Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

b) Sprengwerke

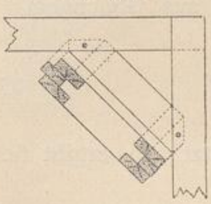
urn:nbn:de:hbz:466:1-78727

Der Druck S wird unter übrigens gleichen Umftänden am kleinften, wenn $\sin 2\alpha = 1$, alfo wenn das Winkelband unter einem Winkel $\alpha = 45$ Grad angebracht wird. Wirkt die Laft P unmittelbar am Kopfe des Winkelbandes, fo wird $a = s \cos \alpha$ und, wenn diefer Wert in Gleichung 68 u. 69 eingeführt wird, der Längsdruck und der wagrechte Zug bezw.

$$S = \frac{P}{\sin \alpha} \quad \text{und} \quad H = \frac{P}{\operatorname{tg} \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 70.$$

Wenn nunmehr mit β die gröfsere, mit δ die kleinere Querfchnittsabmeffung eines an den Enden eingezapften, etwas drehbaren Winkelbandes (Fig. 338), mit E die Elaftizitätsziffer und mit C fein Sicherheitskoeffizient, der bei Holz etwa zu $\frac{1}{10}$ anzunehmen ift, bezeichnet wird, fo ift der Widerftand eines auf feitliches Ausbiegen (Knicken) beanfpruchten Winkelbandes

Fig. 338.



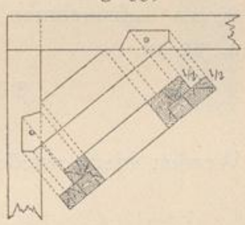
$$W = \frac{C \pi^2 E}{12} \cdot \frac{\beta \delta^3}{s^2} \quad . \quad . \quad 71.$$

Durch Gleichfetzen der Werte 68 und 71 erhält man die Gleichung

$$\beta \delta^3 = \frac{24 s a}{C \pi^2 E \sin 2\alpha} P, \quad . \quad 72.$$

woraus eine der erforderlichen Abmeffungen β oder δ ermittelt werden kann.

Fig. 339.



Wird das Winkelband an den Enden durch Anblattung feftgehalten (Fig. 339), fo ift in Gleichung 72: $4\pi^2$ ftatt π^2 zu fetzen, mithin eine jener beiden Abmeffungen aus der Gleichung

$$\beta \delta^3 = \frac{6 s a}{C \pi^2 E \sin 2\alpha} P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 73.$$

zu ermitteln. Werden hierin $C = \frac{1}{10}$, $\pi = 3{,}14$ und $E = 120\,000$ gefetzt, fo ergibt fich

$$\beta \delta^3 = 0{,}00005 \, \frac{s a}{\sin 2\alpha} P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 74.$$

Gleich grofse Gefahr gegen feitliches Ausbiegen in der Richtung beider Querfchnittsabmeffungen des Winkelbandes entfteht, wenn $\beta = \delta$, in welchem Falle in den beiden letzten Gleichungen δ^4 ftatt $\beta \delta^3$ zu fetzen ift, alfo nur δ zu beftimmen bleibt.

Das eingezapfte Winkelband (Fig. 338) wird oben mit einem Schrägzapfen, 169. Konftruktion.
der zuerft eingefetzt wird, unten mit einem fog. Jagdzapfen verfehen, welcher unten nach einem Kreisbogen abgerundet ift und mit dem Hammer eingetrieben oder »eingejagt« wird. Zuletzt erfolgt die Befeftigung mit je zwei Holznägeln.

Das angeblattete Winkelband (Fig. 339) erhält zwei fchräge Blätter, welche feine halbe Stärke zur Dicke haben, im übrigen nur fchräge Stöfse. Die Schrägblätter verhindern hierbei eine Vergröfserung, die Stöfse eine Verkleinerung der beiden Winkel, welche der wagrechte Balken und der lotrechte Pfoften mit dem Winkelband einfchliefsen.

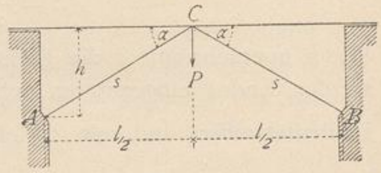
b) Sprengwerke.

Ift ein an beiden Enden frei aufliegender Balken zu fchwach, um die ihm zufallende Laft zu tragen, und wird er deshalb an einer, an zwei oder an mehreren Stellen durch Streben unterftützt, fo entfteht das einfache (Fig. 341), das zweifache (Fig. 354 u. 356) und das mehrfache Sprengwerk.

170. Einfaches Sprengwerk. Wirkt in der Mitte des wagrechten Balkens von der Länge l die Laſt P, ſo hat jede Strebe von der Länge s hiervon die Hälfte zu übertragen, und es ergibt ſich mit Bezug auf die Bezeichnungen in Fig. 340 der längs der Strebe wirkende Druck

$$S = \frac{P}{2} \cdot \frac{s}{2} = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2\,h \cos\alpha}, \quad . \quad . \quad 75.$$

Fig. 340.



welcher ſich in den am Fuſse der Strebe wirkenden lotrechten Druck $\frac{P}{2}$ und den wagrechten Druck

$$H = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2\,h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 76.$$

zerlegt, welche beiden letzteren Drücke von lotrechten Pfoſten oder von Widerlagern aufzunehmen ſind. Die Stärke der Streben ergibt ſich aus Gleichung 75 u. 71 zu

$$\beta\,\delta^3 = \frac{6}{C \pi^2 E} \cdot \frac{s^3}{h} P = \frac{3}{4\,C \pi^2 E} \cdot \frac{l^3}{h \cos^3 \alpha} P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 77.$$

Werden hierin wieder $C = \frac{1}{10}$, $\pi = 3{,}14$ und $E = 120\,000$ geſetzt, ſo ergibt ſich

$$\beta\,\delta^3 = 0{,}0000063\ \frac{l^3}{h \cos^3 \alpha} P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 78.$$

Dieſer Querſchnitt wird, wie beim Winkelverband, zum Minimum, wenn derſelbe unter übrigens gleichen Umſtänden quadratiſch angenommen und wenn jede Strebe unter einem Winkel $\alpha = 45$ Grad geneigt wird.

Bezeichnen p und q bezw. die Eigengewichts- und die gröſste Nutzbelaſtung der Längeneinheit des durchgehenden wagrechten Balkens, ſo iſt ſeine Geſamtbelaſtung $G = (p + q)\ l$, wovon je $\frac{3}{16}\ G = \frac{3}{16}\ (p + q)\ l$ auf die Mauerſchwellen übertragen werden, während der Reſt die gröſste Belaſtung $P = \frac{10}{16}\ G = \frac{10}{16}\ (p + q)\ l$ der Streben darſtellt.

Die Verbindung der Streben mit dem Balken geſchieht entweder durch ſtumpfen Stoſs und ſchräge Verzapfung mit dem Balken (Fig. 341) oder mittels eines Unterzuges, in welchen die Streben ebenfalls mittels kurzer Zapfen eingreifen (Fig. 342), oder mittels eines guſseiſernen Schuhes (Fig. 343), welcher durch Bolzen mit dem Balken verbunden und mit Stehplatte nebſt Wangenſtücken verſehen iſt, um die Köpfe der Streben gegen das Ineinanderpreſſen und gegen ein ſeitliches Ausweichen zu ſchützen.

Die Verbindung der Streben mit den Widerlagern geſchieht in verſchiedener Weiſe. Beſtehen die Widerlager aus Mauerwerk, ſo wird die Strebe entweder unmittelbar in das Mauerwerk eingeſetzt (Fig. 344) oder mittels eines guſseiſernen Schuhes (Fig. 345 u. 349) unterſtützt, welcher Waſſerabfluſs und Luftzutritt geſtattet, alſo die Trockenheit und Dauer der Strebe befördert. Beſteht das Mauerwerk aus Quadern oder wird es mit Quadern verblendet, ſo läſst man den Fuſs der Strebe in einen beſonderen, nicht zu kleinen Quader ein (Fig. 346); beſteht dagegen das Mauerwerk aus kleinen Bruchſteinen oder Ziegeln, ſo legt man eine beſondere hölzerne Schwelle ein, welche den Druck der Strebe auf eine gröſsere Mauerfläche verteilt (Fig. 347).

Fig. 341.

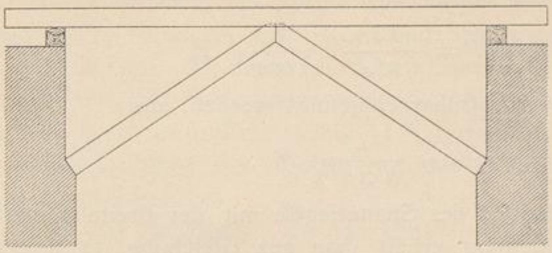


Fig. 342.

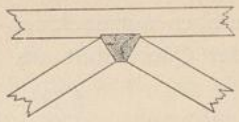


Fig. 343.

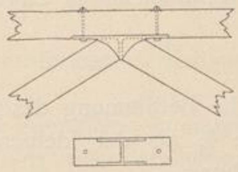


Fig. 344.

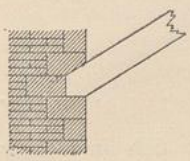


Fig. 345.

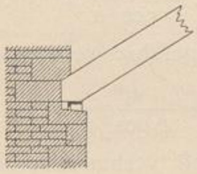


Fig. 346.

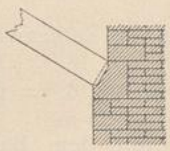


Fig. 347.

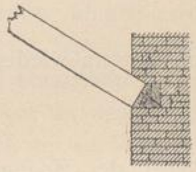


Fig. 348.

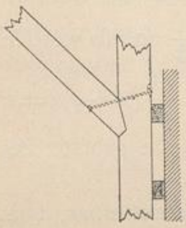


Fig. 349.

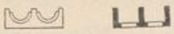


Fig. 350.

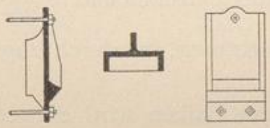


Fig. 351.

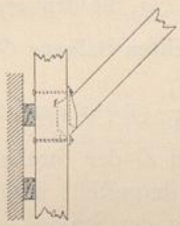
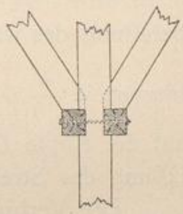


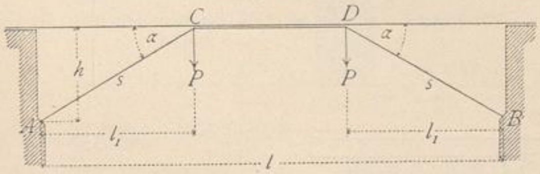
Fig. 352.



Stemmen ſich die Streben gegen hölzerne Pfoſten, ſo werden ſie mit den letzteren entweder durch Verſatzungen und Schrauben (Fig. 348) oder durch guſs-eiſerne Schuhe (Fig. 351), welche in Fig. 350 beſonders dargeſtellt ſind, oder durch Gurthölzer (Fig. 352) verbunden, welche mit den Pfoſten verſchraubt werden.

171.
Zweifaches
Sprengwerk.

Fig. 353.



Wirken in den Punkten C und D des ſog. doppelten Sprengwerkes (Fig. 353), mit den Abſtänden l_1 von den Stützen A und B, die Laſten P und ſind dieſe von den Streben $A\,C$ und $B\,D$ zu unterſtützen, ſo erfährt jede Strebe von der Länge $s = \sqrt{l_1^2 + h^2} = \frac{l_1}{\cos\alpha}$ den Längsdruck

$$S = P\frac{s}{h} = P\frac{l_1}{h\cos\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 79.$$

Dieſer ſcheidet am Kopfe und Fuſse jeder Strebe als wagrechte Seitenkraft den Druck

$$H = P\frac{l_1}{h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 80.$$

aus, welcher oben vom Balken oder von einem beſonderen Spannriegel, unten vom Widerlager aufzunehmen iſt. Durch Verbindung von Gleichung 71 u. 79 ergibt ſich der Querſchnitt aus

$$\beta\,\delta^3 = \frac{12}{C\pi^2 E} \cdot \frac{s^3}{h} P = \frac{12}{C\pi^2 E} \cdot \frac{l_1^{\,3}}{h \cos^3 \alpha} P \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 81.$$

und, wenn dieſelben Zahlenwerte wie früher eingeführt werden, aus

$$\beta\,\delta^3 = 0{,}0000126 \; \frac{l_1^{\,3}}{h \cos^3 \alpha} P \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 82.$$

Für die Beſtimmung des Querſchnittes des Spannriegels mit der Breite β_1 und der Dicke δ_1 als der kleineren Abmeſſung erhält man aus Gleichung 71 u. 80 die Gleichung

$$\beta_1\,\delta_1^{\,3} = \frac{12}{C\pi^2 E} \cdot \frac{l_1^{\,3}}{h \cos^2 \alpha} P \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 83.$$

und, wenn wieder dieſelben Zahlenwerte eingeführt werden,

$$\beta_1\,\delta_1^{\,3} = 0{,}0000126 \; \frac{l_1^{\,3}}{h \cos^2 \alpha} P \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 84.$$

Wird der Spannriegel mit dem Balken feſt verbunden, ſo läſst ſich in obiger Gleichung $4\pi^2$ ſtatt π^2 ſetzen, und man erhält den Zahlenkoeffizienten 0,0000031.

Behalten p und q die frühere Bedeutung, ſo ergibt ſich wieder die Geſamtbelaſtung des wagrechten Balkens $G = (p + q)\,l$. Nimmt man $l_1 = \frac{l}{3}$ an, ſo werden hiervon je $\frac{4}{30}\,G = \frac{4}{30}\,(p+q)\,l$ auf die Mauerſchwellen und je $\frac{11}{30}\,G = \frac{11}{30}\,(p+q)\,l = P$ auf die Köpfe C und D der Streben übertragen, wodurch zugleich die gröſste Belaſtung der Streben dargeſtellt wird.

Die Verbindung der Streben mit dem Balken wird entweder unmittelbar, teils mittels Verſatzung und Schrauben (Fig. 355), teils mittels guſseiſerner Schuhe

Fig. 354.

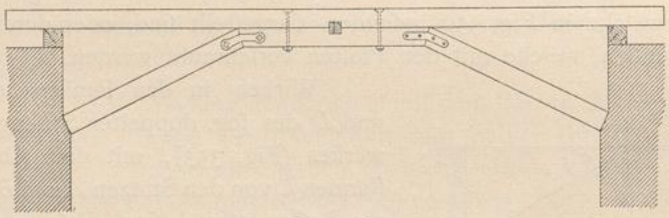


Fig. 355.

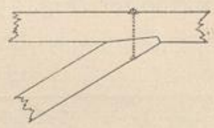


Fig. 356.

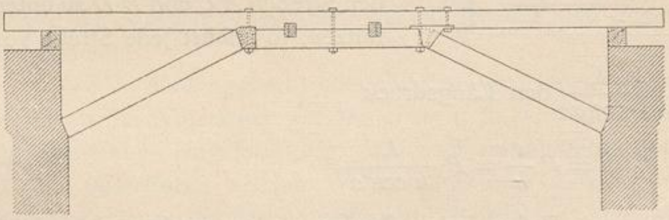
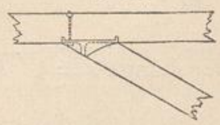


Fig. 357.

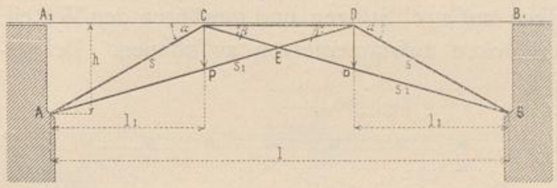


(Fig. 357), oder mittelbar bewirkt, indem man zwiſchen die Streben einen Spannriegel (Fig. 354 u. 356) einſchaltet. Die Streben werden mit dieſem Spannriegel entweder durch ſtumpfen Stoſs nebſt ſchmiedeeiſernen Winkelbändern (Fig. 354) oder mittels eines Unterzuges (Fig. 356 links) oder mittels eines gufseifernen Schuhes (Fig. 356 rechts) verbunden. In den Unterzug, welcher an den Balken gefchraubt wird, werden Streben und Spannriegel mittels kurzer Zapfen eingefetzt, während der gufseiferne Schuh an den Balken und Spannriegel gefchraubt wird, im übrigen aber ähnlich wie der beim einfachen Sprengwerk befchriebene angeordnet ift. Damit Balken und Spannriegel möglichft zufammenwirken, werden beide mittels Dübel und Schrauben (Fig. 354 u. 356) verbunden.

Die Verbindung der Streben mit den Widerlagern entfpricht derjenigen des einfachen Sprengwerkes.

Wenn die Belaftungen an den Punkten C und D des doppelten Sprengwerkes verfchieden find, fo wirken diefelben auf eine Verfchiebung des Paralleltrapezes $ACDB$. In diefem Falle ift das vom Verfaffer konftruierte »verfteifte doppelte Sprengwerk« (Fig. 359 u. 360) vorzuziehen, bei welchem die Balken an den Punkten C und D durch je zwei Streben, wovon die längeren fich kreuzen, unterftützt werden.

Fig. 358.



Bezeichnen P und Q die bezw. in den Punkten C und D (Fig. 358) wirkenden verfchiedenen Belaftungen, fo ift mit Bezug auf die Bezeichnungen in diefer Abbildung die Achfenfpannung in der Strebe AC

$$S = -P \frac{\cos\beta}{\sin(\alpha+\beta)} = -P \frac{(l-l_1)s}{hl}, \quad \ldots \ldots \quad 85.$$

in der Strebe CB

$$S_2 = -P \frac{\cos\alpha}{\sin(\alpha+\beta)} = -P \frac{l_1 s_1}{hl}, \quad \ldots \ldots \quad 86.$$

in der Strebe BD

$$S = -Q \frac{\cos\beta}{\sin(\alpha+\beta)} = -Q \frac{(l-l_1)s}{hl} \quad \ldots \ldots \quad 87.$$

und in der Strebe AD

$$S_1 = -Q \frac{\cos\alpha}{\sin(\alpha+\beta)} = -Q \frac{l_1 s_1}{hl} \quad \ldots \ldots \quad 88.$$

Im Stützpunkt A ift der lotrechte Druck

$$V = \frac{P\sin\alpha \,.\, \cos\beta + Q\cos\alpha \,.\, \sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{P(l-l_1)+Ql_1}{l} \quad \ldots \quad 89.$$

und der wagrechte Druck

$$H = P + Q \frac{\cos\alpha \,.\, \cos\beta}{\sin(\alpha+\beta)} = (P+Q)\frac{l_1(l-l_1)}{hl} \quad \ldots \ldots \quad 90.$$

Hieraus folgt der Schrägdruck

$$R = \sqrt{V^2+H^2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 91.$$

und fein Neigungsverhältnis

$$tg\gamma = \frac{V}{H} = \frac{\sin(\alpha+\beta)}{2\cos\alpha \,.\, \cos\beta} = \frac{h}{l_1} \cdot \frac{P(l-l_1)+Ql_1}{(P+Q)l} \quad \ldots \ldots \quad 92.$$

In konftruktiver Beziehung ift zu bemerken, dafs die längeren Streben an ihrem Kreuzungspunkte derart halb zu überblatten und zu verbolzen find, dafs die Achfenſpannung ſich in jeder derſelben ungehindert fortpflanzen kann, ohne in der anderen Biegungsſpannungen zu erzeugen. Da eine ſeitliche Ausbiegung dieſer Streben bei ſolcher Verbindungsweiſe nicht eintreten kann, ſo iſt der bei der Verblattung übrigbleibende Teil des Querſchnittes einer Strebe nur ſo ſtark zu nehmen, daſs er den gröſsten Achſendruck mit Sicherheit aufnehmen kann. Die Balken $A_1 B_1$ ſind in den Punkten C und D zu ſtoſsen und durch lotrechte Schlitzzapfen mit wagrechten Bolzen zu verbinden, um welchen letzteren ihre Enden eine kleine Drehung in der lotrechten Ebene ausführen können. Die drei Teile $A_1 C$, CD und $D B_1$ dieſer Balken wirken daher je als Balken auf zwei Stützen und gewähren den Vorteil, die Hauptbalken aus kürzeren Balkenſtücken zuſammenſetzen zu können. Bei geringeren Spannweiten genügt die Anordnung in Fig. 359; bei gröſseren Spannweiten empfiehlt ſich die Anordnung von Hängezangen zur Verſteifung der Streben in Fig. 360. Beide Anordnungen eignen ſich beſonders auch zur künſtleriſchen Ausbildung weitgeſpannter Decken mit ſichtbarer Holzkonſtruktion.

Fig. 359.

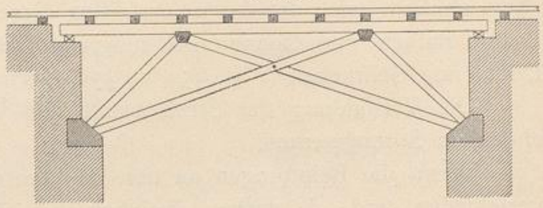
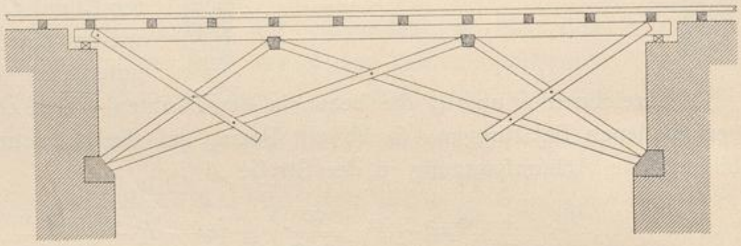


Fig. 360.



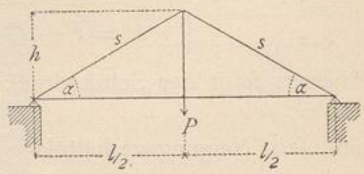
Die Verbindungen der Streben mit den Unterzügen bei C und D ſind denjenigen der einfachen Sprengwerke, die Unterſtützungen der Streben bei A und B durch Mauerbalken denjenigen der einfachen und doppelten Sprengwerke ähnlich anzuordnen.

c) Hängewerke.

172. Einfaches Hängewerk.

Iſt ein an beiden Enden frei aufruhender Balken zu ſchwach, um die ihm zufallende Laſt zu tragen, und wird er deshalb an einer, an zwei oder mehreren Stellen durch Hängeſäulen und Streben unterſtützt, ſo entſteht das einfache (Fig. 363 u. 366), das zweifache (Fig. 375) und das mehrfache Hängewerk. Das Hängewerk iſt ſomit als ein Sprengwerk mit einer, zwei oder mehreren Hängeſäulen anzuſehen.

Fig. 361.



Der Grundgedanke des einfachen Hängewerkes oder des ſog. **einfachen Hängebockes** wird durch Fig. 361 veranſchaulicht.

Wirkt in der Mitte des wagrechten Balkens die Laſt P, ſo iſt dieſelbe durch die Hängeſäule auf die beiden Streben zu übertragen, mithin ihre parallel zur Achſe wirkende Zugſpannung

$$V = P, \qquad \qquad 93.$$