieſem Falle iſt das Biegungsmoment demnach

$$M = \frac{P}{2}\left(\frac{b^3 - \frac{2}{3} D_1^3}{4 b^2 - \pi D_1^2} - \frac{d}{\pi}\right) \quad \ldots\ldots \quad 217.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nun kann man zunächſt für die Fuſshöhe h Grenzen nach

$$h \gtrless \frac{b_1 \, \delta_1}{3\,\delta}\left(1 \mp \sqrt{1 - \frac{15\,\delta}{b_1}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 218.$$

feſtlegen, worin δ in der Regel gleich der Dicke der Stützenwand, welche darüber ſteht, jedoch jedenfalls ſo anzunehmen iſt, daſs

$$\delta < \frac{b_1}{15} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 219.$$

bleibt. Einen ungefähren Mittelwert, nämlich das Mittel aus den beiden Grenzen der Gleichung für h, liefert

$$h_{mittel} = \frac{b_1 \, \delta_1}{3\,\delta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 220.$$

Sind hiernach h und δ vorläufig feſtgelegt, ſo berechne man die Hilfsgröſsen

$$A = 2\, b_1 \, \delta_1 \left(\frac{h}{5} - \frac{\delta_1}{2}\right) - \frac{3\,\delta\, h^2}{5} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 221.$$

und

$$B = \frac{M\,h}{750} - \frac{26}{75}\,\delta\, h^3 - 2\, b_1 \, \delta_1 \left(\frac{h}{5} - \frac{\delta_1}{2}\right)^2 - \frac{b_1 \, \delta_1^{\,3}}{6} \quad \ldots\ldots \quad 222.$$

Mit Hilfe dieſer berechne man alsdann b_2 und δ_2 nach

$$b_2 = \frac{A^3}{4\,B\left(\frac{4}{5}\,A\,h - B\right)} \quad \text{und} \quad \delta_2 = \frac{A^2}{2\, b_2\, B}, \quad \ldots\ldots \quad 223.$$

womit alle erforderlichen Einzelwerte bis auf die Rippendicke δ_3 gefunden ſind. Dieſe kann nach dem Ausdrucke für δ_2 in Gleichung 203 (S. 230) zu Fig. 581 berechnet werden.

Die Gleichung 223 iſt für eine nicht ganz zutreffende Wahl von h innerhalb der Grenzen nach Gleichung 218, bezw. 220 ſehr empfindlich und liefert oft Werte für δ_2 und b_2, welche nicht ausführbar ſind. Man bilde dann das Produkt $\delta_2 \, b_2$, und wenn dieſes eine für die obere Rippe angemeſſen erſcheinende Flächengröſse liefert, ſo forme man es unter Beibehaltung der Produktgröſse zu bequemen Maſsen für δ_2 und b_2 um.

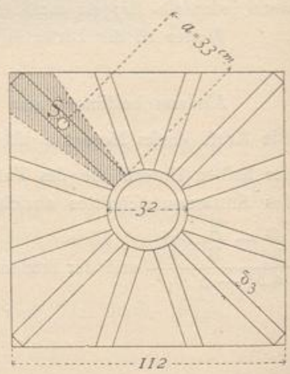
Giebt aber $\delta_2 \, b_2$ eine unzweckmäſsige Flächengröſse, oder wird gar b_2 mit $\frac{4}{5}\,A\,h - B$ negativ, ſo war die gemachte Annahme von h zwiſchen deſſen Grenzen unzweckmäſsig und muſs nach Maſsgabe der Erfahrungen an der erſten Rechnung für eine zweite berichtigt werden.

Beiſpiel. Für eine hohle Guſsſäule von 850 cm Höhe ergiebt ſich im Falle II (S. 205; $C = 10$) bei 8-facher Sicherheit für eine Laſt ($P =$) $95\,000$ kg und 3 cm Wandſtärke ein gemittelter Durchmeſſer $d = 29$ cm, alſo $D = 32$ cm und $D_1 = 26$ cm. Steht der zugehörige Fuſs auf gutem Backſteinmauerwerke, ſo iſt $\sigma' = 8$ kg für 1 qcm, alſo nach Gleichung 213 u. 214

$$b = \sqrt{\frac{95\,000}{8} + \frac{26^2 \cdot 3{,}14}{4}} = 112\ \text{cm} \quad \text{und} \quad b_1 = \frac{112 - 26 - 2 \cdot 3}{2} = 40\ \text{cm}.$$

Damit wird aber der Bedingung $\delta < \frac{b_1}{15}$ nicht genügt; es ſoll daher δ im Fuſse $= 2{,}5$ cm, folglich $D_1 = 32 - 5 = 27$ cm und $d = 29{,}5$ cm gemacht werden. Der Einfluſs dieſer Aenderung auf b kann vernachläſſigt werden. Werden nun nach Fig. 586: $n = 12$ Rippen angenommen, ſo iſt $l_2 = \frac{4 \cdot 112}{12} = 37{,}3$ cm und nach Gleichung 216: $\delta_1 = 0{,}0577 \sqrt{8} \cdot 37{,}3 = 6{,}087 = \infty\ 6{,}0$ cm.

Fig. 586.



Weiter iſt das Biegungsmoment nach Gleichung 217

$$M = \frac{95\,000}{2}\left(\frac{112^3 - \frac{2}{3}\,27^3}{4 \cdot 112^2 - 3{,}14 \cdot 27^2} - \frac{29{,}5}{3{,}14}\right) = 817\,000\ \text{cmkg}.$$

Nach Gleichung 220 iſt ferner h_{mittel} zunächſt mit $\frac{40 \cdot 6}{3 \cdot 2{,}5} = 32$ cm anzunehmen. Die Proberechnung ergiebt hierfür jedoch einen negativen Wert für B, welcher zeigt, daſs h zu groſs angenommen wurde. Wird alſo $h = 31$ cm eingeführt, ſo wird nach

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

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

Diefe Mafse für δ_2 und b_2 erfcheinen für die Ausführung unzweckmäfsig; $b_2\, \delta_2 = 0{,}1767 \cdot 15{,}844$ ift gleich $2{,}8$ qcm, und diefes Rechteck wird hergeftellt, indem $\delta_2 = 1{,}4$ cm und $b_2 = 2{,}0$ cm gemacht wird. An der Richtigkeit der Rechnung wird durch diefe Abänderung nichts Wefentliches geändert.

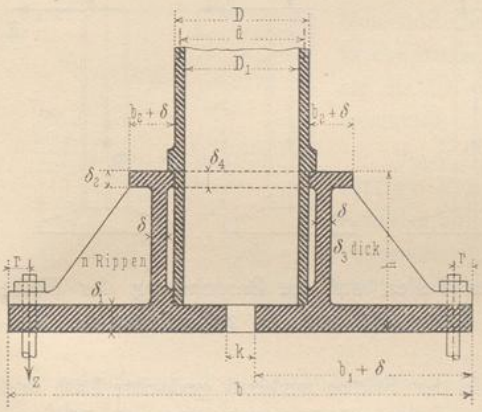
Schliefslich ift noch die Rippendicke δ_3 nach Gleichung 203 (S. 230) zu berechnen; es ergiebt fich

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

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

Es ift nicht unbedingt erforderlich, den Auffatz des Stützenfufses nach unten in der ganzen Ausdehnung D_1 nach Fig. 585 u. 592 völlig offen zu laffen. Es genügt, wie in Fig. 587, eine kleine Ausfparung der Weite k zum Vergiefsen frei zu halten, namentlich wenn das Mafs b_2 klein ausfällt, man alfo von oben her an den Innenraum des Auffatzes herankommen kann. Diefe Mafsnahme geftattet eine Verkleinerung der Plattenbreite b, wodurch dann auch die Stützrippen kürzer und fchwächer werden.

Fig. 587.



Hierbei werden in vorftehender Berechnung die nachfolgenden Abänderungen nötig. b ift, ftatt nach Gleichung 213, zu beftimmen nach

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

ferner b_1, ftatt nach Gleichung 214, aus

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

und das Biegungsmoment M, ftatt nach Gleichung 217, nach

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

Alles übrige bleibt, wie oben. Demnach ift kurz überall für D_1 die Ausfparungsweite k einzufetzen.

β) Ankerplatten.

Für fefte Einfpannung von Freiftützen werden Ankerplatten verwendet; diefe bedürfen daher unter Umftänden der Verankerung nach unten (vergl. das in Art. 282, S. 202 über Fundamentanker Gefagte). Gufseiferne Stützen werden meiftens eingefpannt, wenn man dadurch den Widerftand gegen Zerknicken (Fall III u. 303. Gufseiferne Ankerplatten.

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[123]; dann iſt keinesfalls eine Verankerung nötig. Sehr häufig kann man jedoch bei ſo bemeſſener Plattengröſse die zuläſſige Preſſung auf der Unterlage σ_1 an der meiſt belaſteten Kante nicht ausnutzen. Will man letzteres erreichen, ſo muſs man die Platte kleiner machen; ſie klafft 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 σ_1 ſchon überſchreiten, ſo muſs die Platte noch weiter vergröſsert werden und bedarf dann um ſo weniger einer Verankerung.

Fig. 588.

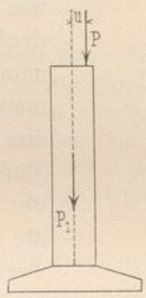


Fig. 589.

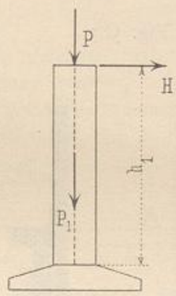
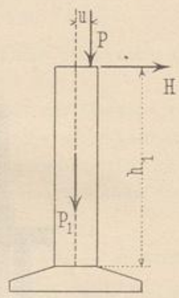


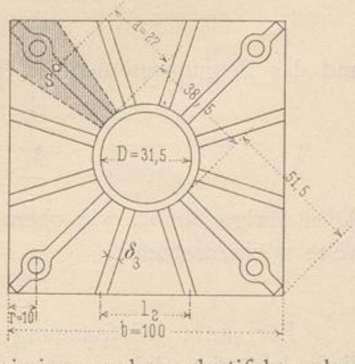
Fig. 590.



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 wirkend 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.

Fig. 591.



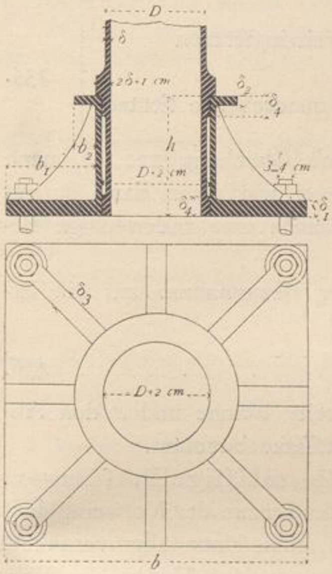
Die Berechnung ſoll, den gewöhnlichen Ausführungsformen entſprechend, für eine im Grundriſſe quadratiſche Platte der Seitenlänge b durchgeführt werden, welche zum Zwecke des Vergieſsens in der Mitte eine Oeffnung von ſo geringer Ausdehnung k hat, daſs ſie für die Preſſungsverteilung vernachläſſigt werden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

[123]) 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.

Fig. 592.



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

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

und die gröſste bei dieſer Breite auftretende Preſſung unter der Platte iſt:

$$\sigma = \frac{P^3}{18\,M^2} \cdot \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 228.$$

Nun ſind die beiden Fälle zu unterſcheiden, daſs das ſo ermittelte σ gröſser oder kleiner iſt als σ_1, nämlich als die für die Unterſtützung der Platte zuläſſige Druckſpannung.

α) σ (Gleichung 228) wird gröſser als die zuläſſige Preſſung σ_1. Alsdann muſs die Platte behufs Ermäſsigung der Druckſpannung vergröſsert werden; Verankerung iſt nicht nötig. Die erforderliche Plattenbreite b folgt aus

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

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

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

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

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

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

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

Bei n Stützrippen des Plattenaufſatzes folgt die Traglänge l_2 des unteren Plattenteiles zwiſchen zwei Rippen l nach Gleichung 215 und dann die Dicke δ_1 des unteren Plattenteiles für dieſen Fall nach

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

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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ift jedoch zweckmäfsig, δ 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 cm nach unten abrundet.

Wird nun zwifchen Stütze und Plattenrand der Laibungsdruck s_d zugelaffen, fo berechne man die Höhe δ_4, in der die Stütze im Plattenrande anliegen mufs, nach

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

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

Weiter beftimme man das den Mittelfchnitt der Platte zerbrechende Moment M_1 nach

$$\left.\begin{array}{ll} M_1 = M_\sigma - \dfrac{P_2\,d}{2\,\pi} - \delta_4\,D\,s_d\left(\dfrac{4\,h}{5} - \dfrac{\delta_4}{2}\right) & \text{für Kreisringftützen} \\ M_1 = M_\sigma - \dfrac{3}{16}\,P_2\,d - \delta_4\,D\,s_d\left(\dfrac{4\,h}{5} - \dfrac{\delta_4}{2}\right) & \text{für quadratifche Stützen} \end{array}\right\} \quad 235.$$

und dann die Gröfsen A nach Gleichung 221, B nach Gleichung 222, b_2 nach Gleichung 223 und δ_2 nach Gleichung 223. In der Regel wird man dann δ_4 mit der Gröfse ausführen, die fich für δ_2 ergiebt; doch ift auch eine anderweitige Bemeffung möglich, wie Fig. 592 zeigt.

Schliefslich ift die Dicke der n Stützrippen unter Bezugnahme auf die Erklärung der einzelnen Gröfsen in Fig. 586 u. 591 nach

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

zu ermitteln, in der f die in Fig. 586 u. 591 überftrichelte Fläche und a den Abftand des Schwerpunktes S diefer Fläche vom Plattenauffatze bedeutet.

β) σ (Gleichung 228) gleich oder gröfser als die zuläffige Preffung σ_1. In diefem Falle kann die Platte gegen das Ergebnis der die Grenze der Notwendigkeit der Verankerung angebenden Gleichung 227 verkleinert, mufs dann aber verankert werden. Letzteres gefchieht in der Regel nach Fig. 591 an den Enden der Eckrippen im Abftande r von der Plattenkante; es fteht aber bei grofsen Platten auch nichts im Wege, am Ende jeder Rippe einen Anker anzubringen. Im folgenden werden fämtliche entlang der aufklaffenden Plattenkante angebrachten Anker zu der Gefamtankerwirkung Z im Abftande r von der Kante vereinigt gedacht (Fig. 587).

Zunächft ift hier die Plattenbreite b zu beftimmen aus

$$b^3 - b^2 \,.\, 2\,r - b\left(\frac{3\,P_2}{2\,\sigma_1} - r^2\right) = \frac{3}{\sigma_1}\,(M - P\,r) \quad \ldots \quad 237.$$

Ift b hiernach beftimmt, fo folgt der Gefamtankerzug Z aus

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

Das Moment der Preffung unter der Platte in Bezug auf den Mittelfchnitt beträgt

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

Werden nun weiter b_1 nach Gleichung 232, l_2 nach Gleichung 215, δ_1 nach Gleichung 233, δ nach $\delta < \frac{b_1}{15}$ und h_{mittel} nach Gleichung 220 unter Abrundung um 1,0 bis 1,5 cm nach unten auf den Wert h und δ_4 nach Gleichung 234 beftimmt, fo ift das die Platte mitten zerbrechende Moment

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

nach deſſen Feſtſetzung A aus Gleichung 221, B aus Gleichung 222, b_2 aus Gleichung 223 und δ_2 aus Gleichung 223 zu beſtimmen ſind. δ_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 Ankerfufs unter den Annahmen berechnet werden, dafs 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 δ des Plattenauſſatzes (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 ergiebt. Demnach wird nach Gleichung 238 der Ankerzug $Z = \dfrac{12\,(100 - 10) \cdot 100}{2} - 20\,000 = 38\,000$ kg.

Werden vier Anker nach Fig. 591 in den Ecken angebracht, ſo iſt jeder für $\dfrac{38\,000}{2} = 19\,000$ 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 $\dfrac{38\,000}{4} = 9500$ kg mit $9{,}5$ qcm Querſchnitt und

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

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: $b_1 = \dfrac{100 - 9 - 2 \cdot 2{,}5}{2} = 43$ cm, l_2 für $n = 12$ Rippen nach Gleichung 215: $l_2 = \dfrac{4 \cdot 100}{12} = 33{,}3$ cm und ſomit d_1 nach Gleichung 233 gleich $0{,}0447 \cdot 33{,}3 \cdot \sqrt{12} = 5{,}1$ cm. δ iſt mit $2{,}5$ cm in der That kleiner als $\dfrac{b_1}{15} = \dfrac{43}{15} = 2{,}87$ cm, wie Gleichung 219 verlangt. Aus Gleichung 220 folgt nun $h_{mittel} = \dfrac{43 \cdot 5{,}1}{3 \cdot 2{,}5} = 29{,}2$ 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:

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

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

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:

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

Mit dieſen Werten wird nach Gleichung 223:

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

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 Plattenauſſatzes 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 Ermittelung $a = 27^{\text{cm}}$; alſo wird nach Gleichung 236

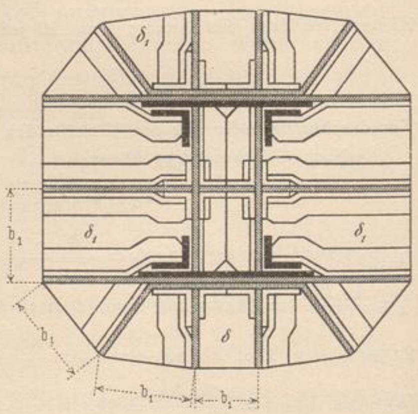
$$\delta_3 = 0{,}012\, \frac{12 \cdot 736 \cdot 27}{29^2} = 3{,}4^{\text{cm}}.$$

Da das Stützenende ſcharf in den Fuſsauſſatz paſſen muſs, ſo empfiehlt es ſich, die Berührungsflächen δ_4 in Fig. 587 u. 592 genau abzudrehen.

2) Füſse ſchweiſseiſerner Stützen.

304. Anwendung. Schweiſseiſerne Stützen werden jetzt wegen der einfacheren Knotenbildungen und der höheren Tragfähigkeit regelmäſsig 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 ſchweiſseiſerne Stütze auch, wenn aus ſchiefer oder ſchräger Belaſtung erhebliche Biegungsmomente wirken, da letztere durch guſseiſerne Stützen namentlich in deren Füſsen, wie die obigen Berechnungen in Art. 303 zeigen, nur mit vergleichsweiſe groſsem Aufwande aufgenommen werden können.

Fig. 593.



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 abzuſteifen haben und daher von ihrem Rande nach den Stützenteilen hin dreieckig verlaufen. Dieſe Stehbleche werden mit der Stütze, wenn möglich, unmittelbar vernietet oder durch Winkeleiſen verbunden, und an die Grundplatte

mittels Winkeleiſen angeſchloſſen. Ein ſolches Beiſpiel zeigt Fig. 593 für einen ſchweren Stützenquerſchnitt.

Hier ſind 14 Abſteifungen der Grundplatte, für welche der Anſchluſs an die ſchwarz gekennzeichneten Stützenteile bequem zu gewinnen war, in der ſchraffierten Anordnung ſo geſtellt, daſs die entſtehenden Randlängen b_1 der Platte thunlichſt ringsum gleich ſind.

Die Dicke der Platte iſt nach

$$\delta_1 = 0{,}0213\; b_1 \sqrt{\sigma_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 241.$$

zu beſtimmen.

Für den Anſchluſs der Eckausſteifungsbleche iſt der Druck zu ermitteln, welcher auf die zu jedem gehörige Grundfläche kommt; für ſein Moment und ſeine

Fig. 594.

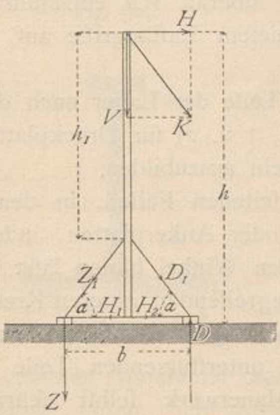


Fig. 595.

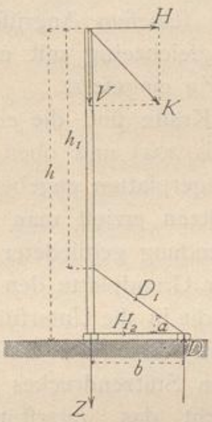
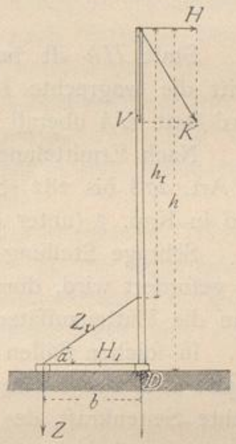


Fig. 596.



Abſcherungswirkung bezüglich der Befeſtigungsſtelle an der Stütze iſt dann die Vernietung mit der Stütze durchzuführen, und die Höhe der Stehbleche iſt ſo zu bemeſſen, daſs die erforderliche Anzahl der Anſchluſsniete darin untergebracht werden kann.

Uebrigens laſſen ſich dieſe Füſse ſchweiſseiſerner Stützen nicht mit gleicher Allgemeinheit behandeln, wie diejenigen der guſseiſernen, weil die vorkommenden Stützenformen eine viel gröſsere Verſchiedenheit aufweiſen und man auch die Grundform der Fuſsplatte den Verſchiedenheiten der Einzelfälle mehr anpaſſen wird, als bei Guſsſtützen.

Bei groſsen Flächen der Grundplatte iſt das Anbringen von über die Fläche gleichförmig verteilten Bohrlöchern zum Vergieſsen der Platte mit dünnem Zement zu empfehlen.

306. Schräge und exzentriſche Belaſtung.

Bei Belaſtung durch wagrechte Kräfte oder bei ſo ſchiefem (exzentriſchem) Angriffe der lotrechten Laſt, daſs $u > \xi$ wird[124]), muſs die ſchweiſseiſerne Stütze einen vollſtändig verankerten, dreieckig ausladenden Fuſs erhalten. Ein Beiſpiel ſolcher Verankerung iſt in Fig. 553 bis 555 (S. 203) dargeſtellt.

Die Freiſtütze iſt in den durch Fig. 594 bis 596 veranſchaulichten drei Fällen auf den Druck V und das Biegungsmoment Hh_1 bei wagrechter, bezw. Vu bei ſchiefer Belaſtung, dann auch bei der hier meiſt notwendigen, vorwiegend in der

---

124) Siehe: Gleichung 51 auf S. 273 in Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte dieſes »Handbuches«.

Ebene des Moments steifen Ausbildung des Querschnittes auf Zerknicken unter V nach der schwächsten Seite des Querschnittes zu berechnen.

Weiter ist, wenn Zug mit + bezeichnet wird:

nach:	Z	D	Z_1	D_1	H_1	H_2
Fig. 594	$+\frac{Hh}{b}-\frac{V}{2}$	$-\left(\frac{Hh}{b}+\frac{V}{2}\right)$	$Z\frac{1}{\sin\alpha}$	$D\frac{1}{\sin\alpha}$	$Z\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$	$D\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$
Fig. 595	$+\frac{Hh}{b}-V$	$-\frac{Hh}{b}$	—	$D\frac{1}{\sin\alpha}$	—	$D\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$
Fig. 596	$+\frac{Hh}{b}$	$-\left(\frac{Hh}{b}+\frac{V}{2}\right)$	$Z\frac{1}{\sin\alpha}$	—	$Z\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$	—

Statt Hh ist bei um u schiefem Angriffe von V überall Vu einzuführen. Tritt die wagrechte Kraft H gleichzeitig mit um u schiefem Lastangriffe auf, so wird statt Hh überall $Hh + Vu$ eingesetzt.

Nach Ermittelung dieser Kräfte sind die einzelnen Teile der Lager nach den in Art. 278 bis 282 (S. 198 bis 204) und oben (unter e, 1 u. 2) für Druckplatten und in Kap. 7 (unter c) für Lagerplatten gegebenen Regeln auszubilden.

307. Schräge Stützen.

Schräge Stellung der Stützen erzielt man in den seltenen Fällen, in denen sie gefordert wird, durch Anwendung gegliederter Druck- oder Ankerplatten, indem man die Plattenaufsätze mit der Grundplatte den verlangten Winkel bilden läst.

In solchen Fällen werden die in die Unterstützung eingreifenden unteren Kreuzrippen oder das Festlegen durch Randdollen besonders wichtig, weil sie die wagrechte Seitenkraft des schrägen Stützendruckes auf die unterstützenden Teile zu übertragen haben, wenn nicht das unterstützende Mauerwerk selbst schräg, d. h. winkelrecht zur Stützenachse, gestellt ist. In diesem Falle werden die Grundplatten ganz regelmäsig und bedürfen der unteren Kreuzrippe nicht. Die Anlage des unterstützenden Mauerwerkes oder Quaders rechtwinkelig zur Stützenachse ist derjenigen eines schief entwickelten Fuses stets vorzuziehen.

7. Kapitel.

Träger.

308. Vorbemerkungen.

Die im Hochbauwesen vorkommenden Träger werden aus Gusseisen oder aus Schweisseisen hergestellt. Vor Ausbildung des Walzverfahrens wurden gusseiserne Träger sehr häufig verwendet; gegenwärtig sind letztere von den schweisseisernen fast ganz verdrängt.

Für die Ermittelung der Spannungen in den sog. Balkenträgern, welche hier allein in Frage kommen, aus den Momenten und Querkräften muss auf Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte dieses »Handbuches« verwiesen werden. In Abt. II, Abschn. 2, Kap. 2[125]) wurde dort zunächst (Art. 355 bis 357, S. 315 bis 317[126]) Allgemeines

125) 2. u. 3. Aufl.: Abt. II, Abschn. 3, Kap. 2.

126) 2. Aufl.: Art. 146 bis 148 (S. 124 bis 126); 3. Aufl.: Art. 148 bis 150 (S. 139 bis 142).