Dächer im allgemeinen, Dachformen

Schmitt, Eduard

Stuttgart, 1901

d) Dachbinder aus Holz und Eisen.

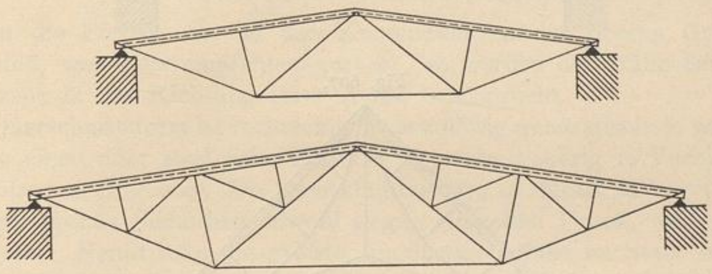
urn:nbn:de:hbz:466:1-78841

liegt im Schnittpunkt der Achsen beider Binderpaarhälften und ist als Kugelgelenk ausgebildet, weil die Achsen der beiden Binderfufsgelenke nicht genau gleich liegen (Fig. 604). Wegen ausführlicher Beschreibung und besonderer Einzelnheiten dieser sehr bemerkenswerten Konstruktion wird auf die unten angegebenen Quellen[266]) verwiesen.

d) Dachbinder aus Holz und Eisen.

Als Dachbinder aus Holz und Eisen sollen solche Dachbinder bezeichnet werden, bei denen ein Teil der für die Konstruktion erforderlichen Stücke aus Holz, der andere Teil aus Eisen hergestellt ist. Diese Dachbinder wurden zuerst etwa um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts gebaut; sie ergaben sich aus dem Bedürfnis, weite Räume ohne mittlere Unterstützungen zu überdachen. Die vorher übliche alleinige Verwendung von Holz ergab sehr schwere Dächer; auch stieg der Preis des Holzes immer mehr, während derjenige des Eisens mit der Verbesserung der Herstellungsweise sank. Die Holzeisendächer bilden den Übergang vom reinen Holzdache zum reinen Eisendache. Sie haben an der Hand der vervollkommneten Theorie eine solche Ausbildung gewonnen, dafs sie trotz der vorwiegenden Verwendung rein eiserner Dächer und neben denselben auch heute noch mit Nutzen ausgeführt werden und unter Umständen vor ganz eisernen Dächern den Vorzug verdienen. 219. Übersicht.

Fig. 605.



Bei diesen Dachbindern ist hauptsächlich in der Zuggurtung und in den auf Zug beanspruchten Gitterstäben das Holz durch Eisen ersetzt, da das Holz für Zugstäbe wenig geeignet ist; aber auch die gedrückten Gitterstäbe werden vielfach aus Eisen, meistens aus Gufseisen, gebildet; das Holz wird hauptsächlich für die oberen Gurtungsstäbe verwendet.

Die Herstellung der oberen Gurtung aus Holz bedingt eine möglichst einfache Form. Deshalb ist zweckmäfsigerweise und nahezu ausschliefslich die Form des Daches mit zwei ebenen Dachflächen gewählt worden. Im übrigen gilt hier alles in Art. 80 u. 81 (S. 102 u. 103) über die Anordnung von Balkendachbindern Gesagte: sie müssen geometrisch und sollten auch statisch bestimmt sein. Belastungen zwischen den Knotenpunkten sind zu vermeiden; die Stabachsen sollen sich jeweils in einem Punkte schneiden. Nicht unbeachtet sollte man auch das verschiedene elastische Verhalten des Eisens und des Holzes lassen. *Marloh* macht in einer sehr beachtenswerten Abhandlung[267]) darauf aufmerksam, dafs die aus Holz hergestellten oberen Gurtungen durch die angeschlossenen Spannwerksglieder keine einseitigen Spannungszunahmen erfahren sollten. Abgesehen davon, dafs die Kräfte bei der geringen Abscherungsfestigkeit des Holzes in der Faserrichtung schlecht in die Holzgurtung überführt 220. Gesamtanordnung der Binder.

[267]) Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1892, S. 565.

werden, würden auch durch die stärkeren Längenänderungen einzelner Teile der Holzgurtung verschiedene Eisenstäbe entlastet, andere zu stark beansprucht. Deshalb solle das eiserne Spannwerk nur an den Enden der oberen Gurtungsstäbe (am Kopf und am Fuſs) eine in ihre Richtung fallende Seitenkraft haben, sonst aber nur senkrecht zu den oberen Gurtungsstäben wirken. Diesen Bedingungen entspreche der sog. englische Dachstuhl nicht, wohl aber der *Polonceau*- oder *Wiegmann*-Dachstuhl, sowohl der einfache, wie der doppelte, für welche *Marloh* die Formen in Fig. 605 vorschlägt. Auſser diesen letzteren schlägt *Marloh* einen Dreieckbinder vor, der ähnlich, wie der *Polonceau*-Binder, aus zwei verstärkten Trägern zusammengesetzt ist; die obere Gurtung jedes dieser Einzel-

Fig. 606.

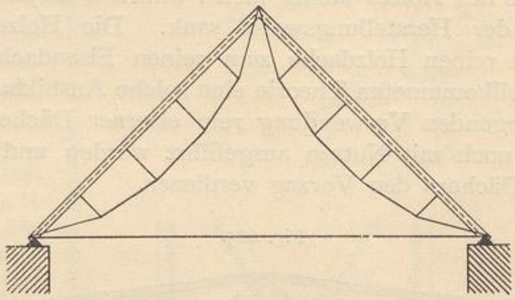
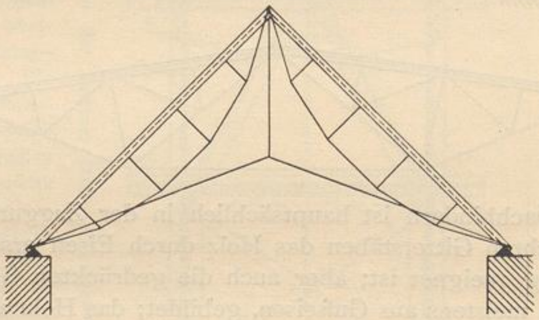


Fig. 607.



träger ist geradlinig und aus Holz, die untere Gurtung parabolisch und aus Eisen; einfache Pfosten übertragen den Druck aus den oberen Knotenpunkten in die untere Gurtung (Fig. 606 u. 607). Für Einzellasten und schwere (Laternen-) Aufbauten ist diese Binderform nicht geeignet; bei ungleichmäſsiger Belastung ist man wegen der fehlenden Schrägstäbe auf die Steifigkeit der oberen Gurtung angewiesen.

Marloh stellt an der angegebenen Stelle Untersuchungen an, unter welchen Bedingungen die rein eisernen Dächer, bezw. die Holzeisendächer mit Rücksicht auf die Kosten vorzuziehen seien. Die Ergebnisse sind die folgenden:

1) Bei flachen Dächern und kleinen Weiten (bei einer Dachneigung $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{5}$ bis zu Weiten von etwa 15^{m}) sind rein eiserne Dächer vorteilhafter als Holzeisendächer, und zwar sowohl der einfache eiserne deutsche Dachstuhl, als der eiserne englische Dachstuhl und der eiserne *Polonceau*-Dachstuhl.

2) Bei gröſseren Weiten ist der einfache *Polonceau-* (oder *Wiegmann-*) Dachbinder mit Holzgurtung und eisernem Spannwerk der billigste Binder, an dessen Stelle jedoch der doppelte *Polonceau*-Dachstuhl treten muſs, wenn für eine gröſsere Zahl von Pfetten Stützpunkte zu schaffen sind.

3) Bei steilen Dächern mit $\operatorname{tg} \alpha \geqq 1$ ist der Dreieckbinder mit oberer Holzgurtung und eisernem parabolischem Spannwerk (Fig. 606 u. 607) am vorteilhaftesten, wenn keine schweren Aufbauten auf das Dach zu setzen oder sonstige Einzellasten am Dache aufzuhängen sind; anderenfalls ist der einfache oder doppelte *Polonceau*-Dachstuhl mit Holzgurtung zu wählen.

4) *Polonceau*-Dachbinder sind stets mit möglichst groſsem Gurtungswinkel herzustellen, da mit kleiner werdendem Winkel die Gesamtkosten des Binders erheblich steigen. Bei den Dreieckbindern mit parabolischem Spannwerk ändern sich die Kosten mit der Änderung des Pfeilverhältnisses der Parabel, solange dasselbe zwischen $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ bleibt, nicht erheblich.

Gegenüber den früher besprochenen, rein eisernen Dächern treten Besonderheiten hier nur an denjenigen Stellen auf, an denen Holz verwendet ist und an denen Holzteile und Eisenteile miteinander zu verbinden sind, also nur an der gedrückten Gurtung, an den gedrückten Gitterstäben und an den betreffenden Knotenpunkten. 221. Konstruktion.

1) Obere oder Strebengurtung.

Wenn die Pfetten nur in den Knotenpunkten der oberen Gurtung angeordnet sind, was stets empfehlenswert ist, so werden die Stäbe der letzteren nur auf Druck in der Richtung ihrer Achse beansprucht. 222. Pfetten nur in den Knotenpunkten.

Die Querschnittsform ist rechteckig, zweckmäſsig quadratisch; je nach Bedarf ordnet man einen oder zwei nebeneinander liegende, gehörig in Verbindung gebrachte Hölzer an (Fig. 609). Die Querschnittsgröſse ist derart zu bestimmen, daſs der Stab genügende Sicherheit sowohl gegen einfachen Druck, wie gegen Zerknicken bietet. Nennt man die gröſste, ungünstigstenfalls im Stabe auftretende Kraft P (in Tonnen), die Querschnittsfläche F, die Stablänge, welche für Zerknicken in Frage kommt, λ und die zulässige Druckbeanspruchung für das Quadr.-Centim. K, so muſs nach Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte (Art. 341, S. 304[268]) dieses »Handbuches« der Querschnitt so bestimmt werden, daſs stattfindet:

$$F \geqq \frac{P}{K} \quad \text{und} \quad \mathcal{J}_{min} \geqq 83\, P \lambda_m{}^2 \qquad \text{34.}$$

Mit Rücksicht auf Zerknicken ist die quadratische Querschnittsform die günstigste, wenn Ausbiegen nach allen Richtungen möglich ist. Man bestimmt nun am besten zunächst die Querschnittsgröſse F nach der ersten Gleichung, wählt die Abmessungen des Querschnittes b und h nach praktischen Rücksichten und untersucht, ob der gewählte Querschnitt ein genügend groſses Trägheitsmoment $\mathcal{J}_{min}$ hat, so daſs die zweite Gleichung erfüllt ist. Wenn dies nicht der Fall ist, so verstärkt man den Querschnitt entsprechend.

Beispiel. Es sei $P = 18\,000$ kg, $K = 80$ kg für 1 qcm und $\lambda = 2{,}2$ m; alsdann muſs

$$F \geqq \frac{18\,000}{80}, \quad F \geqq 225 \text{ qcm} \quad \text{und} \quad \mathcal{J}_{min} \geqq 83 \cdot 18 \cdot 2{,}2^2, \quad \mathcal{J}_{min} \geqq 7231$$

sein. Würde man einen quadratischen Querschnitt wählen, also $b = h$, so müſste nach der ersten Beziehung wenigstens

$$b^2 = 225 \text{ cm}^2 \quad \text{und} \quad b = 15 \text{ cm}$$

[268]) 2. Aufl.: Art. 137, S. 116. — 3. Aufl.: Art. 141, S. 131.

sein; alsdann wäre $\mathfrak{J}_{min} = \frac{b^4}{12} = 4219$; dies genügt nach der zweiten Bedingung nicht; nach dieser mufs $\mathfrak{J}_{min} = \frac{b^4}{12} = 7231$ sein, woraus $b = 17{,}2$ cm folgt. Der Querschnitt müfste also wenigstens ein Quadrat von $\sim$ 18 cm Seitenlänge sein; alsdann wäre $F = b^2 = 324$ qcm.

Wollte man einen rechteckigen Querschnitt mit $b = 16$ cm wählen, so wäre die Bedingungsgleichung, weil $\mathfrak{J}_{min} = \frac{h\, b^3}{12}$ ist,

$$\frac{h\, b^3}{12} = 7231,$$

woraus mit $b = 16$ cm

$$h = \frac{12 \cdot 7231}{16^3} = 21{,}2 \text{ cm} = \sim 22 \text{ cm}$$

folgt; alsdann würde

$$b\, h = 16 \cdot 22 = 352 \text{ qcm}.$$

Wie aus diesem Beispiel ersichtlich ist, ist die Rücksicht auf Zerknicken für die Querschnittsbestimmung von grofser Wichtigkeit. Schwierig ist die Entscheidung der Frage, welche Länge λ als Berechnungslänge eingeführt werden soll. Die Formel

$$\mathfrak{J}_{min} = 83\, P \lambda^2,$$

worin P in Tonnen und λ in Met. einzuführen ist, setzt für die Länge λ frei drehbare Enden in den Knotenpunkten voraus, eine Voraussetzung, welche hier nicht erfüllt ist. Eher scheint die im ebengenannten Heft (Art. 336, S. 299[269]) dieses »Handbuches« ebenfalls behandelte beiderseitige Einspannung des Stabes zu stimmen; die Voraussetzung dieser Einspannung würde dazu führen, dafs man dem Stabe eine 4 mal so grofse Kraft P zumuten dürfte, als nach obiger Formel; der Querschnitt brauchte dann nur ein $\mathfrak{J}_{min}$ zu haben, das ein Viertel des früheren beträgt. Diese Annahme ist aber zu günstig, insbesondere mit Rücksicht darauf, dafs die Knotenpunkte nicht als feste Punkte angesehen werden können; die Pfetten verhindern das Ausbiegen aus der Ebene des Binders nicht unter allen Umständen. Es empfiehlt sich deshalb, die oben angeführte Formel 34 anzuwenden. Diese Berechnungsweise kann auch gewählt werden, wenn es sich um Holzdiagonalen handelt, deren Enden in gufseisernen Schuhen sitzen.

223. Pfetten auch zwischen den Knotenpunkten.

Wenn Pfetten, also Lastpunkte, auch zwischen den Knotenpunkten der oberen Gurtung angeordnet sind, so mufs der betreffende obere Gurtungsstab zugleich als Balken wirken, um die Lasten dieser Zwischenpfetten auf die Knotenpunkte zu übertragen; er erleidet durch diese Lasten Biegungsbeanspruchungen, welche zu denjenigen hinzukommen, die er als Fachwerkstab erleidet. Die gröfste, ungünstigstenfalls im Querschnitt stattfindende Spannung darf die zulässige Beanspruchung nicht überschreiten. Nennt man das gröfste durch die Lasten der Zwischenpfetten erzeugte Moment M und die gröfste Axialkraft P, so ist

$$\sigma_{min} = -\frac{P}{F} - \frac{6\,M}{b\,h^2} \text{ (gröfster Druck im Querschnitt)},$$

$$\sigma_{max} = -\frac{P}{F} + \frac{6\,M}{b\,h^2} \text{ (gröfster Zug im Querschnitt)}.$$

Da der Gurtungsstab durchweg gleichen Querschnitt erhält, so ist derjenige Querschnitt zu Grunde zu legen, für welchen M seinen Gröfstwert hat. Man kann bei dieser Rechnung davon absehen, dafs die Hölzer über den Fachwerkknoten durchlaufen und kann die einzelnen Stäbe als frei aufliegende Balken

269) 2. Aufl.: Art. 121, S. 101. — 3. Aufl.: Art. 137, S. 127.

ansehen. Wenn $-K$ die zulässige Druckbeanspruchung ist, so lautet nunmehr die Bedingungsgleichung für den Querschnitt:

$$K = \frac{P}{F} + \frac{6\,M}{h\,F}.$$

Man nehme zunächst $F\,(= b\,h)$ an, ermittele aus der eben vorgeführten Gleichung h und prüfe, ob die für b und h sich ergebenden Werte angemessene sind; anderenfalls verbessere man durch Annahme eines neuen Wertes für F.

Beispiel. In einem Stabe der oberen Gurtung eines Dachbinders herrscht infolge seiner Zugehörigkeit zum Fachwerk ein gröfster Druck $P' = 14\,500$ kg. In der Mitte seiner Länge, die (in der Dachschräge gemessen) 4,50 m beträgt, befindet sich eine Pfette, auf welche ungünstigstenfalls ein Winddruck $W = 700$ kg, sowie eine lotrechte Last von Schnee und Eigengewicht $G_1 + S = 1000$ kg wirken; die Abmessungen des oberen Gurtungsstabes sind zu bestimmen. Es ist $\cos\alpha = 0{,}895$ und $\sin\alpha = 0{,}447$.

Die Kraft $G_1 + S$ zerlegt sich zunächst in eine Seitenkraft senkrecht zur Dachschräge gleich $(G_1 + S)\cos\alpha = 895$ kg und eine in die Achse fallende Kraft $(G_1 + S)\sin\alpha = 447$ kg. Auf den Balken wirkt also senkrecht zu seiner Achse und in seiner Mitte ungünstigstenfalls die Kraft $700 + 895 = 1595$ kg, wofür abgerundet 1600 kg gesetzt wird. Das gröfste hierdurch erzeugte Moment ist $M = 800 \cdot 225 = 180\,000$ Kilogr.-Centim.

Die gröfste Axialkraft beträgt $14\,500 + 447 = 14\,947$ kg, wofür abgerundet $P = 15\,000$ kg gesetzt wird. Nun sei die zulässige Beanspruchung $K = 100$ kg für 1 qcm; alsdann lautet die Bedingungsgleichung für den Querschnitt:

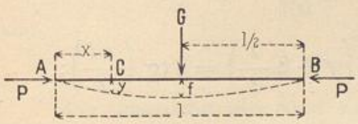
$$100 = \frac{15\,000}{F} + \frac{180\,000 \cdot 6}{F\,h}.$$

Nimmt man versuchsweise $F = 300$ qcm an, so ergiebt sich $h = 72$ cm, ein unbrauchbarer Wert. Wählt man $F = 400$ qcm, so wird $h = 43$ cm, ebenfalls nicht brauchbar. Wählt man $F = 500$ qcm, so wird $h = 31$ cm, und da $b\,h = 500$ sein soll, $b = \frac{500}{31} = \backsim 17$ cm. Sonach würde ein Querschnitt von 17×31 cm genügen.

224. Genauere Berechnung.

Die vorstehende Berechnung ist eine Annäherungsrechnung, welche allerdings in den meisten Fällen genügen dürfte. Immerhin ist zu beachten, dafs durch die normale Last G eine elastische Durchbiegung auftritt, welche das Moment M vergröfsert und wegen der Axialkraft P auch auf die Sicherheit gegen Zerknicken nicht ohne Einflufs ist. Die genauere Untersuchung soll für den Fall geführt werden, dafs der Balken in der Mitte mit einer Last G belastet ist und aufserdem die Axialkraft P zu ertragen hat; dabei sollen die Abmessungen des Balkens ermittelt werden. Der bequemeren Behandlung wegen ist in Fig. 608 die Balkenachse wagrecht gezeichnet.

Fig. 608.



Der Anfangspunkt der Koordinaten liege in A und die Durchbiegung im Punkte C mit der Abscisse x sei y; alsdann ist in C

$$M_x = -\frac{G}{2}x - Py = -P\left(y + \frac{G}{2P}x\right).$$

Die Gleichung der elastischen Linie[270]) lautet:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{P}{E\mathfrak{J}}\left(y + \frac{G}{2P}x\right),$$

und, wenn abkürzungsweise $\frac{P}{E\mathfrak{J}} = a^2$ gesetzt wird,

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -a^2\left(y + \frac{G}{2P}x\right).$$

270) Diese Gleichung gilt zunächst nur bis zur Balkenmitte. Da aber die Kurve symmetrisch zur Mitte verläuft, so genügt die Untersuchung bis zur Mitte.

Setzt man $\frac{G}{2P} = \beta$, so ist

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -a^2 (y + \beta x).$$

Es sei $\frac{d^2 y}{dx^2} = z$; alsdann lautet die letzte Gleichung:

$$z = -a^2 (y + \beta x), \text{ also } \frac{dz}{dx} = -a^2 \left(\frac{dy}{dx} + \beta\right)$$

und

$$\frac{d^2 z}{dx^2} = -a^2 \left(\frac{d^2 y}{dx^2}\right) = -a^2 z,$$

woraus folgt

$$z = A \sin ax + B \cos ax,$$

$$-a^2 (y + \beta x) = A \sin ax + B \cos ax,$$

und

$$-a^2 \left(\frac{dy}{dx} + \beta\right) = Aa \cos ax - Ba \sin \alpha x.$$

Für $x = 0$ ist $y = 0$, also $B = 0$; für $x = \frac{l}{2}$ ist $\frac{dy}{dx} = 0$; mithin

$$-a^2 \beta = Aa \cos\left(\frac{al}{2}\right), \text{ woraus } A = -\frac{a\beta}{\cos\left(\frac{al}{2}\right)} \text{ folgt.}$$

Die Gleichung der elastischen Linie heifst hiernach

$$+a^2 (y + \beta x) = +\frac{a\beta}{\cos\left(\frac{al}{2}\right)} \sin ax.$$

Für $x = \frac{l}{2}$ ist $y = f$, d. h.

$$+a^2 \left(f + \beta \frac{l}{2}\right) = +a\beta \operatorname{tg}\left(\frac{al}{2}\right) \text{ oder } a\left(f + \beta \frac{l}{2}\right) = \beta \operatorname{tg}\left(\frac{al}{2}\right);$$

somit

$$f = \beta \left(\frac{1}{a} \operatorname{tg} \frac{al}{2} - \frac{l}{2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 35.$$

Das gröfste Moment findet in der Balkenmitte statt und hat (ohne Rücksicht auf das Vorzeichen) den Wert

$$M_{mitte} = Pf + \frac{G}{2}\frac{l}{2} = P\left(f + \frac{G}{2P}\frac{l}{2}\right) = P\left(f + \beta \frac{l}{2}\right).$$

Mit dem soeben gefundenen Werte für f erhält man

$$M_{mitte} = P\beta \left(\frac{1}{a} \operatorname{tg} \frac{al}{2} - \frac{l}{2} + \frac{l}{2}\right) = \frac{P\beta}{a} \operatorname{tg} \frac{al}{2} = \frac{P}{2a}\frac{G}{P} \operatorname{tg}\left(\frac{al}{2}\right),$$

$$M_{mitte} = \frac{G}{2a} \operatorname{tg}\left(\frac{al}{2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 36.$$

Die gröfste im meist gefährdeten Querschnitt stattfindende Beanspruchung ist demnach

$$\sigma_{max} = \frac{P}{F} + \frac{6M}{bh^2} = \frac{P}{F} + \frac{6G}{2abh^2} \operatorname{tg}\left(\frac{al}{2}\right).$$

Die Bedingungsgleichung für den Querschnitt ist somit

$$\left.\begin{aligned} K &= \frac{P}{b\,h} + \frac{6}{b\,h^2}\,\frac{G}{2\,a}\,\mathrm{tg}\left(\frac{a\,l}{2}\right) \\ K &= \frac{P}{F} + \frac{6}{F\,h}\,\frac{G}{2\,a}\,\mathrm{tg}\left(\frac{a\,l}{2}\right) \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 37.$$

Man wird zweckmäfsig zuerst M_{mitte} bestimmen und dann $F = b\,h$ annehmen, aus der Gleichung 37 die Querschnittsabmessung h (wie oben) ermitteln und sehen, ob die Werte für b und h angemessen sind; anderenfalls verbessere man durch Annahme eines neuen Wertes für F.

Beispiel. Es sei $P = 15000$ kg, $G = 1600$ kg und $l = 450$ cm, demnach mit den vorstehend gebrauchten Bezeichnungen $a^2 = \frac{P}{E\,\mathcal{J}} = \frac{15000}{120000\,\mathcal{J}} = \frac{1}{8\,\mathcal{J}}$.

Um a bestimmen zu können, mufs man $\mathcal{J}$, also auch der Querschnitt, vorläufig annehmen. Mit $b = 24$ cm und $h = 30$ cm ist

$$\mathcal{J} = \frac{b\,h^3}{12} = 54000, \quad a^2 = \frac{1}{432000}, \quad a = \frac{1}{658}, \quad a\,l = \frac{450}{658} = 0{,}6839 \text{ und } \frac{a\,l}{2} = 0{,}34195.$$

Der zugehörige Winkel α beträgt $19^0 37'$, also $\mathrm{tg}\,\frac{a\,l}{2} = 0{,}356$ und

$$M_{mitte} = \frac{G}{2\,a}\,\mathrm{tg}\left(\frac{a\,l}{2}\right) = \frac{1600}{2}\,658 \cdot 0{,}356 = 187200 \text{ kgcm}.$$

Ferner ist $\beta = \frac{G}{2\,P} = \frac{800}{15000} = 0{,}053$ und

$$f = \beta\left(\frac{1}{a}\,\mathrm{tg}\,\frac{a\,l}{2} - \frac{l}{2}\right) = 0{,}053\,(658 \cdot 0{,}356 - 225) = 0{,}477 \text{ cm} = \sim 0{,}5 \text{ cm} = 5 \text{ mm}.$$

Nunmehr lautet die Bedingungsgleichung für die Querschnittsbildung

$$K = \frac{15000}{F} + \frac{6}{F\,h}\left[\frac{G}{2\,a}\,\mathrm{tg}\left(\frac{a\,l}{2}\right)\right] = \frac{15000}{F} + \frac{6}{F\,h}\,187200.$$

Mit $h = 30$ cm und $K = 100$ kg für 1 qcm wird

$$F = \frac{15000}{100} + \frac{6}{100 \cdot 30}\,187200 = 150 + 374 = 524 \text{ qcm}$$

und

$$b = \frac{F}{h} = \frac{524}{30} = 17{,}5 = \sim 18 \text{ cm}.$$

Der Querschnitt 18×30 cm kann nicht sofort gewählt werden, weil er unter der Annahme eines Querschnittes von 24×30 cm zur Ermittelung von a gefunden ist; man sieht aber, dafs der zuerst angenommene Querschnitt verringert werden kann. Nimmt man ein zweites Mal $b = 20$ cm und $h = 30$ cm an, so wird

$$\mathcal{J} = 45000, \quad a^2 = \frac{1}{360000}, \quad a = \frac{1}{600}, \quad a\,l = 0{,}75 \text{ und } \frac{a\,l}{2} = 0{,}375,$$

$$\alpha = 21^0 30' \text{ und } \mathrm{tg}\,\frac{a\,l}{2} = 0{,}394; \text{ sonach}$$

$$M_{mitte} = \frac{1600 \cdot 600}{2}\,0{,}394 = 189120 \text{ kgcm}, \quad \beta = 0{,}053 \text{ und } f = 0{,}053\,(600 \cdot 0{,}394 - 225) = 0{,}6 \text{ cm} = 6 \text{ mm};$$

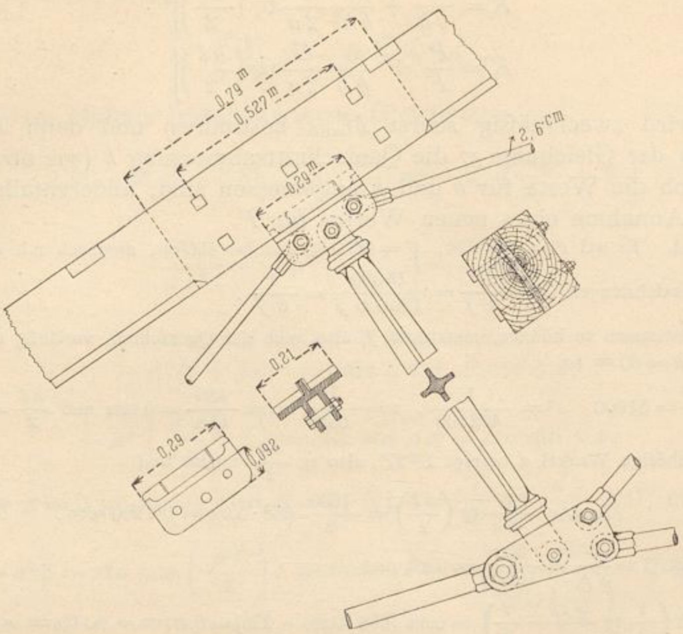
$$F = \frac{15000}{100} + \frac{6}{100 \cdot 30}\,189120 = 150 + 378 = 528 \text{ qcm} \text{ und } b = \frac{528}{30} = \sim 18 \text{ cm}.$$

Der Querschnitt 20×30 cm genügt also jedenfalls.

2) Auf Druck beanspruchte Gitterstäbe; Knotenpunkte.

Die auf Druck beanspruchten Gitterstäbe werden aus Holz, Gufseisen oder Schweifs-, bezw. Flufseisen hergestellt. Holz erhält rechteckigen (bezw. quadratischen) Querschnitt und Gufseisen kreis- oder kreuzförmigen Querschnitt (Fig. 609); auch setzt man wohl an den Kreisquerschnitt Kreuzarme. Bei den aus Gufseisen hergestellten Stäben kann man den Querschnitt auch leicht nach der Stabmitte hin vergröfsern, wodurch man gröfsere Sicherheit gegen Zerknicken er- 225. Druckstäbe.

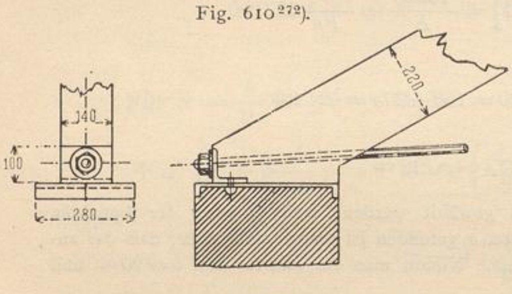
Fig. 609.



Von der Central-markthalle zu Wien[271]).

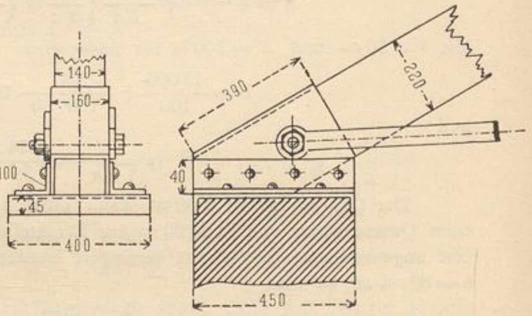
$^1/_{20}$ w. Gr.

Fig. 610[272]).



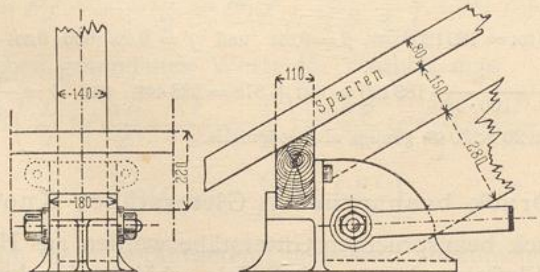
$^1/_{20}$ w. Gr.

Fig. 611[272]).



$^1/_{20}$ w. Gr.

Fig. 612[272]).



$^1/_{20}$ w. Gr.

[271]) Nach: Wist, a. a. O., Band I, Bl. 24, 25.

[272]) Nach: *Nouv. annales de la constr.* 1884, Pl. 38, 39.

hält. Von den Gitterstäben aus Schweifs- und Flufseisen gilt das in Art. 176 bis 178 (S. 247) Gesagte. Bei der Berechnung des Querschnittes ist Rücksicht auf Zerknicken zu nehmen; die Stabenden können dabei als drehbar angenommen werden. Wenn der Querschnitt zwei rechtwinkelig zu einander

Fig. 613.

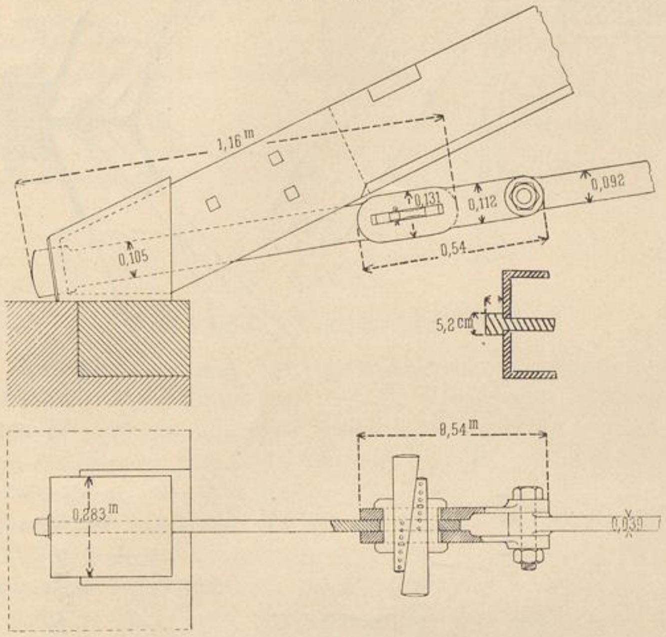
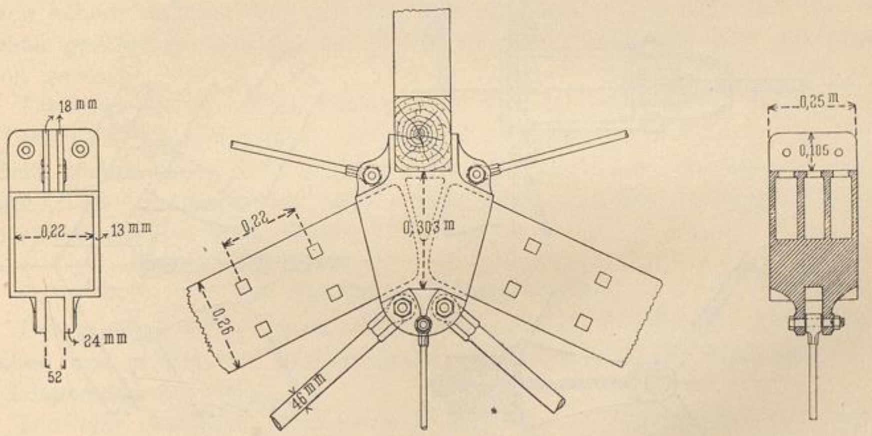


Fig. 614.

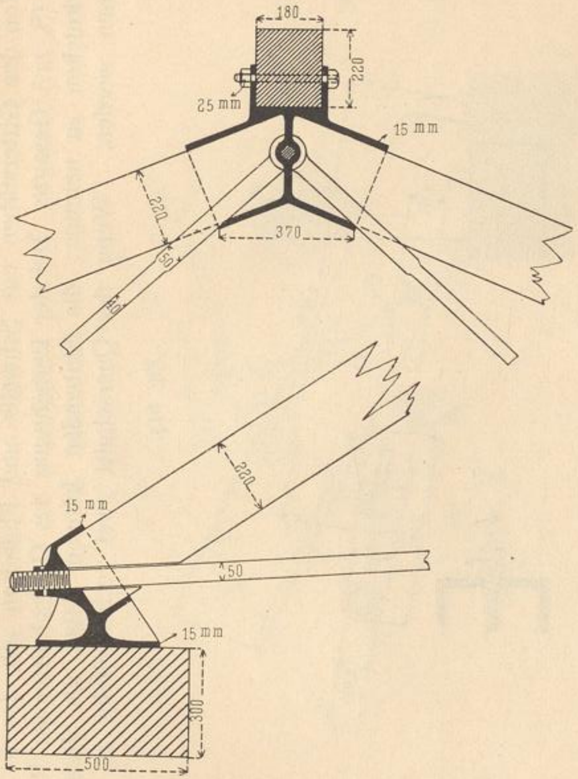


Von der Centralmarkthalle zu Wien[271]).
$^1/_{20}$ w. Gr.

stehende Symmetrieachsen mit gleich grofsen Trägheitsmomenten hat, so sind alle Trägheitsmomente gleich grofs, und die Querschnittsform ist die günstigste.

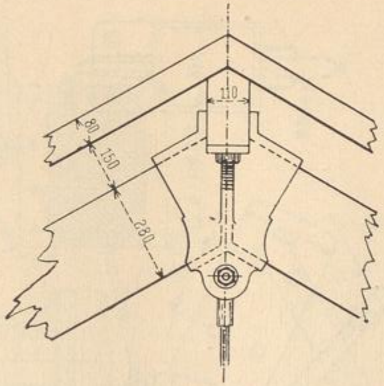
Die allgemeine, in Art. 182 (S. 252) angegebene Regel für die Bildung 226. Knotenpunkte.
der Knotenpunkte ist auch hier zu beachten, d. h. die Achsen der an einem Knotenpunkte zusammentreffenden Stäbe sollen einander möglichst in einem Punkte schneiden.

Fig. 615[273].



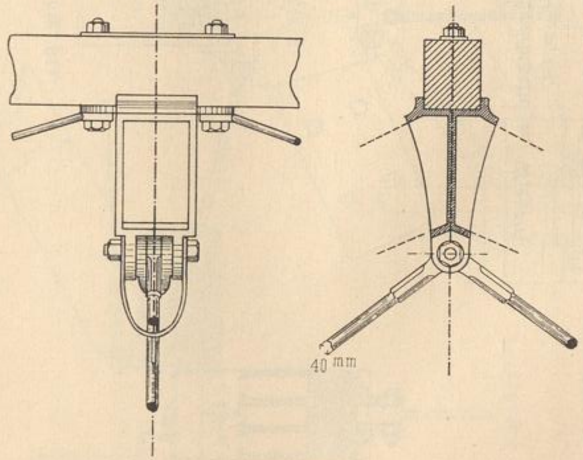
$^1/_{20}$ w. Gr.

Fig. 616[272].



$^1/_{20}$ w. Gr.

Fig. 617.



$^1/_{20}$ w. Gr.

Von einem Lokomotivschuppen der Berlin-Hamburger Eisenbahn[274].

Die Verbindung von Holz und Eisen wird fast ausschliefslich mit Hilfe gufseiserner oder aus Blech zusammengenieteter Schuhe vorgenommen; dabei ist zu beachten, dafs nicht etwa die anschliefsenden Zugbänder einzelne Teile der Gufseisenschuhe auf Abbrechen in Anspruch nehmen dürfen.

Fig. 609 bis 617 führen eine Anzahl gut konstruierter Knotenpunkte vor.

Fig. 609[271]) zeigt einen Zwischenknotenpunkt, bei welchem sich allerdings die Achsen der Zugbänder nicht auf der Achse des oberen Gurtungsstabes schneiden. Fig. 610 bis 613[272]) geben Auflager-Knotenpunkte. Bei Fig. 610 ist ein Schuh überhaupt nicht verwendet; der untere als Rundeisen konstruierte Gurtungsstab ist durch das Ende des oberen Holzgurtungsstabes gesteckt. Fig. 611 zeigt einen aus Blech zusammengenieteten Schuh. In Fig. 612, 613 u. 615 (unterer Teil[273]) sind gufseiserne Schuhe verwendet. In Fig. 614 bis 617 sind endlich Firstknotenpunkte dargestellt, welche nach dem Vorstehenden ohne weitere Erläuterung verständlich sein dürften.

Einige weitere Knotenpunkte für Holzeisendächer folgen im nächsten Kapitel.

30. Kapitel.

Eiserne Turmdächer.

227. Allgemeines.

Eiserne Turmdächer haben vor den massiven, aus Hausteinen oder aus Ziegeln hergestellten Turmspitzen den Vorteil geringeren Gewichtes; sie belasten also das Mauerwerk und den Baugrund wesentlich weniger als jene. Gegenüber den Holztürmen haben sie folgende Vorteile: der Aufbau ist leichter und für die Werkleute weniger gefährlich; man kann die einzelnen Teile kürzer und handlicher bemessen als die entsprechenden Holzstücke, weil die Verbindungsfähigkeit durch Vernietung eine vorzügliche ist; die Verbindungen selbst sind besser als beim Holzbau; die Feuersgefahr ist geringer als bei den Holztürmen. Endlich kann man den oberen Teil des Helmes, etwa das obere Drittel, im Inneren des unteren Turmteiles zusammenbauen und darauf im ganzen heben; dadurch wird das Einrüsten der Spitze vermieden und der sonst überaus gefährliche Aufbau der Spitze zu einer verhältnismäfsig gefahrlosen Arbeit gemacht.

Die eisernen Turmhelme werden mit dem Turmmauerwerk verankert.

Die Gesamtanordnung der eisernen Turmdächer ist bereits in Kap. 28 behandelt; insbesondere sind an jener Stelle die statischen Verhältnisse und die theoretischen Grundlagen für die Konstruktion besprochen. Einige ergänzende Bemerkungen sollen noch angefügt werden.

a) Vierseitige Turmpyramiden.

228. Aufbau.

Der Aufbau erfolgt genau wie in Art. 129 (S. 170) für den Holzturm angegeben und in Fig. 388 dargestellt ist. Nur sind hier die Ecksäulen, Ringe und Diagonalen aus Eisen.

229. Lagerung.

Die vier Auflager können nach Fig. 372 (S. 155) angeordnet werden. Dabei ist ein Auflagerpunkt *(A)* fest mit dem Mauerwerk verbunden; ein Auflager *D* ist in der wagrechten Auflagerebene beweglich, während die beiden anderen Auflager *B* und *C* in geraden Linien geführt sind, welche nicht senkrecht zur Verbindungslinie des betreffenden Auflagers mit dem festen Auflager *A* sein dürfen. Der Deutlichkeit halber ist diese Auflagerung hier wiederholt angegeben (Fig. 618). Eine weitere brauchbare Lagerung ist in Fig. 619 vorgeführt.

273) Nach: Deutsches Bauhandbuch. Bd. II, Halbbd. 1. Berlin 1880. S. 170.

274) Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1862, Bl. 65.