laſtung der übrigen Zonen iſt auf die Ringſpannung ohne Einfluſs. Wir können demnach auch ſagen, daſs die gröſste Ringſpannung in allen Ringen bei mobiler Belaſtung des ganzen Daches ſtattfindet.

Im Mauerring findet der gröſste Zug durch mobile Belaſtung bei totaler Belaſtung ſtatt, und es iſt derſelbe

$$R_r^{p\,max} = \frac{(P_1 + P_2 \ldots + P_{r-1}) \operatorname{cotg} \alpha}{2\, n \sin \frac{\pi}{n}} \quad \ldots\ldots \quad 344.$$

Druck findet in demſelben nicht ſtatt.

δ) Spannungen in den Diagonalen. Für dieſelbe Belaſtungsart, welche bei den Kuppeln zu Grunde gelegt iſt, ergiebt ſich die Spannungsdifferenz in zwei benachbarten Sparren, zwiſchen denen die Belaſtungsgrenze liegt, zu

$$\Delta = \frac{\sum_1^m (P + G)}{n \sin \alpha} - \frac{\sum_1^m (G)}{n \sin \alpha} = \frac{\sum_1^m (P)}{n \sin \alpha}$$

und die Spannung in der Diagonalen, welche dieſelbe übertragen ſoll, höchſtens zu

$$Y = \frac{\sum_1^m (P)}{n \sin \alpha \cos \gamma},$$

wenn γ der Winkel zwiſchen der Diagonalen und dem Sparren iſt. Demnach wird

$$Y_1 \leqq \frac{P_1}{n \sin \alpha \cos \gamma_1};$$

$$Y_2 \leqq \frac{P_1 + P_2}{n \sin \alpha \cos \gamma_2} \text{ etc.} \quad . \quad 345.$$

Fig. 326.

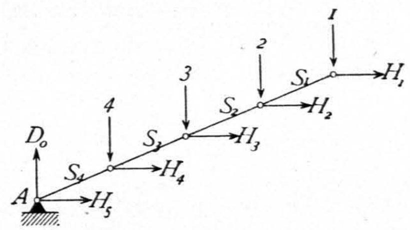
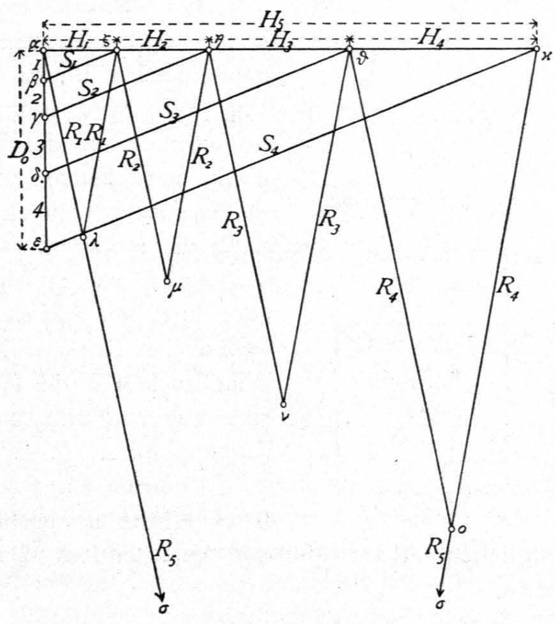


Fig. 327.



Um die Stabſpannungen auf geometriſchem Wege (Fig. 326 und 327) zu ermitteln, ſeien die Belaſtungen der einzelnen Knotenpunkte *1*, *2*, *3*, *4*; alsdann ergiebt ſich leicht, wenn $\alpha\beta = 1$, $\beta\gamma = 2$, $\gamma\delta = 3$, $\delta\varepsilon = 4$ gemacht wird, $\beta\zeta = S_1$, $\zeta\alpha = H_1$, $\gamma\eta = S_2$, $\eta\zeta = H_2$, $\delta\vartheta = S_3$, $\vartheta\eta = H_3$, $\varepsilon\varkappa = S_4$, $\varkappa\vartheta = H_4$; ferner $\varepsilon\alpha = D_0$, $\alpha\varkappa = H_5$, $\zeta\lambda = \lambda\alpha = R_1$, $\eta\mu = \mu\zeta = R_2$, $\vartheta\nu = \nu\eta = R_3$, $\varkappa o = o\vartheta = R_4$ und $= \alpha\sigma = \sigma\varkappa = R_5$ (= Mauerringſpannung). — 460. Graphiſche Ermittelung der Stabſpannungen.

Je nachdem nun die Kräfte *1*, *2*, *3*, *4* die Eigengewichte oder die mobilen Laſten bedeuten, erhält man die durch die eine oder andere Belaſtung erzeugten Spannungen. Die Spannungen in den Diagonalen ſind leicht zu conſtruiren.

c) Steile Zeltdächer (Thurmdächer).

Als verticale Belaſtung iſt hier nur das Eigengewicht einzuführen. Eine Belaſtung durch Schnee findet nicht ſtatt, weil wegen der groſsen Steilheit des Daches der Schnee nicht liegen bleibt. Dieſe verticale Belaſtung erzeugt, da die Conſtruction genau ſo, wie bei den flachen Zeltdächern, aus Sparren und Ringen zuſammengeſetzt wird, Spannungen, welche genau, wie dort gezeigt wurde, zu berechnen ſind. Auf dieſe Berechnung ſoll deſshalb hier nicht weiter eingegangen werden. Dagegen ſpielt der Winddruck hier eine groſse Rolle, und es ſollen die durch dieſen erzeugten Spannungen berechnet werden. Wir werden zunächſt die Berechnung für ein vierſeitiges Pyramidendach zeigen, für welches eine genaue Berechnung möglich iſt.

1) Vierſeitiges Pyramidendach.

461. Belaſtung.

Der Winddruck auf eine Pyramidenſeite iſt am gröſsten, wenn die Windrichtung im Grundriſs normal zu der betreffenden Rechteckſeite ſteht. Alsdann iſt der Winddruck pro 1qm ſchräger Dachfläche (Fig. 328 und 329) nach Gleichung 273. $\nu = 120 \sin^2 (\alpha + 10^0)$; die vom Winde getroffene ſchräge Dachfläche iſt

$$F = \frac{a \lambda}{2} = \frac{a h}{2 \sin \alpha},$$

Fig. 328.

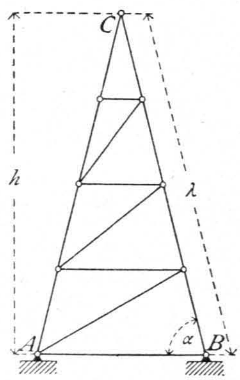


Fig. 329.

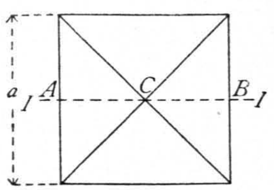
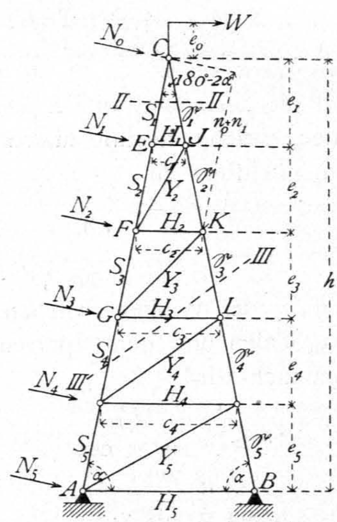


Fig. 330.

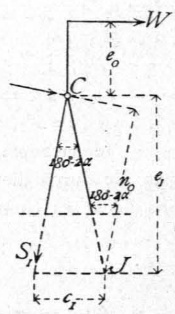


mithin der Geſammtdruck gegen eine Pyramidenſeite

$$N = \frac{a h \nu}{2 \sin \alpha} \quad . \quad 346.$$

Wir denken uns nun in der Symmetrieebene II einen ideellen Binder ACB (Fig. 330) und beſtimmen die darin durch den Winddruck entſtehenden Spannungen; wir nehmen vorläufig die Horizontalen und Diagonalen, wie in Fig. 330 gezeichnet, an. Auf ein oben befindliches Kreuz wirke ein Winddruck W in der Höhe e_0 über dem Firſtpunkt C; auſserdem wirken in den Knotenpunkten C, E, F, G ... die Kräfte N_0, N_1, N_2, N_3 .... normal zur Dachfläche; die Gröſse dieſer Kräfte iſt leicht aus den auf die bezüglichen Knotenpunkte entfallenden Dachflächen zu ermitteln.

Fig. 331.



462. Berechnung d. Spannungen im ideellen Binder.

α) Berechnung der Spannungen im ideellen Binder. Um die Sparrenſpannung S_1 (Fig. 330) an der Windſeite zu erhalten, lege man einen beliebigen Schnitt durch CE, etwa nach $II\,II$, und betrachte das Fragment oberhalb des Schnittes. Wählt man $\mathfrak{J}$ als Momentenpunkt, ſo heiſst die Gleichung der ſtatiſchen Momente (Fig. 331):

$$0 = S_1 c_1 \sin \alpha - W(e_0 + e_1) - N_0 n_0.$$

Nun iſt $\overline{C\mathfrak{J}} = \frac{e_1}{\sin \alpha}$ und $\cos (180 - 2\alpha) = \frac{n_0}{\overline{C\mathfrak{J}}} = -\cos 2\alpha$, daher

$n_0 = -\overline{C\mathfrak{J}}\cos 2\alpha = -\frac{e_1}{\sin\alpha}(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha) = \frac{e_1(\sin^2\alpha - \cos^2\alpha)}{\sin\alpha}$. Man erhält hiernach

$$S_1 = \frac{W(e_0 + e_1)}{c_1 \sin\alpha} + \frac{N_0 e_1 (\sin^2\alpha - \cos^2\alpha)}{c_1 \sin^2\alpha}.$$

Für irgend einen Sparren FG iſt K der conjugirte Punkt, und es ergiebt ſich S_3 aus der Momentengleichung

$$0 = S_3 c_2 \sin\alpha - W(e_0 + e_1 + e_2) - N_0(n_0 + n_1) - N_1 n_1 + N_2 c_2 \cos\alpha,$$

$$S_3 = \frac{1}{c_2 \sin\alpha}\left[W(e_0 + e_1 + e_2) + N_0(n_0 + n_1) + N_1 n_1 - N_2 c_2 \cos\alpha\right],$$

$$S_3 = \frac{1}{c_2 \sin\alpha}\left[W(e_0 + e_1 + e_2) + N_0(n_0 + n_1) + N_1 n_1\right] - N_2 \operatorname{cotg}\alpha.$$

Für irgend einen Sparren KL auf der Unterwindſeite iſt G der conjugirte Punkt und

$$0 = \mathfrak{S}_3 c_3 \sin\alpha + W(e_0 + e_1 + e_2 + e_3) + \frac{N_0(e_1 + e_2 + e_3)}{\sin\alpha} + \frac{N_1(e_2 + e_3)}{\sin\alpha} + \frac{N_2 e_3}{\sin\alpha},$$

woraus

$$\mathfrak{S}_3 = -\frac{1}{c_3 \sin\alpha}\left[W(e_0 + e_1 + e_2 + e_3) + \frac{N_0(e_1 + e_2 + e_3) + N_1(e_2 + e_3) + N_2 e_3}{\sin\alpha}\right].$$

Eben ſo ergeben ſich leicht alle Sparrenſpannungen, ſowohl auf der Windſeite, wie auf der Unterwindſeite.

Die Sparren auf der Windſeite werden gezogen, diejenigen auf der Unterwindſeite werden gedrückt.

Die Spannungen in den Horizontalen und Diagonalen werden gleichfalls mittels der Momentenmethode ermittelt. Um die Spannung H_3 in GL zu finden, ſchneide man ſchräg nach *III III*; alsdann iſt C der conjugirte Punkt, und die Momentengleichung für C heiſst

$$0 = H_3(e_1 + e_2 + e_3) - W e_0 + \frac{N_1 e_1}{\sin\alpha} + \frac{N_2(e_1 + e_2)}{\sin\alpha} + \frac{N_3(e_1 + e_2 + e_3)}{\sin\alpha},$$

woraus

$$H_3 = -\frac{N_1 e_1 + N_2(e_1 + e_2) + N_3(e_1 + e_2 + e_3)}{(e_1 + e_2 + e_3)\sin\alpha} + \frac{W e_0}{e_1 + e_2 + e_3}.$$

Die Spannung Y_3 endlich in der Diagonalen GK wird, da für GK wiederum C der conjugirte Punkt iſt, durch die Momentengleichung für C gefunden. Dieſelbe heiſst, wenn y_3 der Hebelsarm von Y_3 für den Momentenpunkt C iſt,

$$0 = Y_3 y_3 + W e_0 - \frac{N_1 e_1}{\sin\alpha} - \frac{N_2(e_1 + e_2)}{\sin\alpha},$$

woraus

$$Y_3 = \frac{1}{y_3}\,\frac{N_1 e_1 + N_2(e_1 + e_2)}{\sin\alpha} - \frac{W e_0}{y_3}.$$

Ob die Diagonalen und Horizontalen Druck oder Zug erhalten, hängt von der Gröſse des Momentes $W e_0$ weſentlich ab. Iſt $W = 0$, ſo werden bei der gezeichneten Richtung der Diagonalen die Horizontalen gedrückt, die Diagonalen gezogen. Bei der entgegengeſetzten Windrichtung findet entgegengeſetzte Beanſpruchung ſtatt.

463. Graphiſche Ermittelung d. Spannungen im ideellen Binder.

β) Graphiſche Ermittelung der Spannungen im ideellen Binder. Wird zunächſt von der Kraft W abgeſehen, ſo ergiebt ſich ohne Schwierigkeit der in Fig. 332 gezeichnete Kräfteplan, worin alle Stabſpannungen, welche durch Winddruck erzeugt werden, enthalten ſind.

Fig. 332.

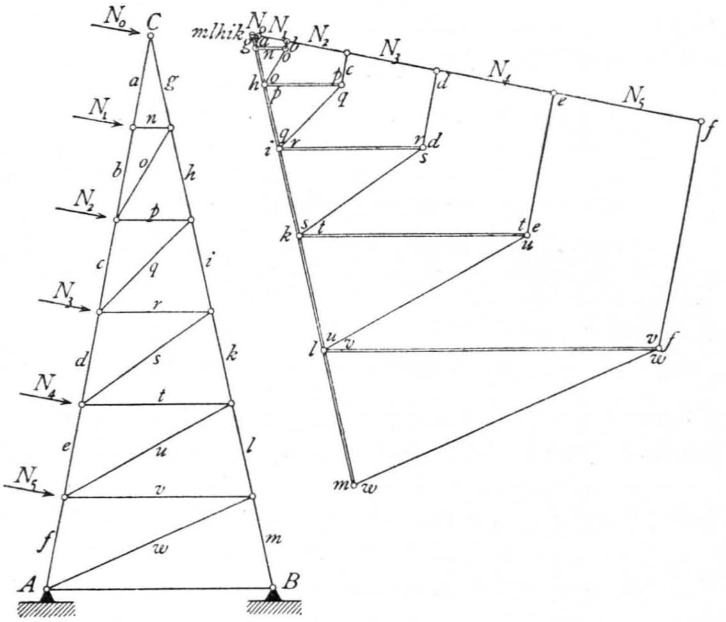
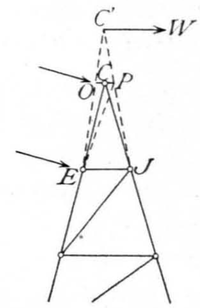


Fig. 333.



Falls noch ein Winddruck W vorhanden iſt, ſo empfiehlt es ſich, für die graphiſche Beſtimmung der Spannungen ſtatt der wirklich vorhandenen Stäbe EC und JC zwei Stäbe EC' und JC' einzuführen, wobei C' der Schnittpunkt der Kraft W mit der Mittelverticalen Fig. 333 iſt; die Ermittelung kann dann für den Thurm mit der Spitze $E\,O\,C'\,P\,J$ nach der *Cremona*'ſchen Methode erfolgen. Die Spannungen in EC und JC können mit geringem Fehler denjenigen, welche ſich für EO und PJ ergeben haben, gleich geſetzt werden.

464. Wirkliche Stabſpannungen.

γ) Reduction der Spannungen im ideellen Binder auf die wirklichen Stabſpannungen. Die bisher berechneten Spannungen finden im ideellen Binder ACB (Fig. 334) ſtatt. Jede Spannung in einem Stabe des ideellen Binders wird nun durch zwei Stabſpannungen der beiden wirklichen Binder geleiſtet, deren Ebenen mit derjenigen des ideellen Binders den Winkel $(90 - \alpha)$ einſchlieſsen.

Fig. 334.

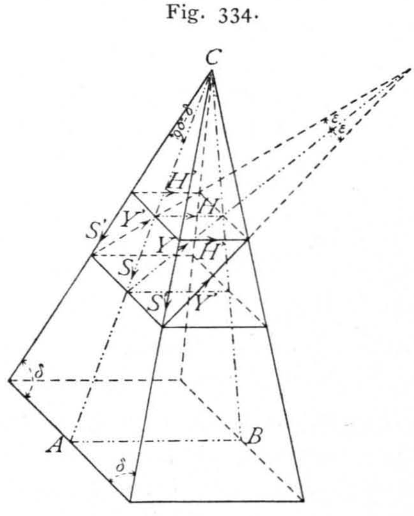
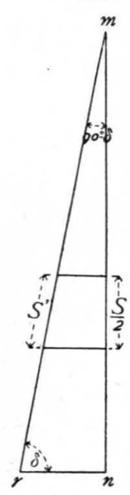


Fig. 335.



Die Spannung S in irgend einem Sparren des ideellen Binders wird durch zwei Spannungen S' erſetzt; demnach iſt

$$S = 2\,S' \cos(90 - \delta) = 2\,S' \sin\delta,$$

woraus

$$S' = \frac{S}{2 \sin\delta}\,; \qquad 346_a.$$

eben fo
$$\mathfrak{S}' = \frac{\mathfrak{S}}{2 \sin \delta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 347.$$

Ferner wird
$$H = 2\,H', \quad \text{woraus} \quad H' = \frac{H}{2}; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 348.$$

$$Y = 2\,Y' \cos \varepsilon, \quad \text{woraus} \quad Y' = \frac{Y}{2 \cos \varepsilon} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 349.$$

Auch auf conftructivem Wege ift die Reduction leicht durchzuführen. Man conftruire (Fig. 335) den Winkel $(90 - \delta)$, bezw. ε, was keine Schwierigkeiten macht. Ift $\sphericalangle\, r\, m\, n = 90 - \delta$, fo ift $\overline{m\, r} = \frac{\overline{m\, n}}{\sin \delta}$. Man trage demnach die Werthe für $\frac{S}{2}$ und $\frac{\mathfrak{S}}{2}$ auf der Linie $m\, n$ ab, projicire diefe Abfchnitte auf $m\, r$; alsdann erhält man in den Projectionen die gefuchten wirklichen Sparrenfpannungen. Eben fo ift die Divifion durch $\cos \varepsilon$ vorzunehmen.

Wenn einfache Diagonalen angeordnet werden, fo erhält jede derfelben event. Zug und Druck; will man nur gezogene Diagonalen haben, fo find Gegendiagonalen einzuführen, worüber nach Früherem (fiehe Art. 390, S. 355) nichts hinzugefügt zu werden braucht.

2) Achtfeitiges Pyramidendach.

Wir nehmen hier die Windrichtung, der einfachen Rechnung halber, horizontal an und berechnen aus demfelben Grunde den Winddruck fo, als wenn die Seitenflächen vertical ftänden. Der dabei gemachte Fehler ift gering. Wenn die Windrichtung im Grundrifs normal zu der Seite $m\, n$ (Fig. 336) angenommen wird, die Seitenlänge des regulären Achteckes an der Unterkante der Pyramide mit a, die Höhe der Pyramide mit h und der Druck pro Flächeneinheit mit p bezeichnet wird, fo ift der Druck gegen die Fläche F demnach 465. Belaftung.

$$W = \frac{p\, a\, h}{2} \quad . \quad 350.$$

Der Winddruck auf die Fläche F_1 ergiebt fich unter obigen vereinfachenden Annahmen folgender Mafsen. Auf 1^{qm} der normal getroffenen Fläche $m\, n$ (Fig. 337) und deren Verlängerungen kommt ein Winddruck p; einem Quadrat-Meter diefer Fläche entfpricht aber $\frac{1}{\cos \gamma}{}^{\mathrm{qm}}$ der (immer vertical gedachten) Fläche $n\, o$; auf 1^{qm} der letzteren kommt alfo

Fig. 336.

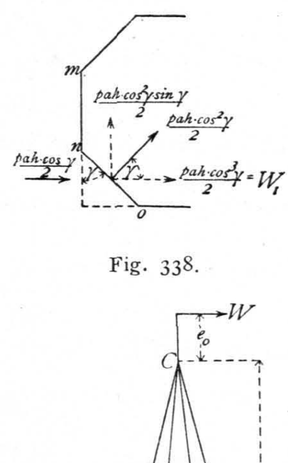


Fig. 337.

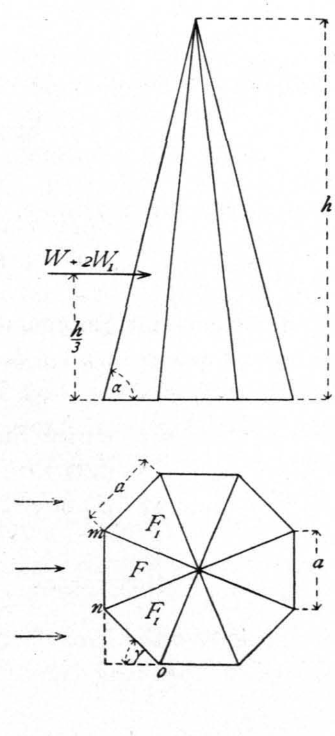
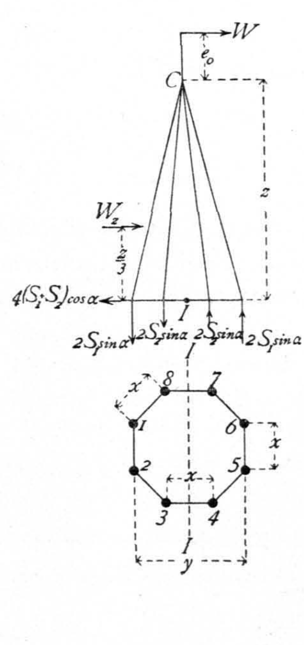


Fig. 338.



ein Winddruck $\frac{p}{\frac{1}{\cos\gamma}} = p\cos\gamma$, mithin auf die ganze Fläche F_1 der Winddruck $\frac{p\cos\gamma\, a\, h}{2}$. Von diefem Winddruck kommt nur die normal zur Fläche ftehende Componente zur Geltung, d. h. $\frac{p\cos\gamma\, a\, h}{2}\cos\gamma = \frac{p\, a\, h}{2}\cos^2\gamma$.

Diefe Componente zerlegt fich nun in eine Seitenkraft, welche diefelbe Richtung hat, wie W, und in eine normal hierzu ftehende. Die erftere ift

$$W_1 = \frac{p\, a\, h\cos^3\gamma}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 351.$$

Ein genau gleicher Winddruck wirkt (Fig. 337) auf die andere Fläche F_1; mithin ift der gefammte Winddruck auf die Pyramide

$$W + 2\, W_1 = \frac{p\, a\, h}{2}(1 + 2\cos^3 45^0) = \frac{p\, a\, h}{2}\left(1 + \frac{2\cos 45^0}{2}\right) = 0{,}854\, p\, a\, h\, . \quad 352.$$

Der Angriffspunkt diefer Kraft liegt in der Höhe $\frac{h}{3}$ über der Basis der Pyramide.

Für irgend einen Pyramidentheil (Fig. 338) der Höhe z erhält man, wenn die Seite des Achteckes, welches für diefen Theil die Bafis bildet, mit x und die ganze Bafisbreite mit y bezeichnet wird,

$$W_z = 0{,}854\, p\, x\, z \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 353.$$

W_z greift in der Höhe $\frac{z}{3}$ über diefer Bafis an.

466. Spannungen in den Sparren.

Aufser W_z wirke auf das Thurmkreuz (Fig. 338) noch ein Winddruck W in der Höhe e_0 über dem Firft; alsdann ift das Moment des Windes, bezogen auf die horizontale, in der Bafis des betreffenden Thurmftückes gelegene Schwerpunktsaxe II des Querfchnittes

$$M_z = W_z\frac{z}{3} + W(e_0 + z) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 354.$$

Diefes Moment mufs durch die Spannung der Sparren an der betrachteten Stelle aufgehoben werden.

Sind die Spannungen in den vier Sparren 1, 2, 5, 6, welche um $\frac{y}{2}$ von der Axe II abftehen, S_1, diejenigen in den vier um $\frac{x}{2}$ von der Axe II abftehenden Sparren 3, 4, 7, 8 gleich S_2, fo ift, wenn mit geringem Fehler der Sparrenwinkel gegen die Horizontalebene gleich α gefetzt wird, das Moment der Sparrenfpannungen für die Axe II gleich $2\, S_1\, y\sin\alpha + 2\, S_2\, x\sin\alpha$; folglich mufs $M_z = (2\, S_1 y + 2\, S_2\, x)\sin\alpha$ fein. Man kann annehmen, dafs bei gleicher Querfchnittsfläche aller Sparren ftattfindet

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{x}{y}, \text{ d. h. } S_2 = \frac{S_1\, x}{y}, \text{ alfo } M_z = \left(2\, S_1\, y + \frac{2\, S_1\, x^2}{y}\right)\sin\alpha,$$

$$M_z = \frac{2\, S_1}{y}(y^2 + x^2)\sin\alpha, \text{ woraus } S_1 = \frac{M_z\, y}{2\,(x^2 + y^2)\sin\alpha} \quad . \quad . \quad 355.$$

Für M_z find der Reihe nach die Werthe einzuführen, welche fich bei den verfchiedenen Höhen z ergeben. Diefe Spannung kann in jedem Sparren fowohl als Zug, wie als Druck ftattfinden, weil der Wind von allen Seiten kommen kann. Man erhält demnach

$$S = \pm \frac{M_z y}{2 (x^2 + y^2) \sin \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 355_a.$$

467. Spannungen in den Ringen.

Die genaue Berechnung der bei einfeitiger Windbelaftung in den Ringen und in den Diagonalen entftehenden Spannungen ift fehr complicirt. Wir machen, um eine einfache Rechnung zu erhalten, die Annahme, dafs wir, wenn der Wind die Flächen EF, FO und EL (Fig. 339) belaftet, die Punkte L und O als fefte Stützpunkte betrachten können. Alsdann wirkt auf EF die Kraft N_1, auf EL und FO je $N_1 \cos^2 45^0 = \frac{N_1}{2}$; in E und F wirken alsdann je $\frac{N_1}{2}$ und $\frac{N_1}{4}$, wie in Fig. 340 gezeichnet. Die Gleichgewichtsbedingungen für Punkt F lauten nun:

Fig. 339.

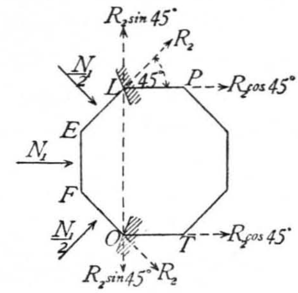
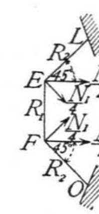


Fig. 340.



$$0 = R_1 + \frac{N_1}{4} \sin 45^0 - R_2 \sin 45^0 \quad \text{und} \quad 0 = R_2 \cos 45^0 + \frac{N_1}{2} + \frac{N_1}{4} \cos 45^0,$$

woraus

$$R_2 = - \frac{N_1 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \cos 45^0\right)}{\cos 45^0} = - \frac{N_1}{2} \left(\frac{1}{\cos 45^0} + \frac{1}{2}\right) = - 0{,}957\, N_1 \quad . \quad 356.$$

$$R_1 = R_2 \sin 45^0 - \frac{N_1}{4} \sin 45^0 = - \frac{N_1}{2} \left(\frac{\sin 45^0}{\cos 45^0} + \frac{\sin 45^0}{2} + \frac{\sin 45^0}{2}\right),$$

$$R_1 = - 0{,}854\, N_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 357.$$

Da der Wind von allen Seiten kommen kann, fo find alle Ringtheile für die Spannung $R_2 = - 0{,}957\, N_1$ zu dimenfioniren.

468. Spannungen in den Diagonalen.

Um die in den Dachflächen angebrachten Diagonalen zu berechnen, beftimme man die auf die einzelnen Punkte L, bezw. O (Fig. 339 u. 340) wirkenden horizontalen Kräfte. Auf L und O wirkt je R_2, und es zerlegt fich R_2 jederfeits in eine Componente $R_2 \cos 45^0$, welche in die Linie LP, bezw. OT fällt, und in eine normal dazu gerichtete Componente $R_2 \sin 45^0$, welche in die Richtung LO fällt. Um die beiden letzteren Componenten aufzuheben, empfiehlt fich die Anbringung der Zughorizontalen LO, die in Fig. 339 punktirt ift; der in diefer herrfchende Zug ift $R_2 \sin 45^0$. Die in die Ebene LPC, bezw. OTC fallenden Componenten find nun durch das in diefen angeordnete Gitterwerk auf die feften Stützpunkte der Thurmbafis zu übertragen. Um die Diagonalen zu berechnen, denken wir wieder zunächft die beiden Dachflächen durch einen in der Symmetrieebene liegenden, ideellen Binder erfetzt, ermitteln die unter dem Einfluffe der Laften $R_2 \cos 45^0$ in demfelben entftehenden Diagonalfpannungen auf bekannte Weife und finden aus diefen ideellen Diagonalfpannungen die wirklichen Diagonalfpannungen genau fo, wie in Art. 464, S. 434 angegeben ift. Als Belaftung der einzelnen Knotenpunkte des ideellen Binders ift felbftverftändlich überall $2\ R_2 \cos 45^0$ einzuführen.

3) Stabilität der Thurmdächer.

Durch die Windbelaftung werden die Sparren an der Windfeite auf Zug, diejenigen an der Unterwindfeite auf Druck beanfprucht; durch das Eigengewicht erhalten alle Sparren Druck. Wenn der in dem Sparren mögliche gröfste Zug in Folge des Winddruckes gröfser ift, als der durch das Eigengewicht erzeugte Druck, fo ift Gleichgewicht nur möglich, wenn auf den Sparren Seitens des Auflagers ein Zug ausgeübt wird, welcher wenigftens fo grofs ift, wie der gröfste im Sparren herrfchende refultirende Zug. Diefer Zug Seitens des Auflagers wird durch Verankerung der Sparren mit dem Thurmmauerwerk erzeugt, und es mufs das Gewicht des an den Anker gehängten Mauerwerkes, welches als Zug auf den Sparren wirkt, wenigftens fo grofs fein, wie der gröfstmögliche Zug in demfelben. Es empfiehlt fich, die Verankerung weiter hinabzuführen, etwa fo weit, dafs das Mauergewicht doppelt fo grofs ift, als der gröfste Zug im Sparren.

Literatur.

Bücher über »Statik der Dachftühle«.

UNWIN, W. *Wrought-iron bridges and roofs etc.* London 1870.

CORDIER, E. *Equilibre ftabile des charpentes en fer, bois et fonte.* Paris 1872.

RITTER, Dr. A. Elementare Theorie und Berechnung eiferner Dach- und Brücken-Conftructionen. 3. Aufl. Hannover 1873.

FABRÉ, V. *Théorie des charpentes, donnant des règles pratiques pour la conftruction des fermes et autres appareils en bois et en fonte.* Paris 1873.

CARGILL, Th. *The ftrains upon bridge girders and roof truffes etc.* London 1873.

SHREVE, S. *A treatife on the ftrength of bridges and roofs etc.* New-York 1873.

TETMAJER, L. Die äufseren und inneren Kräfte an ftatifch beftimmten Brücken- und Dachftuhl-Conftructionen. Zürich 1875.

NICOUR, Ch. *Calcul d'un comble en fer du fyfième Polonceau.* Paris 1875.

SCHWEDLER, W. Die Conftruction der Kuppeldächer. 2. Aufl. Berlin 1878.

TRÉLAT, E. *La rigidité dans les combles.* Paris 1878.

Deutfche bautechnifche Tafchenbibliothek. Heft 10: Berechnung der Dachwerke. Von W. Jeep. Leipzig 1876.

---

4. Abfchnitt.

Gewölbe.

469. Allgemeines.

Die Gewölbe find aus einzelnen, mehr oder weniger keilförmig geftalteten Elementen zufammengefetzte Bauconftructionen, welche bei verticalen Belaftungen fchiefe Drücke auf die fie ftützenden Conftructionstheile ausüben. Indem wir die verfchiedenen Gewölbearten hier als bekannt vorausfetzen, bemerken wir, dafs wir uns im vorliegenden Abfchnitt hauptfächlich mit den Tonnen-, bezw. Kappengewölben, den Kreuzgewölben und den Kuppelgewölben befchäftigen werden, auf welche alle anderen Gewölbearten leicht zurückgeführt werden können.

Der allgemeinen theoretifchen Unterfuchung foll das Tonnen-, bezw. Kappengewölbe zu Grunde gelegt werden; dabei werden wir ftets, falls nichts Anderes