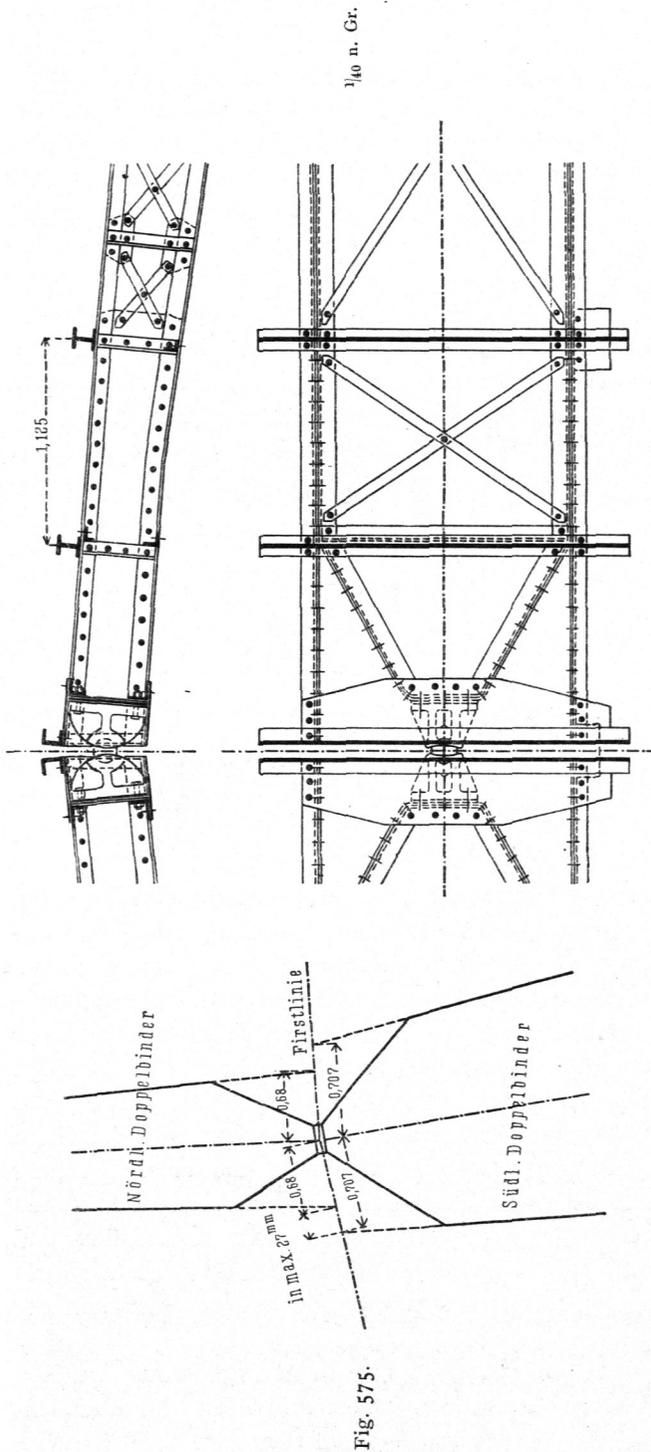


d) Dachbinder aus Holz und Eifen.

215.
Ueberficht.



Scheitelgelenk des Bahnhofes Friedrictstrafse der Berliner Stadteifenbahn 262)

Als Dachbinder aus Holz und Eifen sollen folche Dachbinder bezeichnet werden, bei denen die für die Construction erforderlichen Stücke zum Theile aus Holz, zum Theile aus Eifen hergestellt sind. Diese Dachbinder wurden zuerst etwa um die Mitte unseres 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 Holz-Eisen-Dächer bilden den Uebergang vom reinen Holzdache zum reinen Eisendache. Sie haben an der Hand der vervollkommenen Theorie eine solche Ausbildung gewonnen, daß 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.

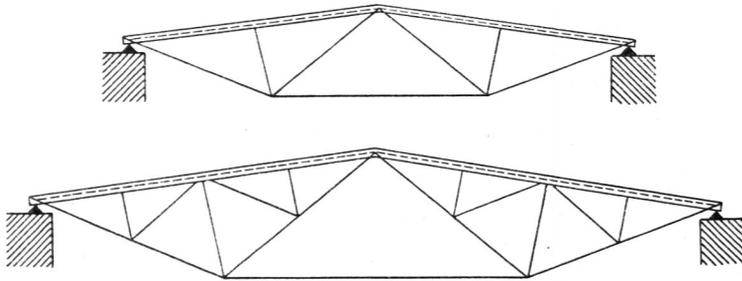
Bei diesen Dachbindern ist hauptsächlich in der Zuggurtung und in den auf Zug beanspruch-

ten 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 Gußeisen, gebildet; das Holz wird hauptsächlich für die oberen Gurtungsstäbe verwendet.

216.
Gesamt-
anordnung der
Binder.

Die Herstellung der oberen Gurtung aus Holz bedingt eine möglichst einfache Form. Deshalb ist zweckmäßiger Weise und nahezu ausschließlich die Form des Daches mit zwei ebenen Dachflächen gewählt worden. Im Uebrigen gilt hier alles in Art. 80 u. 81 (S. 100 u. 101) über die Anordnung von Balken-Dachbindern 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 beachtenswerthen Abhandlung²⁶³⁾ darauf aufmerksam, daß die aus Holz hergestellten oberen Gurtungen durch die angeflossenen Spannwerksglieder keine einseitigen Spannungszunahmen erfahren sollten. Abgesehen davon, daß die Kräfte bei der geringen Abscherfestigkeit des Holzes in der Faserrichtung in die Holzgurtung schlecht überführt werden, würden auch durch die stärkeren Längenänderungen einzelner Theile der

Fig. 576.



Holzgurtung verschiedene Eisenstäbe entlastet, andere zu stark beansprucht. Deshalb sollte das eiserne Spannwerk nur an den Enden der oberen Gurtungsstäbe (am Kopf und am First) eine in ihre Richtung fallende Seitenkraft haben, sonst aber nur senkrecht zu ihrer Richtung 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. 576 vorschlägt. Außer diesen letzteren schlägt *Marloh* einen Dreiecksbinder vor, der ähnlich, wie der *Polonceau-*Binder, aus zwei verstärkten Trägern zusammengesetzt ist; die obere Gurtung jedes dieser Einzelträger 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. 577 u. 578). 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 Holz-Eisen-Dächer mit Rücksicht auf die Kosten vorzuziehen seien. Die Ergebnisse sind die folgenden:

²⁶³⁾ Siehe: Zeitchr. f. Bauw. 1892, S. 565.

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 Holz-Eisen-Dächer, 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 $\operatorname{tg} \alpha > 1$ ist der Dreieckbinder mit oberer Holzgurtung und eisernem parabolischem Spannwerk (Fig. 577 u. 578) am vorteil-

Fig. 577.

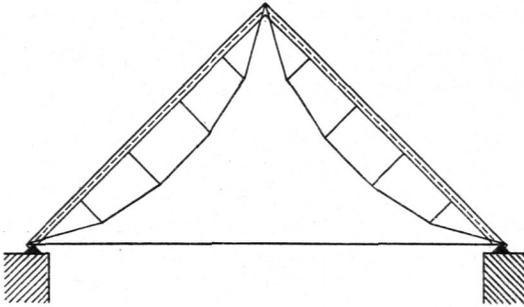
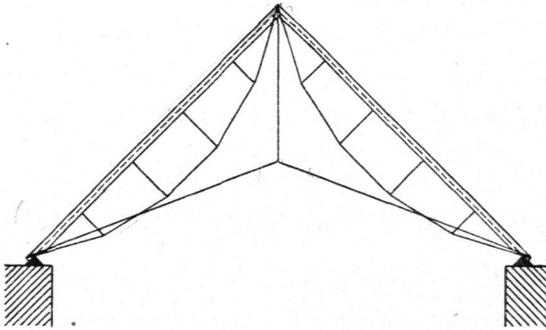


Fig. 578.



haftesten, 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, so lange dasselbe zwischen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{10}$ 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 Holztheile und Eifentheile mit einander zu verbinden sind, also nur an der gedrückten Gurtung, an den gedrückten Gitterstäben und an den betreffenden Knotenpunkten.

1) Obere oder Strebengurtung.

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

Die Querschnittsform ist rechteckig, zweckmäÙig quadratisch; je nach Bedarf ordnet man einen oder zwei neben einander liegende, gehörig in Verbindung gebrachte Balken an (Fig. 584). Die QuerschnittsgröÙe ist derart zu bestimmen, daÙ der Stab genügende Sicherheit sowohl gegen einfachen Druck, wie gegen Zerknicken bietet. Nennt man die gröÙste, 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 muÙ nach Theil I, Bd. I, zweite Hälfte (Art. 341, S. 304²⁶⁴) dieses »Handbuches« der Querschnitt so bestimmt werden, daÙ stattfindet:

$$F \geq \frac{P}{K} \quad \text{und} \quad \mathcal{F}_{min} \geq 83 P \lambda_m^2 \quad \dots \quad 33.$$

Mit Rücksicht auf Zerknicken ist die quadratische Querschnittsform am günstigsten, wenn Ausbiegen nach allen Richtungen möglich ist. Man bestimmt nun am besten zunächst die QuerschnittsgröÙe 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{F}_{min} hat, so daÙ die zweite Gleichung erfüllt ist. Wenn dies nicht der Fall ist, so verstärkt man den Querschnitt entsprechend.

Beispiel. Es sei $P = 18000$ kg, $K = 80$ kg für 1 qcm und $\lambda = 2,2$ m; alsdann muÙ

$$F \geq \frac{18000}{80}, \quad F \geq 225 \text{ qcm} \quad \text{und} \quad \mathcal{F}_{min} \geq 83 \cdot 18 \cdot 2,2^2, \quad \mathcal{F}_{min} \geq 7231$$

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

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

sein; alsdann wäre $\mathcal{F}_{min} = \frac{b^4}{12} = 4219$; dies genügt nach der zweiten Bedingung nicht; nach dieser

muÙ $\mathcal{F}_{min} = \frac{b^4}{12} = 7231$ sein, woraus $b = 17,2$ cm folgt. Der Querschnitt müÙte also wenigstens ein Quadrat von $\infty 18$ 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 $\mathcal{F}_{min} = \frac{h b^3}{12}$ ist,

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

woraus mit $b = 16$ cm

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

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 großer Wichtigkeit. Schwierig ist die Entscheidung

²⁶⁴) 2. Aufl.: Art. 137, S. 116.

der Frage, welche Länge λ als Berechnungslänge eingeführt werden soll. Die Formel

$$\mathcal{F}_{min} = 83 P \lambda^2,$$

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 eben genannten Heft (Art. 336, S. 299²⁶⁵) dieses »Handbuches« ebenfalls behandelte beiderseitige Einspannung des Stabes zu stimmen; die Voraussetzung dieser Einspannung würde dazu führen, daß man dem Stabe eine 4-mal so große Kraft P zumuthen dürfte, als nach obiger Formel; der Querschnitt brauchte dann nur ein \mathcal{F}_{min} zu haben, das ein Viertel des früheren beträgt. Diese Annahme aber ist zu günstig, insbesondere mit Rücksicht darauf, daß die Knotenpunkte nicht als feste Punkte angesehen werden können; die Pfetten verhindern ein Ausbiegen aus der Ebene des Binders nicht unter allen Umständen. Es empfiehlt sich deshalb, die oben angeführte Formel 33 anzuwenden. Diese Berechnungsweise kann auch gewählt werden, wenn es sich um Holz-Diagonalen handelt, deren Enden in gußeisernen Schuhen sitzen.

Wenn Pfetten, also Lastpunkte, auch zwischen den Knotenpunkten der oberen Gurtung angeordnet sind, so muß 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 größte, ungünstigstenfalls im Querschnitt stattfindende Spannung darf die zulässige Beanspruchung nicht überschreiten. Nennt man das größte durch die Lasten der Zwischenpfetten erzeugte Moment M und die größte Axialkraft P , so ist

$$N_{min} = -\frac{P}{F} - \frac{6M}{bh^2} \text{ (größter Druck im Querschnitt),}$$

$$N_{max} = -\frac{P}{F} + \frac{6M}{bh^2} \text{ (größter Zug im Querschnitt).}$$

Da der Gurtungsstab durchweg gleichen Querschnitt erhält, so ist derjenige Querschnitt zu Grunde zu legen, für welchen M seinen Größtwerth hat. Man kann bei dieser Rechnung von der Continuität über dem Fachwerkknoten absehen und die einzelnen Stäbe als frei aufliegende Balken ansehen. Wenn K die zulässige Druckbeanspruchung ist, so lautet nunmehr die Bedingungsgleichung für den Querschnitt:

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

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

Beispiel. In einem Stabe der oberen Gurtung eines Dachbinders herrscht in Folge seiner Zugehörigkeit zum Fachwerk ein größter Druck $P' = 14500$ kg. In der Mitte seiner Länge, die (in der Dachschräge gemessen) 4,5 m beträgt, befindet sich eine Pfette, auf welche ungünstigstenfalls ein Winddruck $W = 700$ kg, so wie eine lothrechte 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 Axe fallende gleich $(G_1 + S) \sin \alpha = 447$ kg. Auf den Balken

219.
Pfetten
auch zwischen
den Knoten-
punkten.

wirkt also fenkrecht zu feiner Axe und in feiner Mitte ungunftigftenfalls die Kraft $700 + 895 = 1595 \text{ kg}$, wofür abgerundet 1600 kg gefetzt wird. Das größte hierdurch erzeugte Moment ift $M = 800.225 = 180000 \text{ Kilogr.-Centim}$.

Die größte Axialkraft beträgt $14500 + 447 = 14947 \text{ kg}$, wofür abgerundet $P = 15000 \text{ kg}$ gefetzt wird. Nun fei die zuläßige Beanspruchung $K = 100 \text{ kg}$ für 1 qcm ; alsdann lautet die Bedingungsgleichung für den Querschnitt:

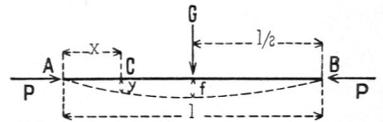
$$100 = \frac{15000}{F} + \frac{180000 \cdot 6}{Fh}.$$

Nimmt man verfuchsweife $F = 300 \text{ qcm}$ an, fo ergiebt fich $h = 72 \text{ cm}$, ein unbrauchbarer Werth. Wählt man $F = 400 \text{ qcm}$, fo wird $h = 43 \text{ cm}$, ebenfalls nicht brauchbar. Wählt man $F = 500 \text{ qcm}$, fo wird $h = 31 \text{ cm}$, und da $b h = 500$ fein foll, $b = \frac{500}{31} = \infty 17 \text{ cm}$. Sonach würde ein Querschnitt von $17 \times 31 \text{ cm}$ genügen.

220.
Genauere
Berechnung.

Die vorftehende Berechnung ift eine Annäherungsrechnung, welche allerdings in den meiften Fällen genügen dürfte. Immerhin ift zu beachten, daß durch die normale Laft G eine elastifche Durchbiegung auftritt, welche das Moment M vergrößert und wegen der Axialkraft P auch auf die Sicherheit gegen Zerknicken nicht ohne Einfluß ift. Die genauere Unterfuchung foll für den Fall geführt werden, daß der Balken in der Mitte mit einer Laft G belaftet ift und außerdem die Axialkraft P zu ertragen hat; dabei follten die Abmessungen des Balkens ermittelt werden. Der bequemeren Behandlung wegen ift in Fig. 579 die Balkenaxe wagrecht gezeichnet.

Fig. 579.



Der Anfangspunkt der Coordinaten liege in A und die Durchbiegung im Punkte C mit der Abfciffe x fei y ; alsdann ift in C

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

Die Gleichung der elastifchen Linie²⁶⁶⁾ lautet:

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

und, wenn abkürzungsweife $\frac{P}{E\mathcal{I}} = a^2$ gefetzt wird,

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

Setzt man $\frac{G}{2P} = \beta$, fo ift

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

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

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

und

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

²⁶⁶⁾ Diefte Gleichung gilt zunächst nur bis zur Balkenmitte. Da aber die Curve fymmetrifch zur Mitte verläuft, fo genügt die Unterfuchung bis zur Mitte.

woraus folgt:

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

und

$$- a^2 \left(\frac{dy}{dx} + \beta \right) = A a \cos ax - B a \sin ax.$$

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

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

Die Gleichung der elastischen Linie heißt 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.

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

fomit

$$f = \beta \left(\frac{1}{a} \operatorname{tg} \frac{al}{2} - \frac{l}{2} \right) \quad \dots \dots \dots 34$$

Das größte Moment findet in der Balkenmitte statt und hat (ohne Rückficht auf das Vorzeichen) den Werth

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

Mit dem oben gefundenen Werthe für f erhält man

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

$$M_{\text{mitte}} = \frac{G}{2a} \operatorname{tg} \left(\frac{al}{2} \right) \quad \dots \dots \dots 35.$$

Die größte im meist gefährdeten Querschnitt stattfindende Beanspruchung ist demnach

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

Die Bedingungsgleichung für den Querschnitt ist fomit

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{P}{bh} + \frac{6}{bh^2} \frac{G}{2a} \operatorname{tg} \left(\frac{al}{2} \right) \\ K &= \frac{P}{F} + \frac{6}{Fh} \frac{G}{2a} \operatorname{tg} \left(\frac{al}{2} \right) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 36.$$

Man wird zweckmäsig zuerst M_{mitte} bestimmen und dann $F = bh$ annehmen, aus der Gleichung 36 die Querschnittsabmessung h (wie oben) ermitteln und sehen, ob die Werthe für b und h angemessen sind; anderenfalls verbessere man durch Annahme eines neuen Werthes für F .

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

Um a bestimmen zu können, muß \mathcal{F} , also auch der Querschnitt, vorläufig angenommen werden. Mit $b = 24$ cm und $h = 30$ cm ist

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

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

$$M_{\text{mitte}} = \frac{G}{2a} \operatorname{tg} \left(\frac{a l}{2} \right) = \frac{1600}{2} \cdot 658 \cdot 0,356 = 187\,200 \text{ kgcm.}$$

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

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

Nummehr lautet die Bedingungsgleichung für die Querschnittsbildung

$$K = \frac{15000}{F} + \frac{6}{F h} \left[\frac{G}{2a} \operatorname{tg} \left(\frac{a l}{2} \right) \right] = \frac{15000}{F} + \frac{6}{F h} 187\,200.$$

Mit $h = 30$ cm und $K = 100$ kg wird

$$F = \frac{15000}{100} + \frac{6}{100 \cdot 30} 187\,200 = 150 + 374 = 524 \text{ qcm}$$

und

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

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

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

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

$$M_{\text{mitte}} = \frac{1600 \cdot 600}{2} 0,394 = 189\,120 \text{ kgcm,} \quad \beta = 0,053 \quad \text{und} \quad f = 0,053 (600 \cdot 0,394 - 225) = 0,6 \text{ cm} = 6 \text{ mm;}$$

$$F = \frac{15000}{100} + \frac{6}{100 \cdot 30} 189\,120 = 150 + 378 = 528 \text{ qcm} \quad \text{und} \quad b = \frac{528}{30} = \approx 18 \text{ cm.}$$

Der Querschnitt 20×30 cm genügt also jedenfalls.

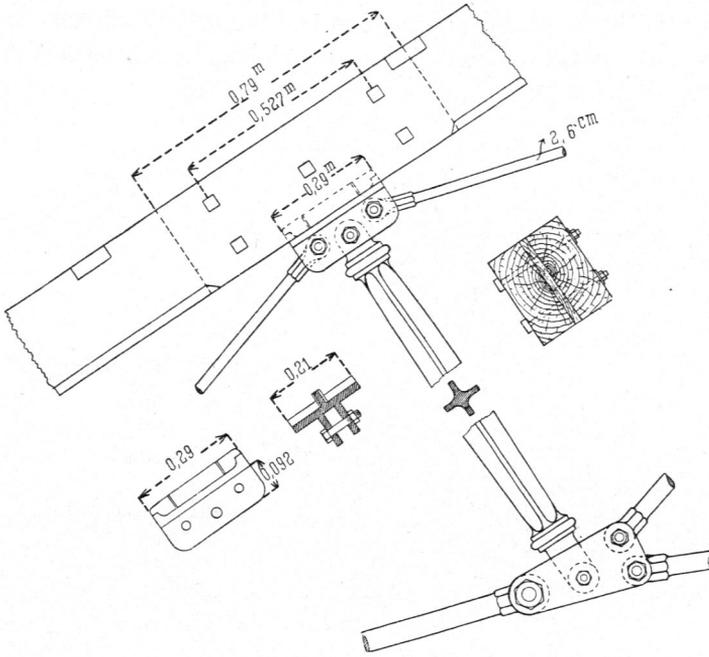
2) Auf Druck beanspruchte Gitterstäbe; Knotenpunkte.

221. Druckstäbe. Die auf Druck beanspruchten Gitterstäbe werden aus Holz, Gufseifen oder Schweißseifen hergestellt. Holz erhält rechteckigen (bzw. quadratischen) Querschnitt und Gufseifen kreis- oder kreuzförmigen Querschnitt (Fig. 580); auch setzt man wohl an den Kreisquerschnitt Kreuzarme. Bei den aus Gufseifen hergestellten Stäben kann man den Querschnitt auch leicht nach der Stabmitte hin vergrößern, wodurch man größere Sicherheit gegen Zerknicken erhält. Von den schweißseiferne Gitterstäben gilt das in Art. 173 bis 175 (S. 237) Gefagte. Bei der Berechnung des Querschnittes ist Rücksicht auf Zerknicken zu nehmen; die Stäben können dabei als drehbar angenommen werden. Wenn der Querschnitt zwei rechtwinkelig zu einander stehende Symmetrieachsen mit gleich großen Trägheitsmomenten hat, so sind alle Trägheitsmomente gleich groß und die Querschnittsform am günstigsten.

222. Knotenpunkte. Die allgemeine, in Art. 179 (S. 242) angegebene Regel für die Bildung der Knotenpunkte ist auch hier zu beachten, d. h. die Axen der an einem Knotenpunkte zusammentreffenden Stäbe sollen einander möglichst in einem Punkte schneiden.

Fig. 580.

$\frac{1}{20}$ n. Gr.



Von
der Central-
Markthalle
zu
Wien²⁶⁷⁾.

Fig. 581²⁶⁸⁾.

$\frac{1}{2}$ n. Gr.

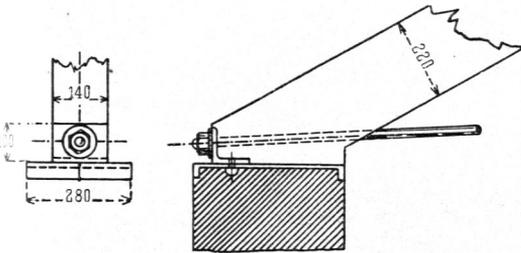


Fig. 582²⁶⁸⁾.

$\frac{1}{20}$ n. Gr.

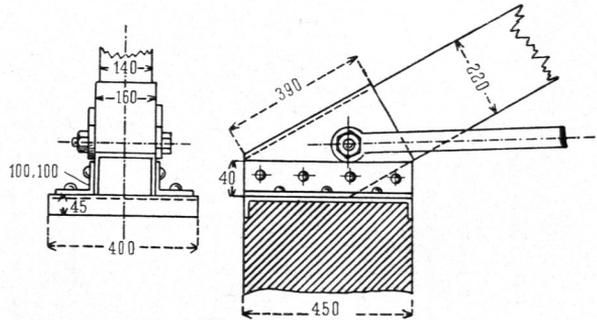
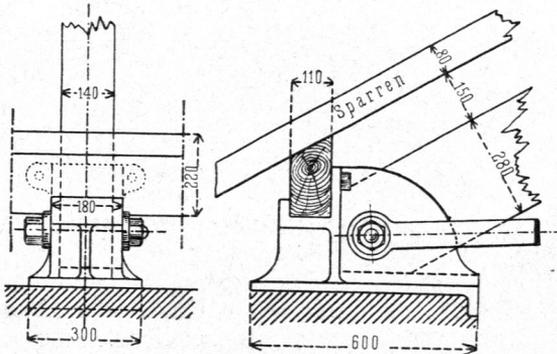


Fig. 583²⁶⁸⁾.

$\frac{1}{20}$ n. Gr.



²⁶⁷⁾ Nach: WIST, a. a. O., Band I., Bl. 24, 25.

²⁶⁸⁾ Nach: *Nowv. annales de la constr.* 1884, Pl. 38, 39.

Die Verbindung von Holz und Eisen wird fast ausschließlich mit Hilfe gußeiserner oder aus Blech zusammen genieteteter Schuhe vorgenommen; dabei ist zu beachten, daß nicht etwa die anschließenden Zugbänder einzelne Theile der Gußeisenschuhe auf Abbrechen in Anspruch nehmen dürfen.

Fig. 584.

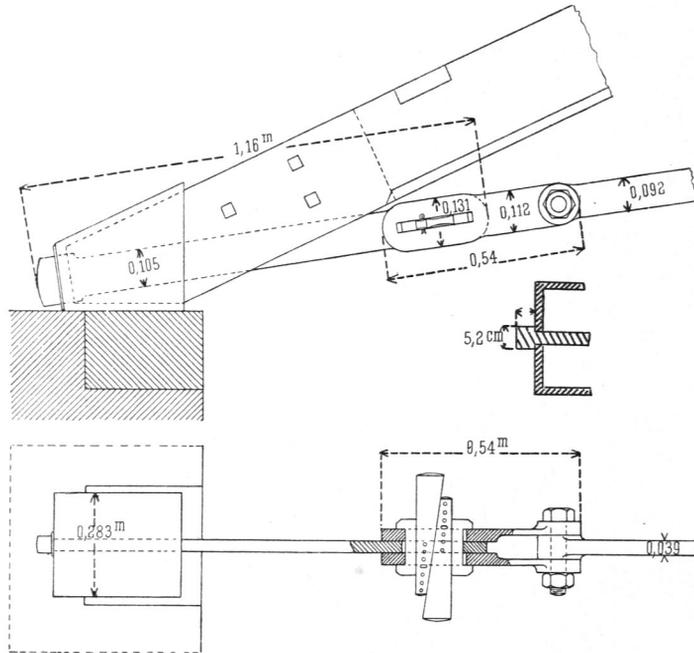
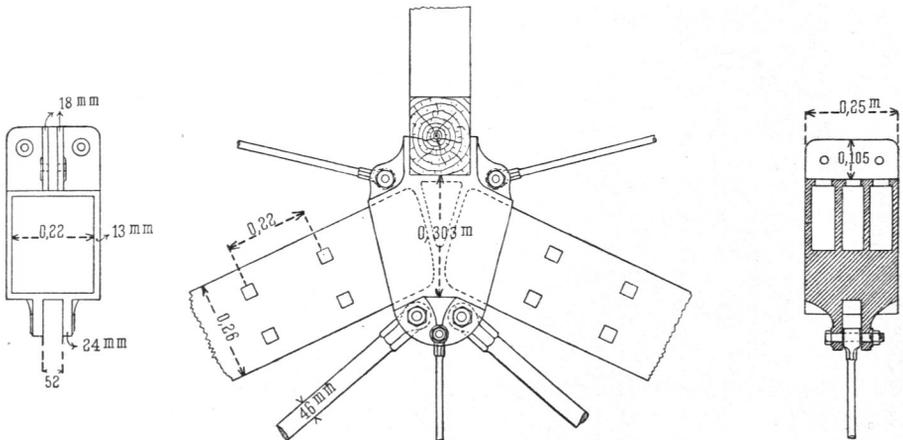


Fig. 585.



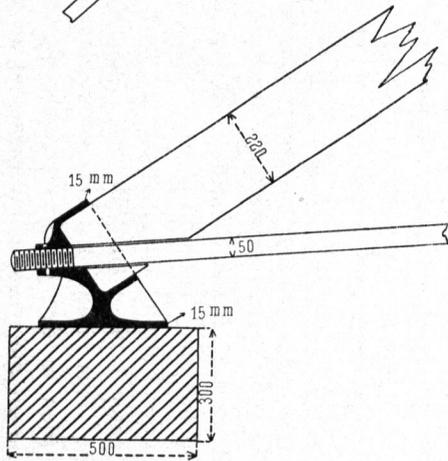
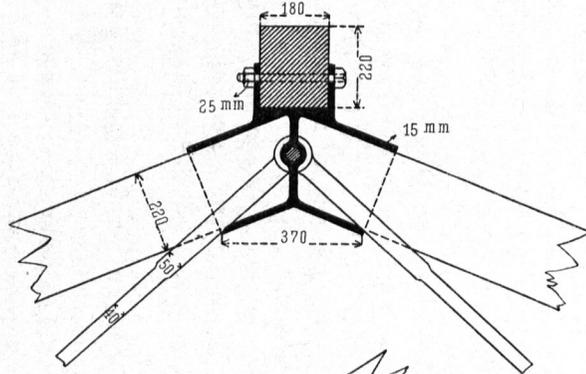
Von der Central-Markthalle zu Wien²⁶⁷⁾.

$\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 580 bis 588 führen eine Anzahl gut construirter Knotenpunkte vor.

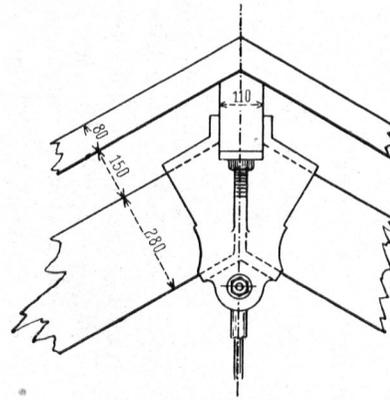
Fig. 580²⁶⁷⁾ zeigt einen Zwischenknotenpunkt, bei welchem sich allerdings die Axen der Zugbänder nicht auf der Axe des oberen Gurtungsstabes schneiden. Fig. 581 bis 584²⁶⁷⁾ geben Auflager-Knotenpunkte. Bei Fig. 581 ist ein Schuh überhaupt nicht verwendet; der untere als Rundeisen construirte Gurtungsstab ist durch das Ende des oberen Holz-Gurtungsstabes gesteckt. Fig. 582 zeigt einen aus

Fig. 586 ²⁶⁹⁾.



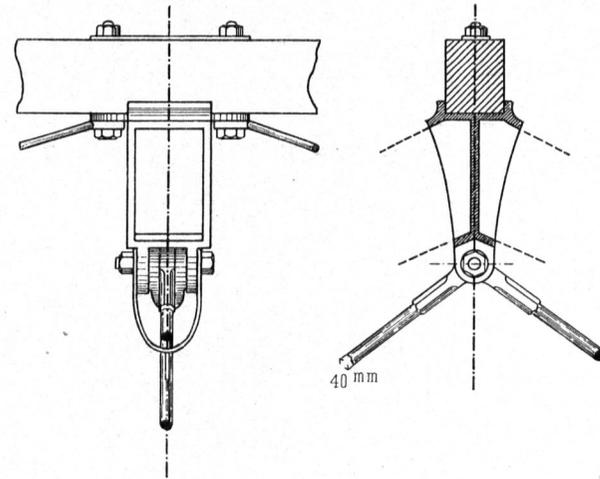
$\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 587 ²⁶⁸⁾.



$\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 588.



$\frac{1}{20}$ n. Gr.

Von einem Locomotivschuppen der Berlin-Hamburger Eifenbahn ²⁷⁰⁾.

Schweißseifenblech zusammengenieteten Schuh. In Fig. 583, 584 u. 586 (unterer Theil ²⁶⁹) sind gußeiserne Schuhe verwendet. In Fig. 585 bis 588 sind endlich eine Anzahl von Firft-Knotenpunkten dargestellt, welche nach dem Vorstehenden ohne weitere Erläuterung verständlich sein dürften.

Einige weitere Knotenpunkte für Holz-Eisen-Dächer folgen im nächsten Kapitel.

30. Kapitel.

Eiserne Thurmdächer.

^{223.}
Allgemeines.

Die Gesamtanordnung der eisernen Thurmdächer ist bereits in Kap. 28 behandelt; insbesondere sind an jener Stelle die statischen Verhältnisse und die theoretischen Grundlagen für die Construction besprochen.

Eiserne Thurmdächer haben vor den massiven, aus Hausteinen oder aus Ziegeln hergestellten Thurmspitzen den Vortheil geringeren Gewichtes; sie belasten also das Mauerwerk und den Baugrund wesentlich weniger, als jene. Gegenüber den Holzthürmen haben sie folgende Vortheile: der Aufbau ist leichter und für die Werkleute weniger gefährlich; man kann die einzelnen Theile 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 Holzthürmen. Endlich kann man den oberen Theil des Helmes, etwa das obere Drittel, im Inneren des unteren Thurms theiles zusammenbauen und darauf im Ganzen heben; dadurch wird das Einrücken der Spitze vermieden und der sonst überaus gefährliche Aufbau der Spitze zu einer verhältnismässig gefahrlosen Arbeit gemacht.

Die eisernen Thurmhelme werden mit dem Thurmmauerwerk verankert.

^{224.}
Theile eiserner
Thurmhelme.

Das Fachwerk des eisernen Thurmhelms besteht aus folgenden Theilen:

- 1) Den Gratparren, welche von den Auflagern oder von besonderen Giebelspitzen aus (Fig. 356 u. 379, S. 153 u. 178) bis zur Spitze laufen und an dieser mittels einer verhältnismässig kurzen Helmfrange mit einander vereinigt werden.
- 2) Den Ringen, welche, zwischen den einzelnen Stockwerken wagrecht herumlaufend die Gratparren mit einander verbinden.
- 3) Den in den geneigten Seitenfeldern angeordneten Diagonalen; es genügt, wenn in jedem durch Gratparren und Ringe gebildeten trapezförmigen Felde eine Diagonale angebracht wird; alsdann wird sie auf Zug und auf Druck beansprucht. Oder es werden in jedem Felde zwei sich kreuzende Diagonalen angebracht, welche wie Gegendiagonalen wirken und nur Zug aufnehmen.
- 4) Einem Fuhring, welcher die Auflager verbindet. Wenn alle Auflager fest sind, so ist der Fuhring nicht nöthig. Ist von den Auflagern, deren Zahl eine gerade ist, abwechselnd eines fest und eines in der Auflagerebene beweglich, so muß der Auflager- oder Fuhring angeordnet werden.

Die unter 1 bis 4 angegebenen Theile genügen für die Stabilität des Thurmfachwerkes. Aus praktischen Gründen ordnet man ferner noch folg.

- 5) Böden in den durch die Lage der Ringe bestimmten Höhen an. Diese Böden zerlegen die ganze Thurmpyramide in einzelne Stockwerke; sie sind erforder-

²⁶⁹) Nach: Deutsches Bauhandbuch, Bd. II, Halbbd. 1. Berlin 1880. S. 170.

²⁷⁰) Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1862, Bl. 65.