Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

c) Auflager der Träger

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

Fig. 623.

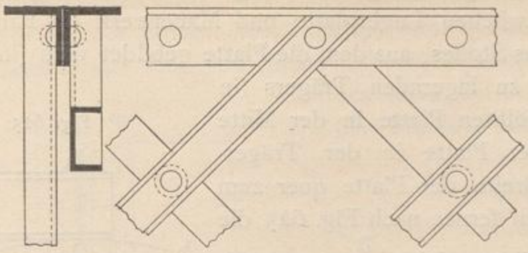
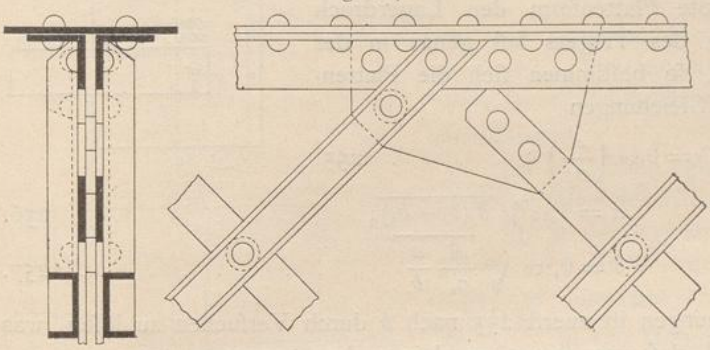


Fig. 624.



β) Der Gitterträger mit ſteifen Stäben aus **L**- oder **Ľ**-Eiſen wird bei groſsen Höhen, wo die Gitterſtäbe erheblichen Druckkräften ausgeſetzt ſind, neuerdings aber überhaupt dem unter α beſprochenen vorgezogen; jedoch ſtellt man auch hier die Stäbe, die nur Zug erhalten können, wohl aus Flacheiſen her.

Bei gröſseren derartigen Trägern genügt für den Anſchluſs eines Gitterſtabes an die Gurtung ein Niet (Fig. 623) nicht mehr, und daher werden unter Umſtänden Knotenbleche erforderlich (Fig. 511, S. 190 u. Fig. 624). Die einfachſten Formen laſſen ſich aus Fig. 618 bis 621 dadurch ableiten, daſs man die Flacheiſen durch **L**- oder **Ľ**-Eiſen erſetzt, dabei aber die etwa vorhandenen lotrechten Steifen wegläſst. Anderweitige Anordnungen zeigen Fig. 622 bis 624. Die gedrückten, von einem gezogenen gekreuzten Gitterſtäbe können als im Kreuzungspunkte gegen Zerknicken ausgeſteift angeſehen werden.

c) Auflager der Träger.

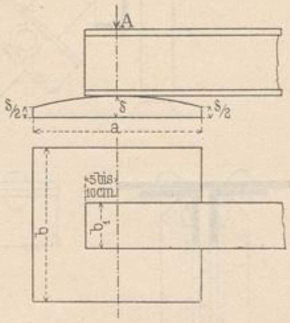
326. Druckverteilungsplatten.

Die Auflager der Träger erfordern in der Regel beſondere Vorkehrungen. Die Auflagerflächen der Träger ſelbſt ſind gewöhnlich ſo ſchmal und, um an Trägerlänge zu ſparen, ſo kurz, daſs in der geringen Auflagerfläche der für Mauerwerk zuläſſige Druck überſchritten wird. Die Träger zum Zwecke der Erzielung gröſserer Lagerflächen zu verlängern, hat keinen Zweck, da der hintere Teil dieſer Flächen wegen der Durchbiegung der Träger wenig oder keine Preſſung erhält, alſo nutzlos bleibt. Das nächſte Verſtärkungsmittel beſteht in der Erhöhung der zuläſſigen Preſſung auf die Untermauerung durch Herſtellung eines Trägerlagers in Klinkern und Zement, beſſer in Hauſtein. Aber auch dies genügt nur in der Minderzahl der Fälle; meiſt iſt man gezwungen, zwiſchen Träger und Mauerwerk eine Druckverteilungsplatte aus Guſseiſen einzulegen, deren Vorderkante mindeſtens 3 cm von der Mauerkante abſtehen ſoll, um das höchſt gefährliche Verkanten der durchgebogenen Träger und die daraus folgende überwiegende Uebertragung des Lagerdruckes auf die Mauerkante zu verhindern.

Um den Träger nicht zu lang zu erhalten und die Wand nicht zu ſehr zu ſchwächen, macht man dieſe Lagerplatten kurz, aber breit. Für möglichſt ſparſame Ausbildung der Platten an ſich ergeben ſich die Abmeſſungen nach folgendem.

Bedeutet A (Fig. 625) den gröſstmöglichen Lagerdruck (in Kilogr.), σ_1 die zuläſſige Preſſung auf 1 qcm zwiſchen Lagerplatte und Mauerwerk (in Kilogr. [146]), σ_e die zuläſſige Zugſpannung des Stoffes, aus dem die Platte gebildet wird (in Kilogr. für 1 qcm), b_1 die Breite des zu lagernden Trägers (in Centim.), δ die Dicke der gewölbten Platte in der Mitte (in Centim.), a die Länge der Platte in der Trägerrichtung (in Centim.), b die Breite der Platte quer zum Träger (in Centim.); macht man ferner nach Fig. 625 die Randſtärke der prismatiſchen Platte gleich $\frac{\delta}{2}$, um durch die entſtehende gewölbte Plattenform den Lagerdruck auch bei Durchbiegung des Trägers faſt genau in der Plattenmitte zu halten; ſo beſtimmen ſich die Plattenabmeſſungen nach den Gleichungen

Fig. 625.



$$b^3 (b - b_1) = 0{,}66 \left(\frac{A}{\sigma_1}\right)^2; \quad \ldots \quad 255.$$

$$a = 1{,}23 \sqrt{b (b - b_1)}; \quad \ldots \quad 256.$$

$$\delta = 0{,}775 \sqrt{\frac{A}{\sigma_e} \frac{a}{b}} \quad \ldots \quad 257.$$

Von dieſen Gleichungen iſt zuerſt 255 nach b durch Verſuchen zu löſen, was dadurch erleichtert wird, daſs man einen zu kleinen Annäherungswert aus

$$b > 0{,}9 \sqrt{\frac{A}{\sigma_1}} \quad \ldots \quad 258.$$

finden kann. Iſt b gefunden, ſo ergeben ſich a und δ nach den Gleichungen 256 u. 257.

Beiſpiel. A ſei gleich 30000 kg, σ_1 (für gutes Backſteinmauerwerk) $= 8$ kg auf 1 qcm, σ_e (für Guſseiſen) $= 250$ kg auf 1 qcm und $b_1 = 20$ cm. Alsdann iſt zunächſt nach Gleichung 258

$$b > 0{,}9 \sqrt{\frac{30000}{8}} > 55{,}2 \text{ cm};$$

die genaue Löſung für b ergiebt ſich nach Gleichung 255: $b = 61$ cm. Nach Gleichung 256 iſt dann

$$a = 1{,}23 \sqrt{61 (61 - 20)} = 61{,}5 \text{ cm}$$

und nach Gleichung 257

$$\delta = 0{,}775 \sqrt{\frac{30000}{250} \, \frac{61{,}5}{61}} = 8{,}5 \text{ cm}.$$

Die Randſtärke der Platte iſt mit $\frac{\delta}{2} = \frac{8{,}5}{2} = 4{,}3$ cm auszuführen.

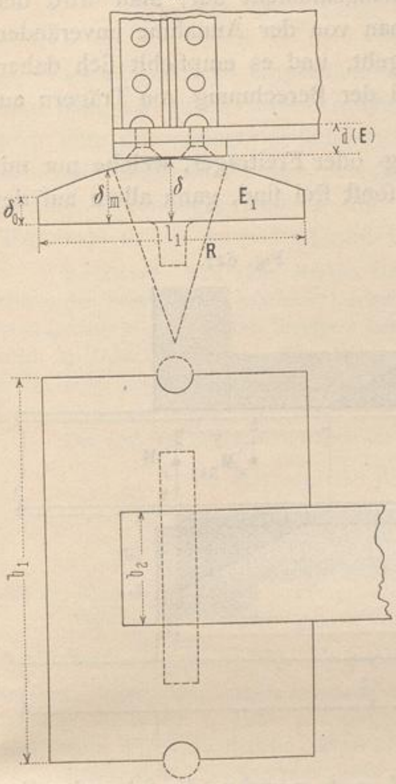
Iſt dieſe im allgemeinen beſte Ausbildung der Platten mit Rückſicht auf den zur Verfügung ſtehenden Platz, namentlich in Richtung der Mauerſtärke, alſo der Trägerlänge, nicht durchführbar, ſo treten die folgenden Regeln ein.

Die Länge l_1 (Fig. 626) verhält ſich zur Breite b_1, wie 1 : 2 bis 3 : 4, oder folgt mit einem feſtſtehenden Werte aus dem in Richtung der Mauerſtärke verfügbaren Maſse. In der Mitte der Länge macht man die Plattendicke wie bei der oben beſprochenen Form gröſser, als am Vorder- und Hinterrande, um den Auflagerdruck auch bei Durchbiegungen der Träger annähernd in der Plattenmitte zu halten; der Scheitel der ſo entſtehenden Gegenneigungen wird mit dem Halbmeſſer R abgerundet; die Randſtärke beträgt mindeſtens 1,5 cm. Iſt σ_1 die zuläſſige Preſſung für das Mauerwerk, b_2 die Breite des zu unterſtützenden Trägers, A der

146) Vergl. Fuſsnote 122, S. 229.

größte Auflagerdruck, δ die Plattendicke in der Mitte, δ_m die gemittelte Stärke der Lagerplatte aus Mitte und Rand, b_1 ihre Breite, l_1 ihre Länge, ſo muſs zunächſt $\sigma_1\, b_1\, l_1 = A$ Kilogr. ſein; daraus ſind b_1 und l_1 zu beſtimmen, wenn man ihr Verhältnis oder eine von dieſen Gröſsen ſo annimmt, wie es den Verhältniſſen des Falles entſpricht; δ und δ_1 ergeben ſich aus den Formeln (worin A in Kilogr.)

Fig. 626.



$$\delta_m = \frac{\delta + \delta_0}{2}$$

$$\delta = \left(0{,}055 \sqrt{A \frac{l_1}{b_1}}\right) \text{ Centim.} \quad . \quad 259.$$

und

$$\delta_m = \left(0{,}055 \sqrt{A \frac{b_1 - b_2}{l_1}}\right) \text{ Centim.}; \quad 260.$$

aus der angenommenen Randſtärke und der gemittelten Plattendicke δ_m folgt ein zweiter Wert für δ; der gröſsere der beiden Werte δ iſt auszuführen.

Die Wölbung guſseiſerner Platten kann nach der folgenden Gleichung feſtgelegt werden. Iſt A der gröſste Auflagerdruck und b_2 die Breite, mit der der Träger auf der Platte liegt, ſo berechne man zuerſt den Druck $P = \frac{A}{b_2}$ für die Breiteneinheit; läſst man dann für Guſseiſenplatten eine höchſte Preſſung von s Kilogr. für 1^{qcm} im Scheitel der Wölbung zu, iſt d die Dicke der auf dem Lager liegenden Platte, alſo gegebenenfalls die Dicke des Trägerflanſches, E die Elaſtizitätszahl des aufzulagernden Körpers und E_1 diejenige der Guſsplatte; ſo iſt zu machen

$$R = \frac{9 \,.\, P^2 \,.\, E \,.\, E_1}{32\,(d E_1 + \delta E)\, s^3}; \quad . \quad 261.$$

darin kann s für Guſseiſen mit 1200^{kg} für 1^{qcm}, für Schweiſseiſen mit 2400^{kg} für 1^{qcm} und für Stahl mit 4000^{kg} für 1^{qcm} unbedenklich angenommen werden, da es ſich nur um eine örtlich ſehr beſchränkte Spannung handelt.

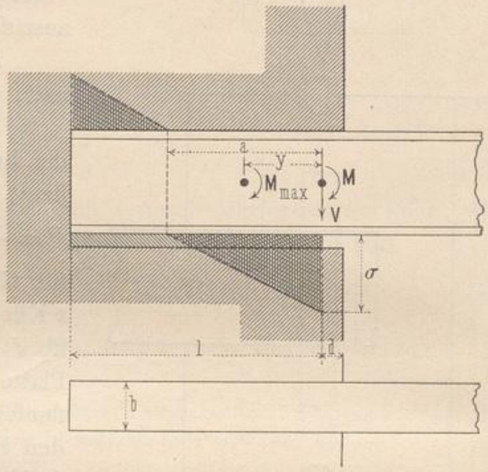
Das Verlegen der Lagerplatten geſchieht bei hohen Preſſungen auf Walzblei, gewöhnlich auf Zementmörtel des Miſchungsverhältniſſes 1 : 2 bis 1 : 3. Um Verſchiebungen durch wagrechte Kräfte zu verhindern, gieſst man meiſt Rippen auf die Unterſeite der Platte, wie in Fig. 626 angedeutet iſt. Die für ſolche Rippen in die Unterſtützung einzuhauenden Nuten beeinträchtigen aber die Lagerfläche und ſind ſchwer ſo zu ſchlieſsen, daſs die Rippen ganz ſicher feſtgelegt werden. Beſſer iſt deshalb das Feſtlegen der Platten durch in die Plattenränder eingelaſſene kreisförmige Dollen, die gleichfalls in Fig. 626 angegeben ſind. Im Einzelfalle verwendet man nur eines der beiden Mittel. Bei ausſchlieſslich oder nahezu ausſchlieſslich lotrecht belaſteten Platten bleiben Rippen und Dollen am beſten beide weg. 327. Feſtlegung der Lagerplatten.

Die Einſpannung der Träger in den Auflagern, d. h. das Erzwingen unveränderter wagrechter Lage der Enden der Mittellinie auch bei Durchbiegungen, bietet bekanntlich ein Mittel, die Träger in den gefährlichen Mittelquerſchnitten zu entlaſten; 328. Einſpannung der Träger.

bei Trägern auf zwei oder mehr Stützen iſt jedoch dieſe Endeinſpannung nicht zu erreichen, weil die Nachgiebigkeit der Wände, wie diejenige des Trägers groſs genug iſt, um auch ganz eingemauerten Trägern das geringe Maſs von Verdrehung zu geſtatten, welches von der Durchbiegung bedingt wird. Selbſtverſtändlich tritt beim eingemauerten Träger ſtets ein gewiſſes, von der Elaſtizitätsziffer der Stoffe der Wand und des Trägers abhängiges Einſpannungsmoment auf; man wird den Träger aber ſtets zu ſchwach berechnen, wenn man von der Annahme unveränderlicher Lage der Mittellinie in den Auflagern ausgeht, und es empfiehlt ſich daher, von der Berückſichtigung der Endeinſpannung bei der Berechnung von Trägern auf mehreren Stützen ganz abzuſehen[147]).

Dagegen beruht die Standfeſtigkeit der Krag- oder Freiträger, welche nur mit einem Ende in einer ſtarken Mauer eingeſpannt, ſonſt frei ſind, ganz allein auf der Einſpannung, und die Verdrückungen der Lager, welche hier ebenſo eintreten, haben dann das Durchhängen des Trägers zur Folge.

Fig. 627.



329. Eingemauerte Kragträger. Die Einſpannung ſolcher Kragträger kann durch einfaches Einmauern oder durch Einlagern zwiſchen Druckplatten erfolgen.

Iſt die zuläſſige Belaſtung des umgebenden Mauerwerkes auf 1 qcm wieder σ_1, die Länge der Einmauerung l, die Trägerbreite b, die thatſächliche Preſſung auf der Lagervorderkante σ, der Abſtand des Preſſungsnullpunktes von der Lagervorderkante a, das Biegungsmoment aller äuſseren Kräfte in der Lagervorderkante M und die lotrechte Querkraft daſelbſt V, ſo beſtehen zwiſchen l, a, b, σ und σ_1 die folgenden Beziehungen (Fig. 627):

Die erforderliche Einmauerungslänge zur Erzielung der zuläſſigen Kantenpreſſung σ_1 iſt

$$l = \frac{2V + \sqrt{6 M \sigma_1 b + 4 V^2}}{\sigma_1 b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 262.$$

Die Stelle, wo keine Preſſung auftritt, liegt hinter Lagervorderkante um

$$a = l \frac{2Vl + 3M}{3Vl + 6M} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 263.$$

Die bei der Einmauerungslänge l zur Erzielung der zuläſſigen Kantenpreſſung σ_1 erforderliche Träger- oder Plattenbreite iſt

$$b = 2 \frac{2Vl + 3M}{\sigma_1 l^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 264.$$

Die bei der Einmauerungslänge l und der Druckflächenbreite b entſtehende gröſste Kantenpreſſung beträgt

$$\sigma = 2 \frac{2Vl + 3M}{b l^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 265.$$

[147]) Vergl. hierüber: BRICK, J. E. Ueber die praktiſche Unzuläſſigkeit der Annahme »horizontaler Einſpannung« der im Hochbaue verwendeten und an den Auflagern übermauerten Eiſenträger. Wochſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1887, S. 161.

Der Punkt, in welchem das gröfste Biegungsmoment M_{max} auftritt, liegt hinter der Lagervorderkante um

$$y = \frac{V l^2}{3 V l + 6 M}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 266.$$

und diefes gröfste Moment ift dann

$$M_{max} = M + V \cdot y - \frac{b \sigma_1 y^2}{6} \left(3 - \frac{y}{a}\right). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 267.$$

Es ift nicht zu empfehlen, die Lagervorderkante in die Mauerkante zu legen; man bringe vielmehr zwifchen Träger und Mauerwerk eine Lage von reinem Zement oder eine gut verlegte Eifenplatte an, welche nicht ganz bis zur Mauerkante reicht, damit die Mauerkante von der gröfsten Preffung befreit und die Möglichkeit einer gewiffen Preffungsverteilung im Mauerwerke offen gehalten wird. Das Mafs d (Fig. 627) foll je nach Laft und Länge des Trägers etwa 4 bis 8 cm betragen.

Beifpiel. Vor einer ftarken Mauer mit 5 m Fenfterteilung foll ein auf Kragträgern in den Mitten der Fenfterpfeiler ruhender Laufgang angebracht werden, deffen Breite bis Geländermitte von der Einfpannungslinie an 150 cm beträgt. Der Fufsboden foll in der ganzen Länge in die Wand und auf einen im Geländer über den Kragträgerenden untergebrachten Längsträger gelagert werden. Der Fufsboden wiegt 250 kg für 1 qm und trägt 250 kg für 1 qm; das hölzerne Geländer ift $1{,}_{10}$ m hoch und durchfchnittlich $0{,}_{15}$ cm ftark.

Die Laft auf einem Kragträgerende beträgt alsdann:

$$\text{aus Fufsboden und Belaftung } 5 \cdot 1{,}_5 \cdot \frac{1}{2} (250 + 250) = 1875 \text{ kg},$$

$$\text{aus dem Geländer } 5 \cdot 1{,}_1 \cdot 0{,}_{15} \cdot 700 \qquad = 578 \text{ »}$$

$$\text{zufammen } V = 2453 \text{ kg};$$

alfo das Moment an der Einfpannungsftelle $M = 150 \cdot 2453 = 367\,950$ cmkg.

Wird in den Trägern 1000 kg Spannung für 1 qcm zugelaffen, fo ift das erforderliche Widerftandsmoment $\frac{367\,950}{1000} = 368$. Um an Höhe zu fparen und gleichzeitig eine grofse Auflagerbreite b zu erhalten, follen zwei Träger nebeneinander gelegt werden. Obigem Widerftandsmoment würden zwei I-Träger Nr. 19 mit $2 \cdot 187 = 374$ entfprechen; wegen der Vergröfserung des Momentes in der Wand mufs jedoch der nächft ftärkere Träger Nr. 20 gewählt werden, deffen Breite 9 cm beträgt.

Somit ift $b = 2 \cdot 9 = 18$ cm; das Mauerwerk am Träger wird in Klinkern und Zementmörtel ausgeführt; alsdann ift $\sigma_1 = 14$ kg für 1 qcm, und nach Gleichung 260 wird

$$l = \frac{2 \cdot 2453 + \sqrt{6 \cdot 367950 \cdot 18 \cdot 14 + 4 \cdot 2453^2}}{18 \cdot 14} = 115 \text{ cm}.$$

Wird $d = 6$ cm gemacht, fo fteckt der Träger hiernach 121 cm in der Wand, und die Geländermitte liegt $15 - 6 = 144$ cm vor der Wand.

Die Stelle des gröfsten Biegungsmoments liegt nach Gleichung 266 hinter der Lagervorderkante um

$$y = \frac{2453 \cdot 115^2}{3 \cdot 2453 \cdot 115 + 6 \cdot 367\,950} = 10{,}_6 \text{ cm},$$

die Stelle des Preffungsnullpunktes nach Gleichung 263 um

$$a = 115 \, \frac{2 \cdot 2453 \cdot 115 + 3 \cdot 367\,950}{3 \cdot 2453 \cdot 115 + 6 \cdot 367\,950} = 62{,}_9 \text{ cm},$$

und das gröfste Moment beträgt nach Gleichung 267

$$M_{max} = 367\,950 + 2453 \cdot 10{,}_6 - \frac{18 \cdot 14 \cdot 10{,}_6^2}{6} \left(3 - \frac{10{,}_6}{62{,}_9}\right) = 380\,650 \text{ cmkg}.$$

Die Spannung in zwei I-Eifen Nr. 20 ift fomit $\frac{380\,650}{2 \cdot 216} = 882$ kg für 1 qcm. Wären die beiden I-Träger Nr. 19 beibehalten, fo wäre $b = 2 \cdot 8{,}_6 = 17{,}_2$, alfo nach Gleichung 262

$$l = \frac{2 \cdot 2453 + \sqrt{6 \cdot 367950 \cdot 14 \cdot 17{,}_2 + 4 \cdot 2453^2}}{14 \cdot 17{,}_2} = 118{,}_5 \text{ cm};$$

nach Gleichung 266

$$y = \frac{2453 \cdot 118{,}5^2}{3 \cdot 2453 \cdot 118{,}5 + 6 \cdot 367\,950} = 11{,}2\,^{\text{cm}};$$

ferner nach Gleichung 263:

$$a = 118{,}5 \; \frac{2 \cdot 2453 \cdot 118{,}5 + 3 \cdot 367\,950}{3 \cdot 2453 \cdot 118{,}5 + 6 \cdot 367\,950} = 65\,^{\text{cm}},$$

und nach Gleichung 267

$$M_{max} = 367\,950 + 2453 \cdot 11{,}2 - \frac{17{,}2 \cdot 14 \cdot 11{,}2^2}{6}\left(3 - \frac{11{,}2}{65}\right) = 381\,150\,^{\text{cmkg}}.$$

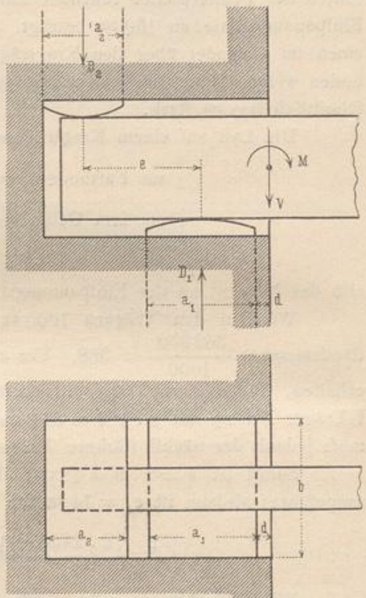
Die Spannung in zwei I-Trägern Nr. 19 wäre also $\frac{381\,150}{2 \cdot 187} = 1019\,^{\text{kg}}$ für $1\,^{\text{qcm}}$, die auch gegenüber der Festsetzung von $1000\,^{\text{kg}}$ für $1\,^{\text{qcm}}$ noch als zulässig zu betrachten ist. Die beiden Trägerstücke sind somit aus I-Eisen Nr. 19, und zwar je $118{,}5 + 150 + \frac{15}{2} = 276\,^{\text{cm}}$ lang, zu schneiden.

Dieses Beispiel eines allerdings schwer belasteten Freiträgers zeigt, dass die Einmauerung nicht selten eine unbequeme Tiefe erreicht, welche nur in aussergewöhnlich starken Mauern Platz findet.

330. Einspannung des Kragträgers zwischen Druckplatten.

Ein Mittel, den Trägereingriff in die Wand kürzer und zugleich die Verteilung der Kräfte auf das Mauerwerk besser zu machen, bietet die Einspannung des Kragträgers zwischen Druckplatten, da man hier durch Wahl einer grossen Breite b der Platten das Mass e und die Plattenlängen a_1 und a_2 (Fig. 628) gering halten kann. b ist für beide Platten gleich zu machen, da die Wandnische jedenfalls rechteckig gebildet wird, und b ist so anzunehmen, dass es sich dem Mauerverbande bequem einfügt; auch e ist den Verhältnissen, namentlich der Mauerstärke, entsprechend zu wählen. Die erste Annahme über b und e ist durch eine zweite zu ersetzen, wenn die Rechnung die erste als unzweckmässig erweisen sollte.

Fig. 628.



In die Mauer können unter und über den Druckplatten Auflagerquader eingesetzt werden.

Mit Rücksicht auf die Bezeichnungen in Fig. 628 sind, bei der zulässigen Pressung σ_1 zwischen Platten und Mauerwerk,

$$a_2 = \frac{V\left(d + \frac{V}{2\,b\,\sigma_1}\right) + M}{b\,e\,\sigma_1 - \frac{V}{2}} \quad \text{und} \quad a_1 = a_2 + \frac{V}{b\,\sigma_1}; \quad \ldots \quad 268.$$

$$D_2 = b\,a_2\,\sigma_1 \quad \text{und} \quad D_1 = b\,a_1\,\sigma_1 \quad \ldots \quad 269.$$

Das grösste Moment, für welches der Träger einzurichten ist, beträgt

$$M_{max} = D_2\,e \quad \ldots \quad 270.$$

Die Druckplatten selbst sind nach Ermittelung von D_1 und D_2 aus Gusseisen genau nach den Regeln zu bilden, welche in Art. 326 (S. 261) zu Fig. 625 u. 626 gegeben wurden.

Beispiel. Wird für den Fall, welcher im letzten Beispiele behandelt wurde, bestimmt, dass b der Breite von $1\frac{1}{2}$ Stein $= 38\,^{\text{cm}}$ entsprechen und $e = 30\,^{\text{cm}}$ sein soll, dass ferner das Mauerwerk an den

Druckplatten in Klinkern und Zementmörtel mit $\sigma_1 = 14$ kg für 1 qcm ausgeführt wird, fo mache man nach Gleichung 268

$$a_2 = \frac{2453\left(6 + \frac{2453}{2 \cdot 38 \cdot 14}\right) + 367950}{38 \cdot 30 \cdot 14 - \frac{2453}{2}} = 26{,}4 \text{ cm},$$

$$a_1 = 26{,}4 + \frac{2453}{38 \cdot 14} = 31{,}0 \text{ cm}.$$

Die ganze Tiefe der Trägernifche wird dann $6 + \frac{31}{2} + 30 + \frac{26{,}4}{2} = 64{,}7$ cm gegen 118,5 cm im vorigen Falle. Nach Gleichung 269 ift $D_2 = 26{,}4 \cdot 38 \cdot 14 = 14044$ kg und $D_1 = 31 \cdot 38 \cdot 14 = 16492$ kg. Auf diefe Drücke find die beiden Druckplattendicken nach Gleichung 255 bis 261 (S. 262 und 263) einzurichten. Das gröfste im Träger vorkommende Biegungsmoment ift nach Gleichung 270: $D_2 e = 14044 \cdot 30 = 421320$ cmkg. Bei 1000 kg Beanfpruchung für 1 qcm ift alfo ein I-Träger Nr. 26, oder es sind zwei Nr. 20 erforderlich. Die Druckverteilung ift nun zwar eine fehr fichere und gute; das gröfste Moment ift aber durch die Verlegung des erften Stützpunktes weit in die Mauer hinein wefentlich vergröfsert.

Beim Aufftellen des Trägers wird die Platte auf kleinen Eifenkeilen mindeftens 1,5 cm hohl gelegt und forgfältig mit Zement vergoffen, fo dafs fie voll aufruht. Nur oben liegende Druckplatten, wie in Fig. 608, werden ohne weiteres in Zementmörtel fatt übermauert. Die Druckplatte greift bei fchweren Trägern mit einem Anfatze in ein in das Mauerwerk geftemmtes Loch, welches fich beim Vergiefsen nach Art. 327 (S. 263) nur fchwer füllt. (Vergl. auch das Trägerlager in Fig. 640, S. 275.) Namentlich bei Verwendung von Lagerquadern bildet das Einlegen dünner Walzbleiplatten ein gutes Mittel zur Erzielung gleichmäfsiger Druckverteilung. 331. Lagerung.

Ganz kleine Träger legt man ohne weiteres auf diefe Platten. Bei gröfseren wird, wenn fie nicht zur Verankerung der Aufsenwände des Gebäudes dienen follen, das eine Lager dadurch feftgemacht, dafs man durch die untere Gurtung in die Lagerplatte bohrt und in das Loch einen Eifenftift fchlägt; das andere Lager bleibt frei beweglich.

Eiferne Träger zur Verankerung der Gebäudemauern zu benutzen, ift nicht ratfam, da die ftarken Längenänderungen bei Wärmefchwankungen das Mauerwerk hin und her rütteln.

Alle Lager, bei denen der Träger ohne weiteres auf der Platte ruht, haben den Nachteil, dafs fich die volle Reibung folcher Lager, welche in günftigen Fällen das 0,2fache der Lagerbelaftung, meift noch mehr beträgt, als wagrechte, umftürzende Kraft auf die Mauern überträgt. Da nun aber die Wände fehr oft für die Aufnahme erheblicher wagrechter Kräfte zu fchwach find, fo kommt es bei fchwer belafteten Trägern oft darauf an, die Reibung der Lager zu vermindern, damit kleinere wagrechte Kräfte entftehen. Das befte Mittel zur Erreichung diefer Reibungsverminderung befteht in der Verwandelung der gleitenden in rollende Reibung mittels Einlegens einer möglichft langen Rolle zwifchen Träger und Lagerplatte. 332. Rollenlager.

Die Konftruktion eines folchen Lagers ift in Fig. 629 u. 630 dargeftellt; die einzelnen Mafse werden in folgender Weife beftimmt. Aus den Verhältniffen des zu lagernden Trägers folgen zunächft die Abmeffungen l_1 und b_1 der unter den Träger zu nietenden Lagerplatte. l_1 ift fo klein zu wählen, wie es das Unterbringen genügender Niete in den Teilen des Trägers nur irgend zuläfst; b_1 foll dagegen fo grofs wie möglich gemacht werden; doch ift zu betonen, dafs erhebliche Verbreiterung der Lagerplatte über die Breite der Trägerteile hinaus nicht viel Zweck hat, da fich die zu weit vorfpringenden Ränder der dünnen Platte aufbiegen, alfo nicht mehr zur

Druckverteilung beitragen. Zweck der Wahl eines möglichſt groſsen b_1 iſt die Erzielung einer groſsen Rollenlänge b_2. Die untergenietete Lagerplatte wird 12 bis 15 mm dick gemacht. Beſonders groſs wird b_1 bei zweiteiligen Gurtungen, z. B. bei Fig. 605 (S. 253),

Fig. 629.

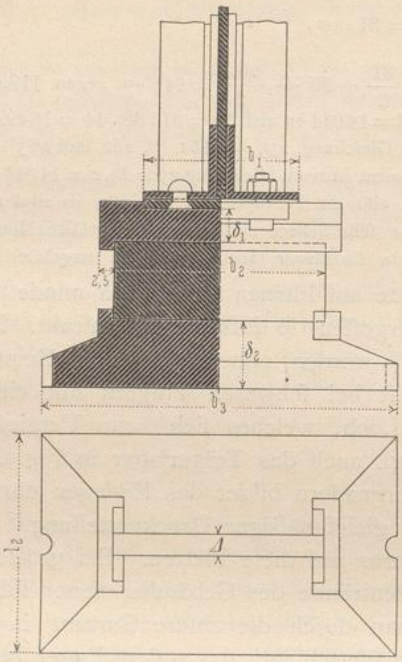
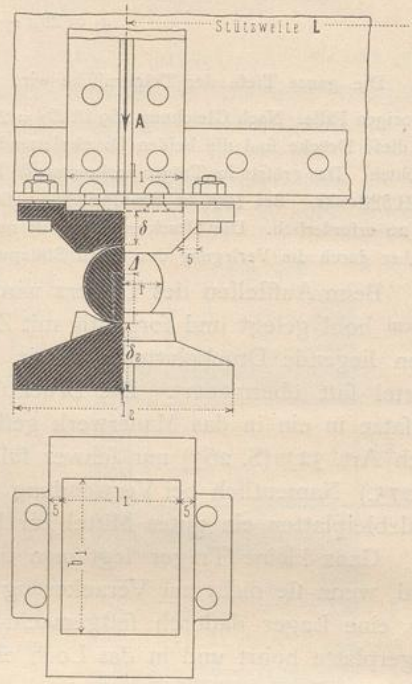


Fig. 630.



Die Lagerplatte legt ſich in eine paſſende Vertiefung der Rollendeckplatte, deren vorſpringende Ränder ſo niedrig zu halten ſind, daſs ſie 2 bis 3 mm Spiel gegen die Trägerunterfläche behalten, damit ſie keinesfalls Druck aufnehmen können.

Nach Feſtlegen dieſer Maſse folgt dasjenige der Rollenlänge b_2 nach

$$b_2 = \frac{b_1 - 5}{2} + \sqrt{\left(\frac{b_1 + 5}{2}\right)^2 + l_1 (l_1 + 10)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 271.$$

Wird nun noch die in den Platten zuläſſige Biegungſpannung mit s_g bezeichnet, ſo iſt weiter

$$\delta_1 = 0{,}865 \sqrt{\frac{A\, l_1}{s_g\, (b_2 + 5)}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 272.$$

Hierauf erfolgt die Feſtſtellung der Abmeſſungen der Rollengrundplatte für b_3 nach

$$b_3{}^3\, (b_3 - b_2) = 0{,}66\, \frac{A^2}{\sigma_1{}^2}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 273.$$

für deren Löſung ein vorläufiger Näherungswert aus

$$b_3 > 0{,}9 \sqrt{\frac{A}{\sigma_1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 274.$$

zu entnehmen iſt, und für l_2 nach

$$l_2 = \frac{A}{\sigma_1\, b_3}; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 275.$$

weiter ift

$$\delta_2 = 0{,}866 \sqrt{\frac{A l_2}{s_g\, b_3}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 276.$$

In den letzten Gleichungen bezeichnet σ_1 die zuläffige Preffung auf die Unterftützung der Rollengrundplatte; die entfprechenden Werte find in Fufsnote 122 (S. 229) angegeben. Wird nun noch die zuläffige Preffung zwifchen der Rolle und den Platten mit s_1, die Elaftizitätszahl des Stoffes der Platten mit E und diejenige des Stoffes der Rolle mit E_1 bezeichnet, fo ift der Rollenhalbmeffer r zu beftimmen nach

$$\left.\begin{aligned} r &= \sqrt{\left(\frac{\delta_1 E_1}{4 E}\right)^2 + \frac{9 A^2 E_1}{64\, b_2^2\, s_1^3}} - \frac{\delta_1 E_1}{4 E} \\ \text{und } r &= \sqrt{\left(\frac{\delta_2 E_1}{4 E}\right)^2 + \frac{9 A^2 E_1}{64\, b_2^2\, s_1^3}} - \frac{\delta_2 E_1}{4 E}, \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 277.$$

und zwar ift der gröfsere diefer beiden Werte auszuführen.

Die wagrechte Rollenbahn, welche beiderfeits durch cylindrifche Anfchläge des Halbmeffers r begrenzt wird, erhält die Breite

$$\Delta = 0{,}0000185\, t \,.\, L, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 278.$$

welche alfo nach der Stützweite L und der gröfsten zu berückfichtigenden Wärmefchwankung t bemeffen wird.

Für gewöhnliche Fälle haben die in den Gleichungen vorkommenden Gröfsen die folgenden Werte:

bezüglich σ_1 vergl. Art. 299 und Fufsnote 122 (S. 229);

s_g	für Gufseifen	250^{kg}	für 1^{qcm},	für Stahlgufs	1200^{kg}	für 1^{qcm};
s_1	» »	1500^{kg}	» 1^{qcm},	» Stahl	4000^{kg}	» 1^{qcm};
E und E_1	» »	1000000^{kg}	» 1^{qcm},	» »	2100000^{kg}	» 1^{qcm};

$t = 40$ bis 60 Grad C.

Beifpiel. Für einen Träger von $L = 12^{\text{m}}$ Stützweite ift ein Lager zu entwerfen, das im ftande ift, den Lagerdruck $A = 20\,t$ auf gewöhnliches Mauerwerk ($\sigma_1 = 8^{\text{kg}}$ für 1^{qcm}) zu verteilen. Die Gurtungsbreite b_1 betrage 17^{cm}, und die Länge der Lagerplatte l_1 wird mit Rückficht auf die Nietung auf 12^{cm} Länge bemeffen. Die Platten beftehen aus Gufseifen; alfo ift $s_g = 250^{\text{kg}}$ für 1^{qcm}; die Rolle ift aus Rundftahl; s_1 ift nach dem fchwächeren der beiden Stoffe mit 1200^{kg} für 1^{qcm} anzunehmen. Der vorzufehende Wärmewechfel beträgt 60 Grad.

Nach Gleichung 271 ift

$$b_2 = \frac{17 - 5}{2} + \sqrt{\left(\frac{17 + 5}{2}\right)^2 + 12\,(12 + 10)} = 25{,}6^{\text{cm}},$$

nach Gleichung 272:

$$\delta_1 = 0{,}865 \sqrt{\frac{20000 \cdot 12}{250\,(25{,}6 + 5)}} = 4{,}8^{\text{cm}}.$$

Die Näherungslöfung für Gleichung 273 aus Gleichung 274 ift

$$b_3 > 0{,}9 \sqrt{\frac{20000}{8}} = 45^{\text{cm}};$$

durch Verfuchen ergiebt fich die richtige Löfung mit $b_3 = 53{,}2^{\text{cm}}$ nach Gleichung 273, und l_2 wird dann nach Gleichung 275 gleich $\frac{20000}{8 \,.\, 53{,}2} = 47^{\text{cm}}$; danach die Dicke nach Gleichung 276

$$\delta_2 = 0{,}866 \sqrt{\frac{20000 \cdot 47}{250 \,.\, 53{,}2}} = 7{,}3^{\text{cm}}.$$

Aus Gleichung 277 folgt

$$r = \sqrt{\left(\frac{4{,}8 \cdot 2100000}{4 \,.\, 1000000}\right)^2 + \frac{9 \,.\, 20000^2 \,.\, 2100000}{64 \cdot 25{,}6^2 \,.\, 1200^3}} - \frac{4{,}8 \cdot 2100000}{4 \,.\, 1000000} = \infty\ 8^{\text{cm}}$$

und

$$r = \sqrt{\left(\frac{7{,}3 \cdot 2100000}{4 \cdot 1000000}\right)^2 + \frac{9 \cdot 20000^2 \cdot 2100000}{64 \cdot 25{,}6^2 \cdot 1200^3}} - \frac{7{,}3 \cdot 2100000}{4 \cdot 1000000} = 7{,}1 \text{ cm};$$

alfo ift der erftere Wert $r = 8{,}0$ cm auszuführen. Die Breite der Rollenbahn beträgt für $L = 12$ m nach Gleichung 278:

$$\Delta = 0{,}0000185 \cdot 60 \cdot 1200 = 1{,}33 \text{ cm}.$$

Zur Erzielung kleinerer Rollenhalbmeffer empfiehlt fich die Verwendung von Gufsftahl ftatt Gufseifen für die beiden die Rolle einfchliefsenden Platten.

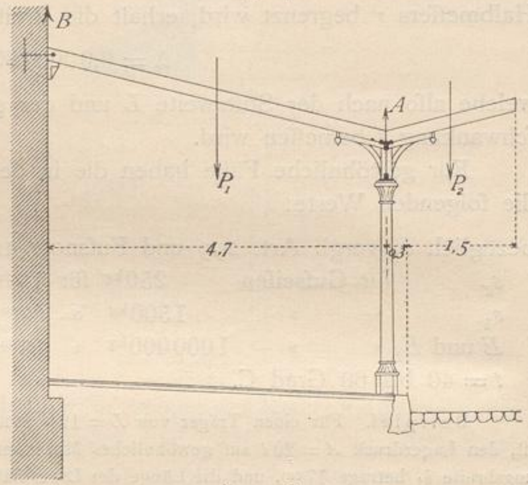
d) Beifpiele.

333. Vordach mit Gitterträgern.

Die Anwendung der im vorftehenden für Träger entwickelten Grundfätze und aufgeftellten Gleichungen foll nachftehend durch zwei Beifpiele erläutert werden.

Beifpiel 1. Vor einem öffentlichen Gebäude foll der Bürgerfteig fo überdacht werden, dafs die vor dem Bordfteine haltenden Wagen im Schutze gegen den Regen erreicht werden können. Die allgemeine Anordnung zeigt Fig. 631; die Säulen ftehen je vor der zweiten Gebäudeachfe in Teilungen von $9{,}0$ m; zwifchen je 2 Säulen kommen in die Drittelteilpunkte 2 Pfettenträger aus geknickten I-Eifen zu liegen, welche gegen die Säulen durch thunlichft leichte Gitterträger abzufangen find. Gleiche Pfettenträger liegen gerade über den Säulen (Fig. 632).

Fig. 631.



1/100 w. Gr.

Die Eindeckung mit Glas wiegt für 1 qm Grundfläche 50 kg; die Eifenteile wiegen 20 kg; Schnee laftet auf 1 qm Grundfläche mit 75 kg, und der lotrechte Winddruck beträgt 55 kg; die Laftfumme für 1 qm ift hiernach 200 kg.

α) Berechnung des Pfettenträgers. Ein folcher unterftützt 3,00 m Länge des Daches. Somit ift (Fig. 631)

$$P_2 = 3 \cdot 1{,}8 \cdot 200 = 1080 \text{ kg}$$

für volle Laft, und das gröfste Moment über dem Längsträger $1080 \, \frac{180}{2} = 97200$ cmkg.

Das gröfste Moment zwifchen Wand und Träger tritt ein, wenn der überkragende Teil unbelaftet ift. Alsdann ift

$$P_2 = 3 \cdot 1{,}8 \, (50 + 20) = 378 \text{ kg},$$

und

$$P_1 = 4{,}7 \cdot 3 \cdot 200 = 2820 \text{ kg};$$

folglich der Auflagerdruck $B = \frac{2820 \cdot 470}{2 \cdot 470} - \frac{378 \cdot 180}{2 \cdot 470} = 1338$ kg. Im Abftande x von der Wand ift das Moment

$$M_x = 1338\, x - \frac{3 \cdot 0{,}01 \cdot 200\, x^2}{2};$$

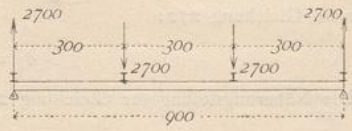
die Abfciffe des gröfsten Momentes folgt alfo aus

$$0 = 1338 - 3 \cdot 0{,}01 \cdot 200\, x \text{ mit } x = 223 \text{ cm},$$

und das gröfste Moment ift

$$M_{max} = 1338 \cdot 223 - \frac{3 \cdot 0{,}01 \cdot 200 \cdot 223^2}{2} = 149187 \text{ cmkg}.$$

Fig. 632.



Nach letzterem Moment ift der Pfettenträger zu bemeffen; feine zu grofse Stärke über dem Längsträger ift erwünfcht, weil er hier durch das Biegen gefchwächt wird. Bei 1000 kg Spannung für 1 qcm mufs das Widerftandsmoment $\frac{149187}{1000} = \infty\, 150$ fein; fomit ift das Normal-I-Eifen Nr. 18 zu wählen.

β) Berechnung des Gitterträgers. Die Laft, welche von einem Pfettenträger übertragen wird, ift bei ganz voller Belaftung nach Fig. 631

$$A = \frac{3 \cdot 1{,}8 \cdot 200 \left(470 + \frac{180}{2}\right) + 3 \cdot 4{,}7 \cdot 200 \cdot \frac{470}{2}}{470} = 2700 \text{ kg}.$$