Balkendecken

Barkhausen, Georg

Stuttgart, 1895

2) Stärke der Ausfüllungen der Balkenfache

urn:nbn:de:hbz:466:1-77494

2) Nutzlaft.

Die Nutzlaften, welche die Decken-Conftructionen zu tragen haben, find bereits in Theil I, Band 1, zweite Hälfte (Art. 359, S. 318 [123]) diefes »Handbuches« angegeben worden. Hierzu fei noch bemerkt, dafs die Lagerhäufer der Seehäfen jetzt in den unteren Gefchoffen mit 1500 kg und im oberften Gefchofs mit 900 kg für 1 qm Deckenfläche berechnet werden; in den zwifchengelegenen Gefchoffen läfft man die Belaftung allmählig abnehmen. 84. Nutzlaft.

Nach einem von einer Commiffion des Architekten-Vereins zu Berlin 1885 erftatteten Gutachten, betreffend den Schutz der Perfonen in öffentlichen Verfammlungsräumen, foll als Belaftung jene durch Menfchengedränge (für 1 qm 6 erwachfene Perfonen zu je 75 kg, zufammen 450 kg) gerechnet werden.

b) Abmeffungen der Deckentheile.

1) Stärke der Fufsbodenbeläge.

Die Stärke der Fufsbodenbeläge entzieht fich in den allermeiften Fällen einer Berechnung. Wenn man bei den gewöhnlichen hölzernen Fufsböden die Bretter fo berechnet, dafs fie fich bei einer zuläffigen Beanfpruchung von 80 kg für 1 qcm als Träger auf zwei Stützen zwifchen letzteren frei tragen können, fo fallen für die gewöhnlichen Balkentheilungen und in Rückficht auf die Abnutzung die Bretterftärken zu gering aus. Nur in fchwer belafteten Speichern, zumal bei der in Fig. 25 (S. 20) dargeftellten Conftruction ohne Balken, werden die Bohlen rechnungsmäfsig ftärker. Hier empfiehlt es fich, die eigentlichen (unteren) Tragbohlen nach den berechneten Mafsen auszuführen, fie dann aber mit einer zweiten, erftere rechtwinkelig kreuzenden, mindeftens 3 cm dicken Bohlenlage abzudecken, welche nach erfolgter Abnutzung allein ausgewechfelt werden kann. 85. Hölzerne Fufsböden.

Eftriche aus Gyps, Cementmörtel oder Afphalt dürfen nicht als tragende Bautheile angefehen werden; fie bedürfen vielmehr als Unterftützung einer Fachausfüllung, welche die ganze Belaftung aufzunehmen im Stande ift; der Eftrich nimmt nur die Abnutzung auf. Eben fo bilden die Beläge mit natürlichen Steinplatten, Thonfliefen etc. nur eine fchützende, keine tragende Schicht; auch fie bedürfen daher einer durchlaufenden Unterftützung. 86. Eftriche u. Plattenbeläge.

2) Stärke der Ausfüllungen der Balkenfache.

Die Wellerung oder Stakung und die Einfchubdecke (fiehe Fig. 52 u. 53 [S. 41], 54 [S. 42], 57, 59 u. 60 [S. 43]) find nicht im Stande, erhebliche Laften aufzunehmen, bedürfen daher des Schutzes eines tragfähigen Fufsbodens; nur der geftreckte Windelboden (fiehe Fig. 51, S. 40) wird in ländlichen Gebäuden wohl unmittelbar geringen Laften, wie niedrigen Lagen von Futter oder Stroh, ausgefetzt. Eben fo wird auch der Dübelboden (fiehe Fig. 48 bis 50, S. 38) in der Regel keinen Laften ausgefetzt. 87. Gewöhnliche Fachausfüllungen.

Ebene Fachfüllungen mit Gypsdielen (fiehe Fig. 87, S. 54), Spreutafeln (fiehe Fig. 70 bis 73, S. 46 u. 47), Tuffſteinen (fiehe Fig. 68, S. 45), Terracotta (fiehe Fig. 74, S. 47), Gyps-Beton (fiehe Fig. 86 [S. 53], 98 u. 99 [S. 60]), Hohlziegeln (fiehe Fig. 79, S. 51), poröfen Ziegeln, hohlen Gypsblöcken (fiehe Fig. 80, S. 51), hohlen Terracotta-Kaften (fiehe Fig. 63 [S. 44], 64 [S. 45], 117 [S. 69], 119 bis 122 88. Fachausfüllungen mit künftlichen Steinen.

[123]) 2. Aufl.: Art. 24, S. 19 u. 20.

[S. 70 u. 71]) können zwar grofsentheils, namentlich bei Anordnungen wie in Fig. 79 (S. 51), 117 (S. 69), 119 bis 122 (S. 70 u. 71), erhebliche Laften tragen, deren Gröfse in den früheren Mittheilungen über Belaftungsverfuche angegeben ift; in der Regel erhalten fie jedoch keine Laft, da diefe von nur lofe oder gar nicht auf der Füllung ruhenden Hölzern oder Brettern auf die Balken oder Träger gebracht wird. Nothwendig ift diefe Entlaftung bei den Anordnungen in Fig. 68 (S. 45), 74 (S. 47), 86 (S. 53), 98 u. 99 (S. 60), da diefe wenig Tragfähigkeit befitzen. Die Tragfähigkeit der aus einzelnen Theilen — poröfen oder hohlen Ziegeln, Gyps- oder Terracotta-Kaften — zufammengefetzten Füllungsplatten hängt, da fie auf Biegung beanfprucht werden, lediglich von der Zugfeftigkeit des die Fugen füllenden Mörtels ab. Die Dicke der Platte d ift bei der Trägertheilung b, der Nutzlaft p für die Flächeneinheit, dem Gewichte g der Flächeneinheit des Fufsbodens und der Ueberfüllung, dem Gewichte γ der Raumeinheit der Platte und der zuläffigen Beanfpruchung s des Fugenmörtels auf Zug für die Flächeneinheit zu beftimmen nach der Formel:

$$d = \frac{3b^2}{2s}\left[\frac{\gamma}{4} + \sqrt{\left(\frac{\gamma}{4}\right)^2 + \frac{(p+g)s}{3b^2}}\right] \quad \ldots\ldots\ 1.$$

Beifpiel. Ein hölzerner Bretterfufsboden von 3 cm Dicke mit 8 cm Unterfüllung aus Schlacken-Beton wiegt für 1 qm ($g =$) $0{,}03 \cdot 600 + 0{,}08 \cdot 1230 = 116$ kg und hat ($p =$) 500 kg Nutzlaft auf 1 qm zu tragen. Die Theilung b der eifernen Träger fei 0,8 m und das Gewicht der Platte für Hohlziegel ($\gamma =$) 1250 kg für 1 cbm. Die Fugen werden in Cementmörtel der Mifchung 1 : 3 ausgeführt, welchem mit Sicherheit nur ($s =$) 15 000 kg Zug auf 1 qm zugemuthet werden dürfen. Es mufs dann fein

$$d = \frac{3 \cdot 0{,}8^2}{2 \cdot 15\,000}\left[\frac{1250}{4} + \sqrt{\left(\frac{1250}{4}\right)^2 + \frac{(500+116)\,15\,000}{3 \cdot 0{,}8^2}}\right] = 0{,}16 \text{ m}.$$

89. Ebene Betonplatten.

Ebene Betonplatten (Fig. 164 bis 167 [124]) unterfcheiden fich hinfichtlich der Stärkenbeftimmung von den eben befprochenen Fachausfüllungen nicht, welche nach Gleichung 1 erfolgt. Da jedoch der Beton in Folge des gleichmäfsigen Gefüges mehr Sicherheit gegen Zugbeanfpruchung befitzt, als eine Platte aus einzelnen durch Fugen getrennten Körpern, für welche nicht eigentlich die Zugfeftigkeit des Mörtels, fondern nur das von mancherlei Zufälligkeiten abhängige Anhaften des Mörtels an den Steinen in Frage kommt, fo kann die zuläffige Zugbeanfpruchung s hier höher — bei den fetteren Betonarten und guter Herftellung bis 30 000 kg für 1 qcm — angenommen werden. Eine Ueberfüllung aus Schlacken-Beton (Fig. 164 bis 166) kann, wenn fie unmittelbar auf der ganz frifchen Betondecke eingeftampft ift, als mit zur berechneten Plattendicke gehörend angefehen werden.

Fig. 164.

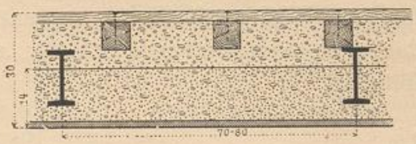


Fig. 165.

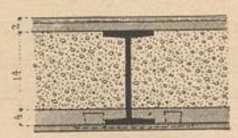


Fig. 166.

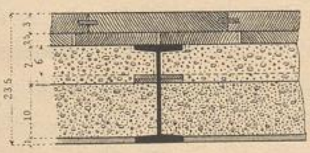
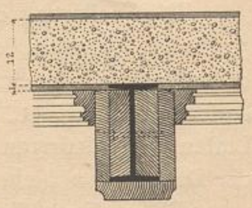


Fig. 167.



124) Vergl.: Art. 72 (S. 80) — ferner: Engesser, F. Ueber die Feftigkeit von Beton-Bogen. Deutfche Bauz. 1881, S. 580.

Fig. 168.

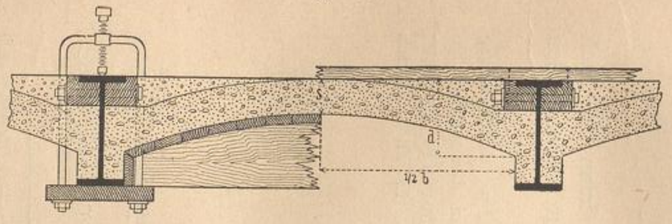


Fig. 169.

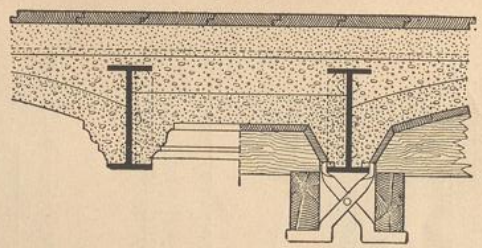


Fig. 170.

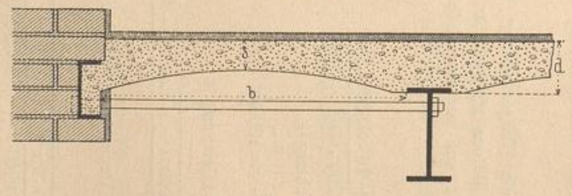


Fig. 171.

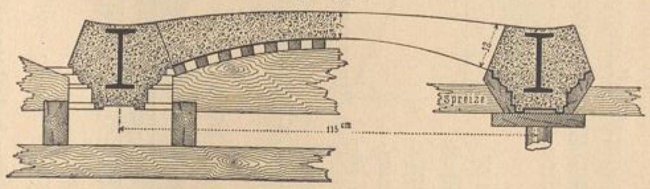


Fig. 173.

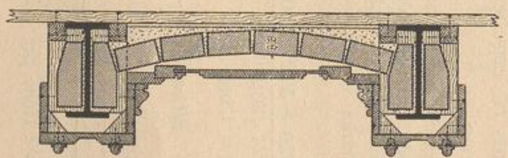


Fig. 174.

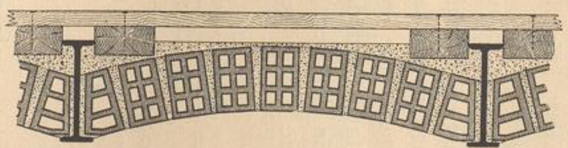


Fig. 172.

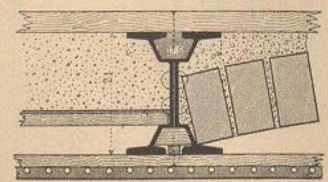


Fig. 175.

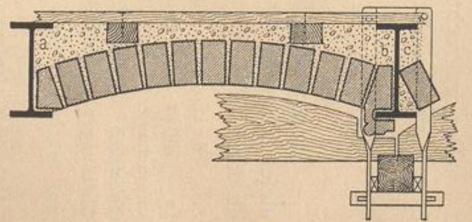
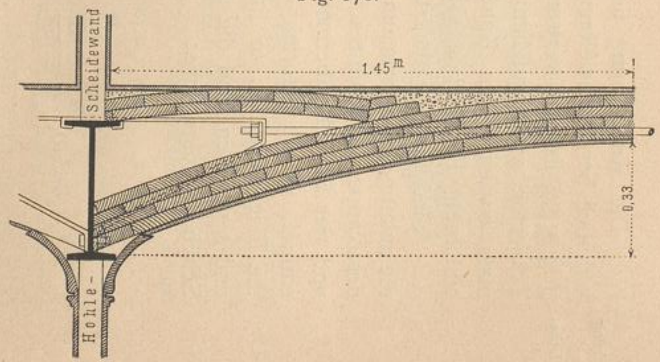


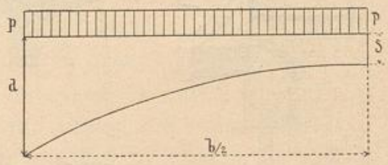
Fig. 176.



90.
Auswölbung der Balkenſache.

Die Auswölbung der Balkenſache ohne Uebermauerung im Scheitel iſt gewöhnlich bei Betonwölbung (Fig. 168 bis 171 [125]), jedoch auch bei Backſteinwölbung (Fig. 172 bis 176) verwendbar. Als Weite b der Wölbung wird in der Regel die Trägertheilung anzuſehen ſein; doch kann man, genau genommen, auch das Lichtmaſs zwiſchen den Kanten der Trägerflanſchen einführen (Fig. 168 u. 170).

Fig. 177.



Sind für eine derartige Wölbung (Fig. 177) die zuläſſige Beanſpruchung auf die Flächeneinheit des Kappenquerſchnittes s, das Gewicht der Kappe und der Schenkelübermauerung γ für die Raumeinheit, die gleichförmig vertheilte Nutzlaſt p für die Flächeneinheit, ſo ſind in der Regel p, γ, b und s gegeben, und die ganze Wölbhöhe d, die Scheitelſtärke δ und der wagrechte Schub H' folgen aus:

$$d = \frac{b^2 (6p + 5\gamma\delta) + 16 s \delta^2}{24 s \delta - \gamma b^2}; \quad \ldots \ldots \quad 2.$$

$$\delta = 0{,}75\, d - \frac{5}{32} \frac{\gamma b^2}{s} - \sqrt{\left(0{,}75\, d - \frac{5}{32} \frac{\gamma b^2}{s}\right)^2 - \frac{b^2}{16 s} (\gamma d + 6p)}; \quad \ldots \quad 3.$$

$$H' = \frac{s\delta}{2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 4.$$

Der wagrechte Widerſtand, welchen ein unbelaſtetes Gewölbe einem benachbarten, voll belaſteten höchſtens leiſten kann, beträgt:

$$H'' = \frac{\sqrt{9 s^2 (d - 2\delta)^2 + \gamma s b^2 (d + 5\delta)} - 3 s (d - 2\delta)}{8} \quad \ldots \quad 5.$$

In gewiſſen Fällen, namentlich bei groſsem δ und kleinem d, kann ſich nach dieſen Formeln H'' gröſser als H' ergeben, was widerſinnig wäre. In ſolchen Fällen iſt dann $H'' = H'$ anzunehmen.

Beiſpiel. Für einen Speicherboden ſeien die Trägertheilung ($b =$) $1{,}6$ m, die Belaſtung ($p =$) 750 kg auf 1 qm, das Gewicht des verwendeten Betons 2200 kg für 1 cbm und die zuläſſige Beanſpruchung (s) für die Betonmiſchung mit Rückſicht auf vorkommende Stöſse 30 000 kg für 1 qm; ſchlieſslich ſoll der Scheitel die Stärke von 10 cm erhalten, ſonach $\delta = 0{,}1$ m ſein. Es iſt dann nach Gleichung 2 die ganze Wölbhöhe

$$d = \frac{1{,}6^2 (6 \cdot 750 + 5 \cdot 2200 \cdot 0{,}1) + 16 \cdot 30\,000 \cdot 0{,}1^2}{24 \cdot 30\,000 \cdot 0{,}1 - 2200 \cdot 1{,}6^2} = 0{,}288 \text{ m},$$

und der Schub des Gewölbes für 1 m Länge nach Gleichung 4

$$H' = \frac{30\,000 \cdot 0{,}1}{2} = 1500 \text{ kg},$$

ferner der Widerſtand des unbelaſteten Gewölbes nach Gleichung 5

$$H'' = \frac{\sqrt{9 \cdot 30\,000^2 (0{,}228 - 2 \cdot 0{,}1)^2 + 2200 \cdot 30\,000 \cdot 1{,}6^2 (0{,}228 + 5 \cdot 0{,}1)} - 3 \cdot 30\,000 (0{,}228 - 2 \cdot 0{,}1)}{8} = 1110 \text{ kg}.$$

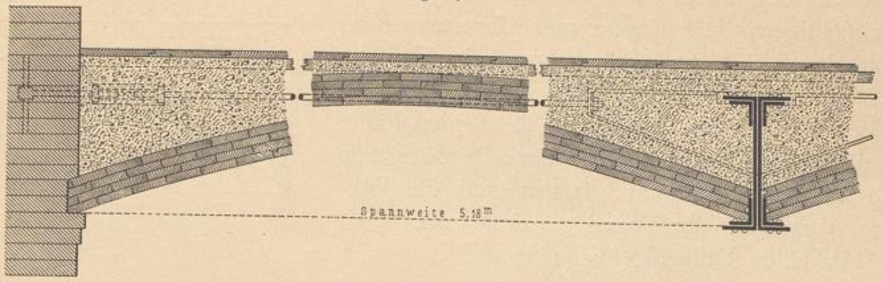
Wäre z. B. wegen beſtimmter Höhe der ganzen Decke von vorn herein $d = 0{,}3$ m vorgeſchrieben, ſo wäre nach Gleichung 3

$$\delta = 0{,}75 \cdot 0{,}3 - \frac{5}{32} \frac{2200 \cdot 1{,}6^2}{30000} - \sqrt{\left(0{,}75 \cdot 0{,}3 - \frac{5}{32} \frac{2200 \cdot 1{,}6^2}{30\,000}\right)^2 - \frac{1{,}6^2}{16 \cdot 30\,000} (2200 \cdot 0{,}3 + 6 \cdot 750)} = 0{,}092 \text{ m}$$

zu machen.

[125] Siehe: Engesser, F. Ueber die Feſtigkeit von Beton-Bogen. Deutſche Bauz. 1881, S. 580.

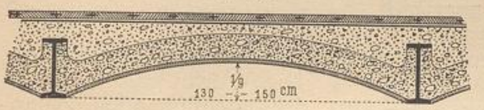
Fig. 178.



Die Auswölbung der Balkenfache mit Uebermauerung im Scheitel wird namentlich bei Backsteinwölbungen (siehe Fig. 172 bis 174 u. 178) verwendet, ist jedoch auch bei Betonwölbungen verwendbar, wenn man eine Wölbung aus fetter Mischung von der mageren Ueberschüttung gesondert herstellt (siehe Fig. 169 u. 179). Das Gewicht der Uebermauerung kann in der Regel gleich dem der Wölbung γ gesetzt werden. Bei Backsteinwölbungen ist hier δ (siehe Fig. 125, S. 72) gegeben, nämlich der gewählten Steinstärke gleich zu setzen. Uebermauerung und Scheitel haben zusammen die Stärke h.

91. Auswölbung mit Scheitelübermauerung.

Fig. 179.



Mit Bezug auf Fig. 180 sind hier bei den obigen Bezeichnungen

$$d = \frac{8\, s\, \delta\, (3h - \delta) + b^2\, (6p + 5\, \gamma\, h)}{24\, \delta s - \gamma b^2}, \qquad 6.$$

$$\delta = 0{,}5 \sqrt{9\, (d - h)^2 + \frac{b^2}{s} \left[\frac{\gamma\, (d + 5h)}{2} + 3p\right]} - \frac{3}{2}\, (d - h), \qquad 7.$$

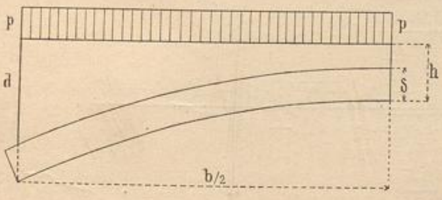
$$H' = 0{,}5\, s\, \delta\,, \qquad 8.$$

und der gröfstmögliche Gegenschub des unbelasteten Gewölbes

$$H'' = 0{,}125 \left[\sqrt{9 s^2 (d - h - \delta)^2 + \gamma s b^2 (d + 5h)} - 3s\, (d - h - \delta)\right] \qquad 9.$$

Würde hiernach $H'' > H'$, so wäre $H'' = H'$ anzunehmen. Bei durch die Trägerverhältnisse fest gesetztem d und angenommenem δ kann h bestimmt werden aus

Fig. 180.

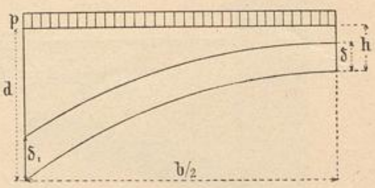


$$h = \frac{8\, s\, \delta\, (3d + \delta) - b^2\, (6p + \gamma d)}{5 \gamma b^2 + 24\, s\, \delta} \qquad 10.$$

Eine üble Eigenschaft aller Kappenwölbungen ist die wagrechte Belastung der sie aufnehmenden Träger, da diese in seitlicher Richtung nicht viel Widerstand leisten können, selbst wenn man besondere, theuere Trägerquerschnitte — etwa nach *Gocht*, *Klette* oder *Lindsay* — verwendet.

Die Kappen lassen sich jedoch so bemessen, dafs die unbelastete im Stande ist, ohne Ueberschreitung der zulässigen Beanspruchung einen dem Schube der benachbarten, belasteten Kappe gleichen Widerstand zu leisten, wobei dann auf die Träger keine seitliche Belastung, sondern nur ein geringes Verdrehungsmoment einwirkt. Die Abmessungen solcher Kappen gleichen Schubes sind nach Gleichung 11 bis 20 zu beſtimmen, welche zugleich den Fall berückſichtigen, daſs Kappe und Uebermauerung verſchiedenes Einheitsgewicht haben (ſiehe Fig. 179 u. 181).

Fig. 181.



Zu unterſcheiden ſind noch die beiden Fälle, daſs die Kappe überall gleich ſtark iſt oder daſs ſie ſo an Stärke zunimmt, daſs überall die lothrechte Abmeſſung der Fugen gleich δ wird.

Für beide Fälle iſt (Fig. 181)

$$\delta_1 = \delta\,(1 + k), \qquad 11.$$

und zwar im erſteren Falle

$$k = 8\left(\frac{d-h}{b}\right)^2, \qquad 12.$$

im letzteren Falle

$$k = 16\left(\frac{d-h}{b}\right)^2. \qquad 13.$$

Die Pfeile werden bei dieſen Kappen ſehr flach. Die Werthe für k folgen für einige der gewöhnlichſten Pfeilverhältniſſe $\frac{d-h}{b}$ aus der nachſtehenden Zuſammenſtellung.

$\frac{d-h}{b} =$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{22}$
Kappenſtärke bleibt unverändert $k = 8\left(\frac{d-h}{b}\right)^2$	0,055	0,036	0,025	0,020	0,0165
Kappenſtärke wächst $k = 16\left(\frac{d-h}{b}\right)^2$	0,111	0,072	0,050	0,040	0,033

Ein dem vorliegenden Falle nach Schätzung entſprechender Werth für k iſt zunächſt anzunehmen; dann ergeben ſich die übrigen Abmeſſungen nach dem aus äuſseren Bedingungen von vornherein feſt ſtehenden h, wie folgt:

$$\delta = \frac{b}{2}\sqrt{\frac{3p}{s\,(2+k)}}; \qquad 14.$$

$$d = h + b\,\frac{6\,[\gamma h\,(2+k) + p\,(1+2k)] + (\gamma_1 - \gamma)\,\delta\,(6+k)\,(2+k)}{\sqrt{432\,sp\,(2+k)} - \gamma\,b\,(2+k)}; \qquad 15.$$

$$H' = H'' = \frac{\delta s}{2} \qquad 16.$$

Das Verdrehungsmoment für den Träger iſt

$$M_t = \frac{s\,\delta^2\,(1+k)}{6} \text{ für die Längeneinheit des Trägers} \qquad 17.$$

Das Gewicht der Längeneinheit einer Kappe iſt (Fig. 181)

$$G = b\left[\frac{\gamma}{3}\,(d + 2h) + (\gamma_1 - \gamma)\,\frac{\delta}{2}\left(1 + \frac{k}{3}\right)\right]. \qquad 18.$$

Ift das Einheitsgewicht der Uebermauerung gleich dem der Kappe, alfo $\gamma = \gamma_1$, fo bleiben die obigen Gleichungen beftehen; nur geht Gleichung 15 über in

$$d_{\gamma=\gamma_1} = h + b \frac{6\,[\gamma h\,(2+k) + p\,(1+2k)]}{\sqrt{432\,sp\,(2+k)} - \gamma b\,(2+k)} \quad \ldots\ldots \quad 19.$$

und Gleichung 18 in (Fig. 181)

$$G_{\gamma=\gamma_1} = \frac{\gamma b\,(d+2h)}{3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 20.$$

Ergiebt fich in beftimmtem Falle nach Gleichung 14 ein δ, welches gröfser ift, als das zunächft angenommene h, fo ift in den weiteren Formeln δ ftatt h einzuführen, und die Kappe erhält im Scheitel keine Uebermauerung.

Es ift fchliefslich zu prüfen, ob für die berechnete Kappe $\frac{d-h}{b}$, d. h. das Pfeilverhältnifs, mit demjenigen übereinftimmt, welches dem zuerft angenommenen k-Werthe nach Gleichung 12 oder 13 zu Grunde liegt. Ift dies nicht der Fall, fo ift die Rechnung mit dem dem berechneten $\frac{d-h}{b}$ nach Gleichung 11 oder 12 entfprechenden k zu wiederholen. Da fich jedoch die Gröfsen δ und d mit erheblichen Abweichungen von k nur langfam ändern, fo wird diefe Berichtigungsrechnung nur felten erforderlich werden.

Beifpiel. In einem Lagerhaufe follen die Kappen zwifchen Eifenträgern fo gewölbt werden, dafs letztere keinen Seitenfchub erhalten. Die Dicke der Decke foll an den fchwächften Stellen, wegen Dichtigkeit gegen Kälte, mindeftens $(h =)$ 18 cm betragen. Die Kappen werden in hartem Backftein mit $\gamma_1 = 0{,}0018$ kg für 1 cbcm und mit Rückficht auf Stöfse $s = 6$ kg für 1 qcm gewölbt, dann mit Schlacken-Beton ($\gamma = 0{,}00123$ kg für 1 cbcm) überftampft; die Trägertheilung ift $(b =)$ 150 cm, die zu tragende Verkehrslaft $(p =)$ 0,12 kg für 1 qcm.

Es ift zunächft bei Backfteinwölbung gleich bleibende Kappenftärke vorauszufetzen und daher nach der Zufammenftellung zu Gleichung 11 bis 14, bei dem angenommenen Pfeilverhältniffe $\frac{d-h}{b} = \frac{1}{20}$, $k = 0{,}02$ einzuführen. Es wird dann nach Gleichung 14

$$\delta = \frac{150}{2}\sqrt{\frac{3 \cdot 0{,}12}{6 \cdot 2{,}02}} = 12{,}92\ \text{cm} = \infty\ 13\ \text{cm},$$

und nach Gleichung 15

$$d = 18 + 150\,\frac{6\,(0{,}00123 \cdot 18 \cdot 2{,}02 + 0{,}12 \cdot 1{,}04) + (0{,}0018 - 0{,}00123) \cdot 12{,}92 \cdot 6{,}02 \cdot 2{,}02}{\sqrt{432 \cdot 6 \cdot 0{,}12 \cdot 2{,}02} - 0{,}00123 \cdot 150 \cdot 2{,}02} = 24{,}72\ \text{cm} = \infty\ 25\ \text{cm};$$

ferner nach Gleichung 16

$$H' = H'' = \frac{12{,}92 \cdot 6}{2} = 37{,}8\ \text{kg für 1 lauf. Centim. Träger,}$$

nach Gleichung 17

$$M_t = \frac{6 \cdot 12{,}92^2 \cdot 1{,}02}{6} = 170\ \text{cmkg für 1 lauf. Centim. Träger,}$$

endlich nach Gleichung 18

$$G = 150\left[\frac{0{,}00123}{3}\,(25 + 2 \cdot 18) + (0{,}0018 - 0{,}00123)\,\frac{13}{2}\left(1 + \frac{0{,}02}{3}\right)\right] = 4{,}31\ \text{kg für 1 lauf. Centim. Träger.}$$

Bei diefen Abmeffungen wird $\frac{d-h}{b} = \frac{25-18}{150} = \frac{1}{21{,}4}$; angenommen war $\frac{1}{20}$. Diefe Abweichung hat auf k einen fo geringen Einflufs, dafs die Berichtigungsrechnung nicht angeftellt zu werden braucht.

Die Stärke ebener Mörtelplatten [126]) mit Drahteinlagen, wie fie in Fig. 182, 183 rechts u. 184 dargeftellt find, kann, wenn man die Spannungsvertheilung in der 92. Fachausfüllung mit *Monier*- und *Rabitz*-Platten.

[126]) Ueber ausgedehnte Belaftungsverfuche mit *Monier*-Platten fiehe: Deutfche Bauz. 1886, S. 297 — ferner: Wayss, G. A. Das Syftem *Monier*. Berlin 1887.

Platte als nach Fig. 185 [127]) vorgehend ansieht, nach den nachfolgenden Regeln bemessen werden. Es bezeichne q die gesammte bleibende und bewegliche Auflast der Platte für die Flächeneinheit, γ das Gewicht der Raumeinheit der Platte selbst, s die zulässige Beanspruchung der Flächeneinheit des Plattenquerschnittes auf Druck (bei Cement-Mörtel der Mischung 1 : 3 etwa 16 kg für 1 qcm), s_e die zulässige Zugbeanspruchung auf die Flächeneinheit des Querschnittes der eingelegten Drähte, δ die Plattendicke, b die Theilung der die Platte tragenden Träger,

Fig. 182.

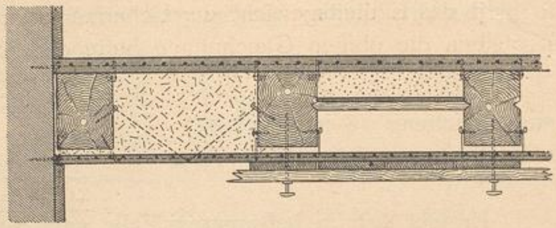


Fig. 183.

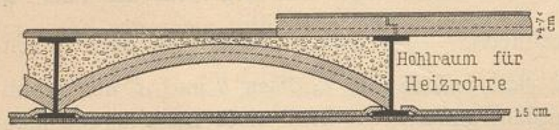
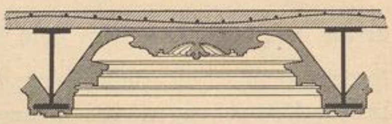


Fig. 184.



d den Durchmesser der eingelegten Drähte, t die Theilung der letzteren (Fig. 185) und a den Abstand der Drahteinlage von der gezogenen Aussenkante der Platte; alsdann mache man

$$\delta = 0{,}3 \left[2a + \frac{\gamma b^2}{s} + \sqrt{\left(2a + \frac{\gamma b^2}{s}\right)^2 + \frac{20q \, . \, b^2}{3s}}\right] \quad . \quad . \quad . \quad 21.$$

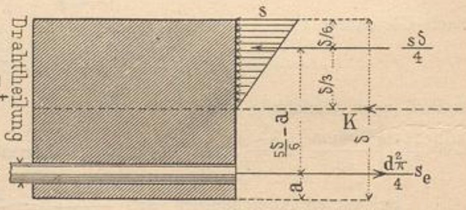
$$d = \sqrt{\frac{t}{\pi} \, \frac{s}{s_e} \, \delta} \quad \text{oder} \quad t = \pi \, \frac{s_e}{s} \, \frac{d^2}{\delta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 22.$$

Wird noch der Abstand a als Theil der Plattendicke fest gelegt, also $a = \frac{\delta}{m}$ gesetzt, so lautet Gleichung 21:

$$\delta = \frac{1{,}5\, m}{5m - 6} \, \frac{\gamma b^2}{s} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{5m-6}{m} \cdot \frac{sq}{\gamma^2 b^2}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad 23.$$

Die Formeln liefern für durchlaufende, über den Trägern nicht gestossene Platten (Fig. 182 u. 184) etwas sicherere Ergebnisse, als für die Platten mit Fugen über den Trägern (Fig. 183 rechts). Man kann daher die zulässigen Beanspruchungen s und s_e für durchlaufende Platten etwas höher annehmen, als für unterbrochene, vorausgesetzt, dass die Drahteinlage nach Fig. 184 geschlängelt ausgebildet ist.

Fig. 185.



Beispiel. Auf einem Trägerroste von ($b =$) 80 cm Theilung, welcher ($q =$) 0,04 kg auf 1 qcm Grundfläche zu tragen hat, soll eine Platte aus Cement-Mörtel (von der Mischung 1 : 5) des Gewichtes ($\gamma =$) 0,002 kg für 1 cbcm und mit der zulässigen Druckbeanspruchung ($s =$) 8 kg für 1 qcm hergestellt werden, in welcher die Drahteinlage um ($a =$) 1 cm von der Unterkante absteht.

---

127) Vergl.: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 462 — ferner eine schärfere Berechnung in: Wochschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 209 u. 224.

Nach Gleichung 21 wird

$$\delta = 0{,}3 \left[2 \cdot 1 + \frac{0{,}002 \cdot 80^2}{8} + \sqrt{\left(2 \cdot 1 + \frac{0{,}002 \cdot 80^2}{8}\right)^2 + \frac{20 \cdot 0{,}04 \cdot 80^2}{3 \cdot 8}}\,\right] = 5{,}6^{\text{cm}}.$$

Wird für den Draht die Beanfpruchung von ($s_e =$) 1000 kg für 1 qcm zugelaffen und follen ($d =$) 0,4 cm ftarke Drähte zur Verwendung kommen, fo ift nach Gleichung 22 die Theilung

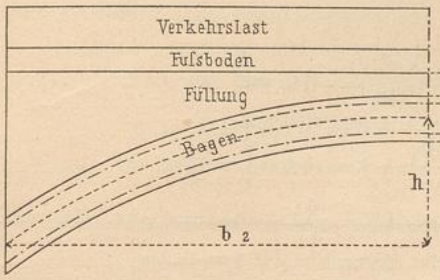
$$t = 3{,}14\,\frac{1000}{8}\,\frac{0{,}4^2}{5{,}6} = 11{,}2^{\text{cm}}$$

weit zu machen. Wäre beftimmt, dafs die Drahteinlage fich um den ($m =$) 5,6-ten Theil der Dicke von der Unterkante befinden foll, fo würde fich nach Gleichung 23 eben fo ergeben haben

$$\delta = 1{,}5\,\frac{5{,}6 \cdot 0{,}002 \cdot 80^2}{(5 \cdot 5{,}6 - 6) \cdot 8}\left[1 + \sqrt{1 + \frac{4\,(5 \cdot 5{,}6 - 6) \cdot 8 \cdot 0{,}04}{3 \cdot 5{,}6 \cdot (0{,}002 \cdot 80)^2}}\,\right] = 5{,}6^{\text{cm}}.$$

Die gebogenen Mörtelplatten für Trägerfache (Fig. 183) erhalten zweckmäfsig zwei Drahteinlagen, da der Sinn der Biegungsmomente für alle Querfchnitte wechfeln kann.

Fig. 186.



Die Aufftellung der Regeln für die Stärkenbemeffung erfolgt mit Bezug auf Fig. 186. Es bedeute s die zuläffige Beanfpruchung des Plattenmörtels auf Druck für die Flächeneinheit des Querfchnittes, s_e diejenige des Drahtes in den Drahteinlagen, p die Nutzlaft für die Flächeneinheit, g das Gewicht eines etwa vorhandenen Fufsbodenbelages für die Flächeneinheit, γ das Gewicht der Raumeinheit der Plattenüberfüllung, γ_1 das Gewicht der Raumeinheit des Plattenmörtels, b die Trägertheilung (Bogenweite), h den Pfeil der Bogenmittellinie, c die Höhe der Bogenüberfüllung im Scheitel, δ die Plattenftärke und $\frac{\delta}{m}$ den Theil der Plattenftärke, welchen die Drahteinlage oben und unten abfchneidet; die Plattenftärke folgt alsdann aus

$$\delta = \frac{1}{\frac{8hs}{b^2} - \gamma_1}\left[\frac{q}{2} + \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 + \frac{3{,}1\, m\, p\, h \left(\frac{8hs}{b^2} - \gamma_1\right)}{5m - 6}}\,\right]; \quad . \quad . \quad 24.$$

darin ift q aus der Erklärungsgleichung:

$$q = \gamma\left(c + \frac{h}{5}\right) + g + 0{,}6\,p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25.$$

zu beftimmen. Der Drahtdurchmeffer d oder die Drahttheilung t der Einlagen folgt aus

$$d = b\sqrt{\frac{m\,t\,p}{8{,}1\,(5m - 6)\,\delta\,s_e}} \quad \text{oder} \quad t = \frac{8{,}1\,(5m - 6)\,\delta\,s_e}{m\,p}\left(\frac{d}{b}\right)^2 \quad . \quad . \quad 26.$$

Der gröfste Schub H', welchen eine voll belaftete Bogenplatte leiftet, ergiebt fich zu

$$H' = \frac{b^2}{8h}\left[\gamma_1\,\delta + \gamma\left(c + \frac{h}{5}\right) + g + p\right], \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 27.$$

und bezeichnet g_1 nach der Erklärungsgleichung

$$g_1 = \gamma_1\,\delta + \gamma\left(c + \frac{h}{5}\right) + g, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 28.$$

ſo ergiebt ſich der gröſste Gegenſchub H'', den eine unbelaſtete Bogenplatte leiſten kann, aus

$$H'' = \frac{s \delta^2 (5m - 6) + 3 m g_1 b^2}{\delta (5m - 6) + 24 m h} \qquad \ldots \ldots \ldots \quad 29.$$

Beiſpiel. Ein mit $(p =)$ $0{,}05$ kg für 1 qcm belaſteter Cement-Eſtrich von 3 cm Dicke wiegt $(g =)$ $0{,}006$ kg für 1 qcm und ruht auf einer Sandfüllung mit $(\gamma =)$ $0{,}0016$ kg Gewicht für 1 cbcm zwiſchen Trägern von $(b =)$ 150 cm Theilung. Die Sandfüllung iſt im Scheitel $(c =)$ 8 cm ſtark; der Pfeil der Bogenplatte beträgt $(h =)$ 15 cm; 1 cbcm der Platte wiegt $(\gamma_1 =)$ $0{,}002$ kg; die Drahteinlagen ſollen aus $(d =)$ $0{,}4$ cm dicken Drähten beſtehen und um $\frac{\delta}{4}$ $(m = 4)$ von den Auſsenflächen entfernt ſein. Die zuläſſige Beanſpruchung des Cement-Mörtels (der Miſchung 1 : 3) auf Druck ſei $(s =)$ 16 kg für 1 qcm, diejenige des Drahtes $(s_e =)$ 1100 kg für 1 qcm. Alsdann iſt nach Gleichung 25

$$q = 0{,}0016 \left(8 + \frac{15}{5}\right) + 0{,}006 + 0{,}6 \cdot 0{,}05 = 0{,}0536 \text{ kg};$$

alſo nach Gleichung 24

$$\delta = \frac{1}{\frac{8 \cdot 15 \cdot 16}{150^2} - 0{,}002} \left[\frac{0{,}0536}{2} + \sqrt{\left(\frac{0{,}0536}{2}\right)^2 + \frac{3{,}1 \cdot 4 \cdot 0{,}05 \cdot 15 \left(\frac{8 \cdot 15 \cdot 16}{150^2} - 0{,}002\right)}{5 \cdot 4 - 6}} \right] = 3{,}2 \text{ cm}.$$

Ferner iſt nach Gleichung 26 die Drahttheilung

$$t = \frac{8{,}1 \cdot (5 \cdot 4 - 6) \cdot 3{,}2 \cdot 1100}{4 \cdot 0{,}05} \left(\frac{0{,}4}{150}\right)^2 = 14{,}2 \text{ cm}.$$

Der gröſste Schub der vollen Kappe auf 1 cm Länge wird nach Gleichung 27

$$H' = \frac{150^2}{8 \cdot 15} \left[0{,}002 \cdot 3{,}2 + 0{,}0016 \left(8 + \frac{15}{5}\right) + 0{,}006 + 0{,}05 \right] = 15 \text{ kg}.$$

Nach Gleichung 28 wird $g_1 = 0{,}002 \cdot 3{,}2 + 0{,}0016 \left(8 + \frac{15}{5}\right) + 0{,}006 = 0{,}03$ kg, alſo nach Gleichung 29 der gröſstmögliche Gegenſchub der unbelaſteten Bogenplatte auf 1 cm Länge

$$H'' = \frac{16 \cdot 3{,}2^2 (5 \cdot 4 - 6) + 3 \cdot 4 \cdot 0{,}03 \cdot 150^2}{3{,}2 (5 \cdot 4 - 6) + 24 \cdot 4 \cdot 15} = 7 \text{ kg}.$$

93. Fachausfüllung mit Tonnenblechen.

Sind die Balkenfache mit Tonnenblechen ausgefüllt (Fig. 187 u. 188), ſo iſt der wagrechte Zug, welcher ſich in einem Bleche der vollen Belaſtung q, des Pfeiles f (Fig. 188) und der Weite (Trägertheilung) b entwickelt, $H' = \frac{q b^2}{8 f}$, während der Gegenzug des nur mit der Eigenlaſt g für die Einheit belaſteten Nachbarbleches $H'' = \frac{g b^2}{8 F}$ beträgt. Nach H' könnte man nun das Blech der Dicke nach bemeſſen; jedoch ergeben ſich ſo ſelbſt bei flachen Pfeilen zu geringe Stärken. Die Bleche wurden früher mindeſtens

Fig. 187.

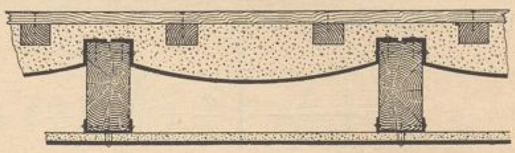
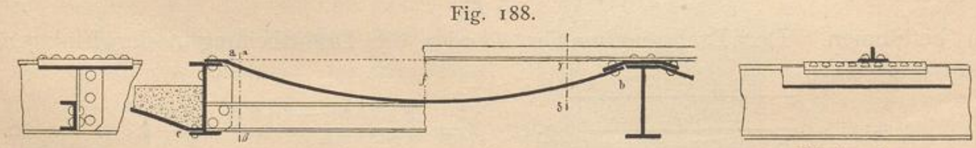


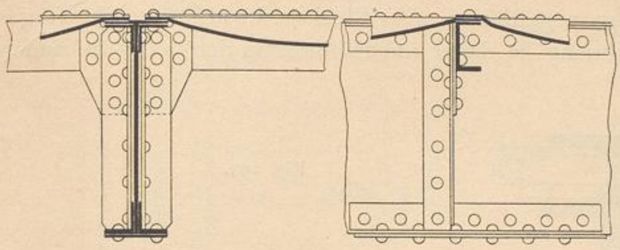
Fig. 188.



Schnitt $\alpha\beta$. Schnitt $\gamma\delta$.

8 mm ſtark gemacht; nachdem durch die Verzinkung ein guter Schutz gegen Roſten geſchaffen iſt, geht man bis zu 4 mm herunter. Die übrigen Abmeſſungen der Bleche ſind ziemlich beliebig; jedoch geht man in der Gröſse der einzelnen Bleche nicht gern über 4 qm hinaus; ſchmale und dünne Bleche ſind erheblich kleiner. Werden die Bleche, was in der Regel geſchieht, mit Beton überſtampft, ſo kann man deſſen Druckfeſtigkeit zum Ausgleiche des wagrechten Zuges der Platte ausnutzen, ſo daſs

Fig. 189.



ein solcher nie von einem Trägerfache auf das benachbarte übertragen wird.

Die Vernietung erfolgt nach den in Theil III, Band 1 (Abth. I, Abschn. 3, Kap. 2) dieses »Handbuches« gegebenen Regeln, und zwar ist der Nietberechnung für die Längeneinheit des Bleches bei der Befestigung nach Fig. 188 bei a die Kraft H', bei Befestigung nach Fig. 188 bei b die Kraft $\sqrt{H'^2 + \frac{q^2 b^2}{4}}$ zu Grunde zu legen.

Wenn die Balkenfache mit Buckelplatten überdeckt sind (siehe Fig. 189), so sind für die Stärkenabmessungen letzterer einfache Berechnungen wenig zuverlässig; man bestimmt ihre Tragfähigkeit am sichersten nach den Versuchsergebnissen, welche in der nachfolgenden Zusammenstellung angeführt sind. Die Randvernietung kann schwächer sein, als bei den Tonnenblechen. 94. Fachausfüllung mit Buckelplatten.

Buckel-Platten von der Dillinger Hütte zu Dillingen a. d. Saar.

L = Länge, B = Breite der Platte, b = Breite des geraden Randes, h = Pfeil des Buckels (in Millim.), G das Gewicht (in Kilogr.).

Nr.	B	L	b	h	G = Gewicht für 1 Stück bei einer Blechstärke von								
					6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10 mm
1	1490	1490	78	130	104	112,5	121,5	130	139	147,5	156,5	165,5	173,5
2	1140	1140	40	85	61	66	71	76	81	86	91	96	101
3	1098	1098	40	75	56,5	61	66	70,5	76	81	85	90	94
4	1098	1098	78	78	56,5	61	66	70,5	76	81	85	90	94
5	1000	1000	60	72	47	51	54,5	58,5	62,5	66,5	70,5	74	78
6	750	750	60	45	26,5	28,5	30,5	33	35	37	39,5	41,5	44
7	500	500	60	27	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
8	1630	1270	80	130	96,5	105	113	121,5	129,5	137,5	145,5	153,5	161,5
9	1100	770	55	80	39,5	43	46	49,5	53	56,5	59,5	63	76
10	1265	1265	80	100	75	81	87,5	94	100	106,5	112,5	118,5	124,5
	Millim.				Kilogr.								

Bezeichnet P die zulässige gleichförmig vertheilte Belastung von Buckelplatten von 0,9 bis 1,0 m frei tragender Länge für 1 qm, G das Gewicht für 1 qm und d die Blechdicke, so ergeben sich die folgenden Zahlenbeziehungen:

d	G	P	d	G	P
2	14,8	560	5,0	38,6	3400
2,5	19,0	730	6,0	46,8	4900
3,0	23,2	1160	7,0	55,0	6300
4,0	31,0	2000	8,0	63,2	7700
Millim.	Kilogr.		Millim.	Kilogr.	

Preis der Buckelplatten etwa 280 Mark für 1000 kg einschl. Verlegen.

95.
Fachausfüllung mit Wellblech.

Das Wellblech überdeckt ſchmale Räume ohne Träger (Fig. 190); über breiteren werden die Tafeln auf allen Trägern geſtoſsen. Das Blech wirkt alſo ſtets als Träger auf zwei Stützen, und die Berechnung iſt daher mit Hilfe der in den neben ſtehenden Tabellen angegebenen Widerſtandsmomente $\left(W = \frac{\mathfrak{J}}{e}\right.$[128]$\left.\right)$ leicht durchzuführen. Die gebräuchlichen Abmeſſungen der Blechtafeln gehen aus den Bemerkungen zu den Tabellen hervor.

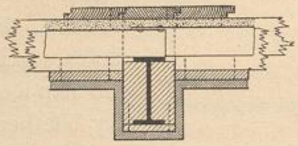
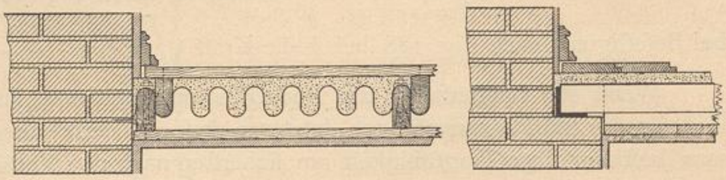


Fig. 190.



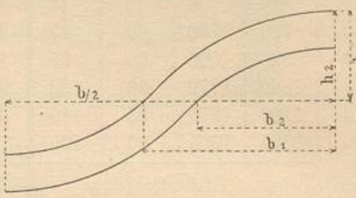
Da, wo das Widerſtandsmoment einer Blechſorte nur für $d = 1^{\mathrm{mm}}$ angegeben iſt, erhält man die Widerſtandsmomente anderer Blechſtärken durch Veränderung der angegebenen Momentenzahl nach dem Verhältniſſe der Blechſtärke.

Die Längen der Tafeln werden in der Regel bis $4{,}0^{\mathrm{m}}$ und die Breiten bis $1{,}0^{\mathrm{m}}$ geliefert.

Die Tabellen zeigen, daſs die Widerſtandsmomente, welche gröſser als 92 ſind, lediglich in Trägerwellblechen (ſiehe S. 106) erreicht werden und daſs man alſo in einem ſolchen Falle zur Verwendung dieſer gezwungen iſt.

In Fällen, wo das erforderliche Widerſtandsmoment kleiner als 90 iſt, ſind vergleichende Rechnungen zwiſchen beiden Arten zu empfehlen, da das flache Wellblech bei kleinerem Widerſtandsmoment zugleich erheblich geringeres Gewicht hat, und daher unter Umſtänden das leichtere Ergebniſs liefern kann.

Fig. 191.



Für beliebige flach gewellte Bleche ergiebt ſich das Trägheitsmoment für die wagrechte Mittelaxe und eine Wellenbreite b nach der Formel (Fig. 191)

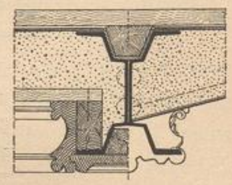
$$\mathfrak{J} = \frac{64}{105}\left(b_1 h_1^{\,3} - b_2 h_2^{\,3}\right), \quad . \quad . \quad . \quad 30.$$

für welche die Maſse b_1, b_2, h_1 und h_2 durch Auftragen einer Viertelwelle in groſsem Maſsſtabe oder auch durch Berechnung leicht zu ermitteln ſind.

96.
Fachausfüllung mit Wellblechbogen.

Werden die Balkenfache mit Wellblechbogen oder ſog. bombirtem Wellblech ausgefüllt (ſiehe Fig. 192 rechts u. Fig. 193), ſo ſind die Abmeſſungen, Gewichte und Widerſtandsmomente der Wellbleche den Tabellen auf S. 106 zu entnehmen.

Fig. 192.



Es bezeichne mit Bezug auf Fig. 194: b die Bogenweite (Trägertheilung), h den Pfeil der Bogenmittellinie, g das Ge-

128) Siehe Theil I, Band 1, zweite Hälfte (Art. 299, S. 263; 2. Aufl. Art. 89, S. 66) dieſes »Handbuches«.

α) Flache Wellbleche.

Dillinger Hütte zu Dillingen a. d. Saar.

h	b	d	B	L	G	W	Freitragende Länge (in Met.) 1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
							gleichf. verth. Belastung				
45	150	2,0	1,05	3,0	18,5	19	1140	507	285	182	127
75	230	3,0	0,92	3,0	29	52	3120	1387	780	499	347
75	230	3,5	0,92	3,0	34	60	3600	1600	900	576	400
75	230	4,0	0,92	3,0	39	67	4020	1787	1005	643	447
75	230	4,5	0,92	3,0	44	73	4380	1947	1095	701	487
75	230	5,0	0,92	3,0	49	80	4800	2133	1200	768	533
75	230	5,5	0,92	3,0	54	86	5160	2293	1290	826	573
75	230	6,0	0,92	3,0	59	92	5520	2453	1380	883	613
Millim.			Met.		Kg.		Kilogr.				

Preis des Wellbleches, einschl. Verlegen, etwa 290 Mark für 1000 kg.

Hein, Lehmann & Co. zu Berlin.

In den Dicken von 1 bis 26 der deutschen Lehre.

Nr.	h	b	G für 1 qm bei 1 mm Stärke	W bei 1 m Breite und 1 mm Stärke
2½/10	25	100	9,4	7,5
3/10	30	100	9,8	9,5
3½/10	35	100	10,4	12
4/10	40	100	11,1	14
4½/10	45	100	11,5	16
2½/10	25	150	8,5	7
3/15	30	150	8,8	8,5
3½/15	35	150	9,1	10
4/15	40	150	9,4	12
4½/15	45	150	9,8	14
5/15	50	150	10,2	16
	Millim.		Kilogr.	

Jacob Hilgers zu Rheinbrohl.

Nr. der deutschen Blechlehre	d	G für 1 qm gedeckte Fläche, einschl. Ueberdeckungen: Profil I. b = 120 mm h = 25 »	Profil II. b = 135 mm h = 30 »	Profil III. b = 150 mm h = 40 »	Profil IV. b = 150 mm h = 45 »	Profil V. b = 76 mm h = 25 »
15	1,50	14,6	14,8	15,7	16,6	16,4
16	1,33	13,4	13,6	14,5	15,2	15,0
17	1,25	12,2	12,3	13,1	13,8	13,6
18	1,13	11,0	11,1	11,9	12,4	12,3
19	1,00	9,8	9,9	10,5	11,0	10,9
20	0,88	8,5	8,6	9,2	9,7	9,6
21	0,75	7,3	7,4	7,9	8,3	8,2
	Millim.	Kilogr.				

L. Fr. Buderus, Germania bei Neuwied.

Nr.	h	b	d	G für 1 mm Dicke	L bis
Z	12	40	0,5—0,875	11	3,1
X	25	75	0,6—1,0	10,1	»
A	27	85	0,8—1,5	9,5	»
B	29	122	0,8—1,75	8,8	»
C	35	137	0,8—1,75	9,1	»
D	40	150	0,8—2	9,2	»
E	75	230	3—5	9,9	»
	Millim.			Kilogr.	Met.

Breest & Co. zu Berlin.

L bis 4 m.

Nr.	b	h	d	G	B	Nr.	b	h	d	G	B
A	200	80	4	68	0,45	C	180	60	2	30	0,55
»	»	»	3	51	»	»	»	»	1,5	22,5	»
»	»	»	2	32	»	»	»	»	1	15	»
»	»	»	1	16	»	D	180	50	1	13	0,60
B	180	70	2	32	0,55	E	150	45	1	9	0,60
»	180	70	1,5	24	»	F	90	25	1	10	0,75
»	»	»	1	16	»						
	Millim.			Kilogr.	Met.		Millim.			Kilogr.	Met.

b Breite, *h* Höhe einer Welle, *d* Dicke des Bleches (in Millim.); *B* und *L* Breite und Länge (in Met.), bis zu welcher die Bleche geliefert werden; *G* Gewicht (in Kilogr.) für 1 qm; *W* Widerstandsmoment (bezogen auf Centim.) für 1 m Breite; größte Beanspruchung des Eisens 750 kg für 1 qcm. (In einigen Tabellen ist *W* für die Breite *b* einer Welle angegeben, was im Kopf der betreffenden Tabelle besonders bemerkt ist.)

β) Trägerwellbleche.

Hein, Lehmann & Co. zu Berlin.

Nr.	*h*	*b*	*G* für 1 qm bei 1 mm Stärke ca.	*W* für 1 m Breite bei 1 mm Stärke	Nr.	*h*	*b*	*d*	*G* für 1 qm bei 1 mm Stärke	*W* für 1 m Breite = 10 Wellen bei 1 mm Stärke
1	15	40	10,7	5,1	5a	50	100	1—2	12,5	17
2	20	40	12,6	7,6	6	60	100	1—2	14,1	25,2
3	15	50	9,8	4,7	7	70	100	1—3	15,7	33
4	25	50	12,6	9,8	8	80	100	1—5	17,3	40,5
5	30	60	12,6	11,7	9	90	100	1—5	18,9	48,4
	Millim.		Kilogr.		10	100	100	2—5	20,5	56,5
					11	110	100	2—5	22,1	68
						Millim.			Kilogr.	

L. Fr. Buderus, Germania b. Neuwied.

Nr.	*h*	*b*	*d*	*G* für 1 qm bei 1 mm Stärke	*W* für 1 mm Stärke und die Breite *b*
0	45	90	1-1½	12	1,550
I	50	90	»	13	1,835
II	55	90	»	14	2,105
III	60	90	»	15	2,440
VII	60	100	1—3	14,25	2,617
VIII	65	100	»	15	2,980
IX	70	100	2—3	15,8	3,330
X	75	100	»	16,6	3,600
XI	80	100	»	17,5	4,050
XVI	80	120	2—5	14,64	4,461
XVII	90	120	»	16,55	5,385
XVIII	100	120	»	17,50	6,383
	Millim.			Kilogr.	

Jacob Hilgers zu Rheinbrohl.

Nr. der deutschen Blechlehre	*d*	Gewicht für 1 qm ohne Ueberdeckung						
		Profil O. *b* = 90 mm *h* = 45 »	Profil A. *b* = 90 mm *h* = 50 »	Profil B. *b* = 90 mm *h* = 60 »	Profil C. *b* = 90 mm *h* = 70 »	Profil D. *b* = 100 mm *h* = 80 »	Profil E. *b* = 100 mm *h* = 90 «	Profil F. *b* = 100 mm *h* = 100 »
5	4	48	52	60	68	72	76	84
9	3	36	39	45	51	54	57	63
16	2	24	26	30	34	36	38	42
19	1	12	13	15	17	18	19	21
	Millim.	Kilogr.						

A. Kammerich & Co. zu Berlin.

Nr.	*h*	*b*	*d*	*G*	*W* für 1 m Breite	Nr.	*h*	*b*	*d*	*G*	*W* für 1 m Breite
1	10	20	0,5	6	1,850	19	80	100	1	17	40,500
2	15	30	1	12	5,533	20	80	100	1,5	25,5	60,400
3	20	30	1	13,5	8,800	21	80	100	2	34	80,000
4	25	40	1	13,8	10,700	22	80	100	2,5	42,5	99,600
5	30	40	1	15	14,350	23	80	100	3	51	118,600
6	45	90	1	12	17,267	24	80	100	4	68	156,500
7	45	90	1,5	18	25,633	25	90	100	2	37	96,800
8	45	90	2	24	33,844	26	90	100	2,5	46	120,630
9	50	90	1	13	20,389	27	90	100	3	55,5	144,040
10	50	90	1,5	19,5	30,355	28	90	100	4	74	190,200
11	50	90	2	26	40,089	29	100	100	2	40	115,220
12	60	90	1	15	27,166	30	100	100	3	60	171,000
13	60	90	1,5	22,5	40,533	31	100	100	4	80	225,800
14	60	90	2	30	53,610	32	100	100	5	100	279,800
15	70	90	1	16	34,777	33	100	130	2	33	98,338
16	70	90	1,5	24	51,888	34	100	130	3	49,5	146,169
17	70	90	2	32	68,722	35	100	130	4	66	193,161
18	70	90	2,5	40	85,366	36	100	130	5	82,5	239,400
	Millim.			kg			Millim.			kg	

L. Bernhard & Co. zu Berlin.

Nr.	*h*	*b*	*d*	*G*	*W* für 1 m Breite	Nr.	*h*	*b*	*d*	*G*	*W* für 1 m Breite
1	20	30	1	13,4	7,800	17	100	120	2	33	98,208
2	30	44	1	13,9	12,181	18	101	120	3	50	146,550
3	50	90	1	12,5	19,355	19	102	120	4	67	194,258
4	50,5	90	1,5	18,7	28,989	20	103	120	5	84	241,600
5	60	90	1	14	25,966	21	120	140	3	50	176,986
6	60,5	90	1,5	21,1	39,289	22	121	140	4	63	235,393
7	61	90	2	28,4	51,333	23	122	140	5	84,7	292,985
8	70	90	1	15,6	33,344	24	123	140	6	102,5	350,085
9	71	90	2	31,6	66,111	25	150	160	3	54,2	237,569
10	72	90	3	48	98,378	26	151	160	4	72,6	315,556
11	80	100	1	16	39,070	27	152	160	5	91,2	393,075
12	81	100	2	32,4	77,410	28	153	160	6	109	470,000
13	82	100	3	49	114,910	29	200	200	3	57,4	338,440
14	90	100	2	35	92,210	30	201	200	4	77	443,215
15	91	100	3	53	137,110	31	202	200	5	96,5	554,935
16	92	100	4	71	182,400	32	203	200	6	116,3	664,045
	Millim.			kg			Millim.			kg	

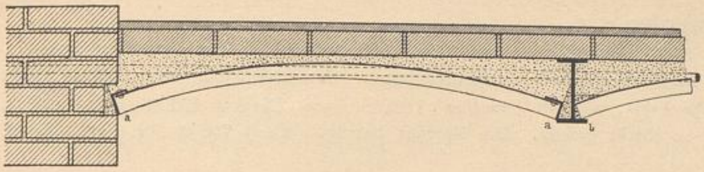
Pfeiffer & Druckenmüller zu Berlin.

Nr.	*h*	*b*	*d*	*G*	*W* für 1 m Breite	Nr.	*h*	*b*	*d*	*G*	*W* für 1 m Breite
DE 8	70	90	2	32	68,000	*E* 4	60	90	1	15	26,600
» 6	70	90	1,5	24	51,100	*F* 4	50	90	1	13	21,000
» 4	70	90	1	16	34,300	*G* 4	45	90	1	12	17,000
E 8	60	90	2	30	53,000	» 3	45	90	0,75	9-10	12,750
» 6	60	90	1,5	23	36,900						
1	50	100	1	12	17,000	18	80	100	3	52	120,000
2	60	100	1	14	25,200	19	90	100	3	55	144,000
3	70	100	1	16	33,000	20	120	100	2	47	152,500
4	60	100	1½	21	37,800	21	80	100	4	71	160,000
5	80	100	1	17	40,000	22	100	100	3	61	169,200
6	90	100	1	18	48,000	23	90	100	4	76	182,000
7	60	100	2	29	50,400	24	140	100	2	52	199,600
8	70	100	1½	23,5	50,500	25	80	100	5	90	200,000
9	100	100	1	20	56,400	26	100	100	4	81	225,600
10	80	100	1½	25,5	60,000	27	120	100	3	70	228,800
11	70	100	2	31	67,000	28	90	100	5	96	230,000
12	90	100	1½	28	72,000	29	100	100	5	101	282,000
13	80	100	2	35	80,000	30	140	100	3	78	299,400
14	100	100	1½	30	84,600	31	120	100	4	94	305,000
15	90	100	2	38	96,000	32	120	100	5	118	381,000
16	70	100	3	48	101,100	33	140	100	4	106	399,200
17	100	100	2	40	112,800	34	140	100	5	133	499,000
	Millim.			kg			Millim.			kg	

Breest & Co. zu Berlin.

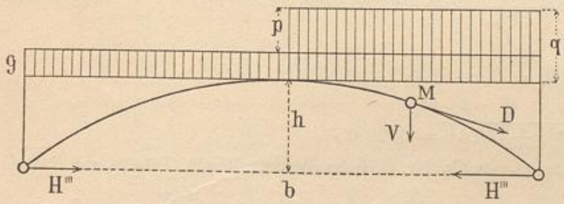
Nr.	*h*	*b*	*d*	*G*	*W* für 1 m Breite	Nr.	*h*	*b*	*d*	*G*	*W* für 1 m Breite
1	100	130	4	66	244,00	2	80	110	1	16	40,14
»	100	130	3	49	183,00	3	70	90	2	34	60,68
»	100	130	2	33	122,00	»	70	90	1,5	25,5	45,49
1a	100	100	3	61	169,20	»	70	90	1	17	30,30
»	100	100	2	40	112,80	4	60	90	2	30	47,71
1b	90	100	2	37	96,80	»	60	90	1,5	22,5	35,67
»	90	100	1,5	27,5	73,00	»	60	90	1	15	23,61
2	80	110	4	63	160,56	5	50	90	1	13	17,61
»	80	110	3	47	120,42	6	45	90	1	12	14,87
»	80	110	2	32	80,32	7	30	90	1	15,5	6,02
»	80	110	1,5	24	60,26	8	20	90	1	14,5	2,74
	Millim.			kg			Millim.			kg	

Fig. 193.



wicht des Bleches, der Ueberfüllung und des Fuſsbodens für die Flächeneinheit, p die Nutzlaſt für die Flächeneinheit, $q = p + g$ die Geſammtlaſt für die Flächeneinheit, M das ungünſtigſte Biegungsmoment bei einſeitiger Belaſtung, H' den wagrechten Bogenſchub bei voller Belaſtung, H'' den gröſstmöglichen Gegenſchub des unbelaſteten Bogens, H''' den von der ungünſtigſten einſeitigen Belaſtung erzeugten Bogenſchub, V die lothrechte Scherkraft im Querſchnitte des gröſsten Biegungsmomentes bei ungünſtigſter einſeitiger Belaſtung, D den winkelrechten Druck auf den Querſchnitt des gröſsten Biegungsmomentes bei ungünſtigſter einſeitiger Belaſtung und s die zuläſſige gröſste Beanſpruchung auf 1 qcm des Blechquerſchnittes. Alsdann iſt

Fig. 194.



$$H' = \frac{q b^2}{8 h}; \qquad 31.$$

$$M = 0{,}01615\, p b^2; \qquad 32.$$

$$H''' = \frac{(g + 0{,}6\, p)\, b^2}{8 h}; \qquad 33.$$

$$V = (0{,}2676\, g + 0{,}16\, p)\, b; \qquad 34.$$

$$D = \sqrt{H'''^2 + V^2}; \qquad 35.$$

$$H'' = \frac{s + \frac{g b^2}{8} \cdot \frac{e}{\mathcal{J}}}{\frac{1}{F} + h \frac{e}{\mathcal{J}}}. \qquad 36.$$

In dieſen Gleichungen bedeutet F den Querſchnitt des Bleches und $\frac{\mathcal{J}}{e} = W$ das Widerſtandsmoment des Querſchnittes, welche aus den Tabellen auf S. 105 u. 106 zu entnehmen oder aus Gleichung 30 durch Diviſion von $\mathcal{J}$ mit der halben Blechhöhe zu berechnen iſt.

Die gröſste im Bleche vorkommende Beanſpruchung iſt

$$\sigma_1 = \frac{M e}{\mathcal{J}} + \frac{D}{F} \text{ (Druck)} \qquad 37.$$

$$\sigma_2 = \frac{M e}{\mathcal{J}} - \frac{D}{F} \text{ (Zug)} \qquad 38.$$

Wird der Wellblechbogen, wie zu empfehlen, mit magerem Beton überſtampft, ſo kann man als Gegenſchub des unbelaſteten Bogens die Summe der Werthe annehmen, welche ſich aus Gleichung 5 u. 36 für die vorliegenden Maſse und zuläſſigen Beanſpruchungen ergeben; jedoch darf ſelbſtverſtändlich auch hier der Gegenſchub des unbelasteten Bogens höchstens gleich dem Schube H' (Gleichung 31) des belasteten Bogens gesetzt werden.

Beispiel. Ein ($b =$) 3,0 m weiter Bogen von ($h =$) 0,25 m Pfeil ist mit magerem Backstein-Beton durchschnittlich 0,23 m hoch überschüttet und trägt 0,025 m Cement-Estrich. Der erstere wiegt 1600 kg, der letztere 2500 kg für 1 cbm; also ist $g = 0{,}23 \cdot 1600 + 0{,}025 \cdot 2500 = 431$ kg, und mit dem Gewichte des Bleches wird $g = 450$ kg gesetzt. Die Nutzlast beträgt ($p =$) 700 kg für 1 qm. Es ist dann nach Gleichung 31

$$H' = \frac{(700 + 450)\, 3^2}{8 \cdot 0{,}25} = 5175 \text{ kg};$$

nach Gleichung 32

$$M = 0{,}01615 \cdot 700 \cdot 3^2 = 101{,}75 \text{ mkg};$$

ferner nach Gleichung 33

$$H''' = \frac{(450 + 0{,}6 \cdot 700)\, 3^2}{8 \cdot 0{,}25} = 3915 \text{ kg};$$

weiter nach Gleichung 34

$$V = (0{,}2676 \cdot 450 + 0{,}16 \cdot 700)\, 3 = 696 \text{ kg};$$

endlich nach Gleichung 35

$$D = \sqrt{696^2 + 3915^2} = 3976 \text{ kg}.$$

Wird nun Trägerwellblech von *Hein, Lehmann & Co.* Nr. 6 (siehe die betreffende Tabelle auf S. 106) untersucht, so ist für dieses bei 1 mm Stärke für Meter als Einheit $\frac{J}{e} = W = \frac{25{,}2}{100 \cdot 100 \cdot 100} = 0{,}0000252$. Der Querschnitt für 1 m Breite ergiebt sich bei dem Eisengewichte von 7800 kg für 1 cbm aus dem Blechgewichte von 14,1 kg für 1 qm mit $\frac{14{,}1}{7800} = 0{,}0018$ qm.

Nach Gleichung 37 ist demnach der gröfste Druck

$$\sigma_1 = \frac{101{,}75}{0{,}0000252} + \frac{3976}{0{,}0018} = 6247200 \text{ kg auf 1 qm},$$

und nach Gleichung 38 der gröfste Zug

$$\sigma_2 = \frac{101{,}75}{0{,}0000252} - \frac{3976}{0{,}0018} = 1828200 \text{ kg auf 1 qm}.$$

Wegen der starken Spannungsschwankung in einer und derselben Faser ist das Blech trotz der niedrigen Beanspruchung nicht als zu stark zu bezeichnen. Der gröfstmögliche Gegenschub des Blechbogens ist nach Gleichung 36

$$H'' = \frac{7000000 + \frac{450 \cdot 3^2}{8 \cdot 0{,}0000252}}{\frac{1}{0{,}0018} + \frac{0{,}25}{0{,}0000252}} = 2490 \text{ kg für 1 m Länge}.$$

97. Fachausfüllung mit Belageisen.

Sollen die Balkenfache mit Belageisen ausgefüllt werden (Fig. 195), so werden letztere zweckmäfsig auf allen Trägern gestofsen, damit aus der Continuität nicht Ueberlastungen einzelner Träger entstehen. Will man jedoch die Vortheile der Continuität für die Belageisen ausnutzen, so mufs man die Träger den vergröfserten Auflagerdrücken des continuirlichen Belageisens entsprechend bemessen. In der Regel ist es also nur nöthig, das Gewicht der Ueberfüllung genau zu ermitteln und nach diesem, so wie der Nutzlast die Belageisen als Träger auf zwei Stützen zu berechnen. Für die Zwecke des Hochbaues wird es in fast allen Fällen genügen, zur Deckung der Zwischenräume zwischen den Belageisen quer oder höchstens lang gelegte Flachziegel zu verwenden. Sicherer ist die Ausfüllung mit Beton, wobei man jedoch zum Einbringen kleiner Schalungen zwischen den Belageisen bedarf.

Fig. 195.