



Dächer im allgemeinen, Dachformen

Schmitt, Eduard

Stuttgart, 1901

4) Gelenkknotenpunkte.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78841](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78841)

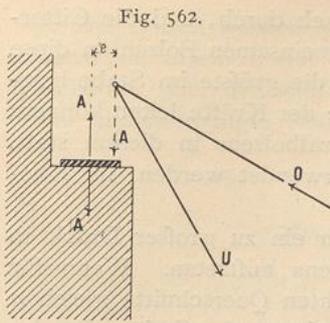


Fig. 562.

hat man die Enden der Winkeleisen, bezw. L-Eisen, welche den Querschnitt der oberen Gurtung bilden, gebogen, so daß sie an ihren Enden eine lotrechte Tangente haben (Fig. 558 u. 559^{237 u. 239}), außerdem den einen Schenkel in die wagrechte Ebene umgelegt, wodurch bequeme Verbindung mit der Auflagerplatte möglich wird. Gute Beispiele von Auflagerknotenpunkten für die verschiedenen Gurtungsquerschnitte zeigen Fig. 556 bis 561. Auflagerknotenpunkte von Gelenkdächern mit und ohne Durchzug werden weiter unten vorgeführt werden.

Bei den Pultdächern ist es am oberen Auflager oft schwierig, den Schnittpunkt der beiden Stabachsen O und U (Fig. 562) in die Lotrechte der Auflagermitte zu legen. Ein Beispiel der nicht empfehlenswerten Anordnung, bei welcher der Schnittpunkt der Stabachsen seitwärts von der Auflagermitte liegt, ist in Fig. 563 dargestellt. Für die Druckverteilung an der Unterfläche des Auflagers ist außer dem Auflagerdruck A auch das Moment Ae (Fig. 562) maßgebend. Es leuchtet ein, daß hier das Mauerwerk sehr ungünstig, auch das Knotenblech stark auf Abscheren in Anspruch genommen wird. Eine bessere Konstruktion ist in Fig. 564 gegeben.

197.
Obere
Auflager-
Knotenpunkte
bei
Pultdächern.

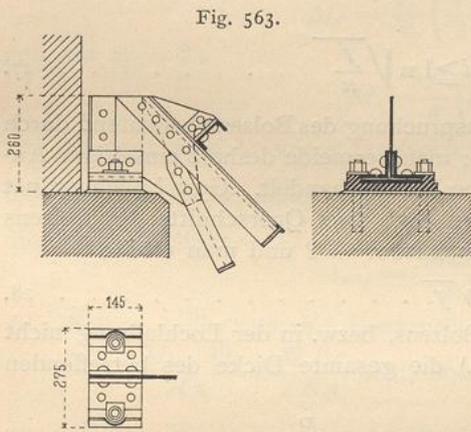


Fig. 563.

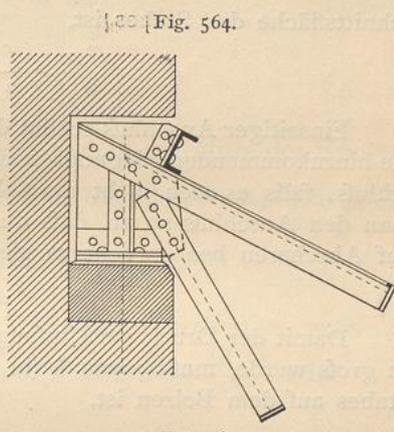


Fig. 564.

Vom Bahnhof zu Hainholz.

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

Entwurf.

4) Gelenkknotenpunkte.

Im nachstehenden sollen unterschieden werden:

1) Vollkommene Gelenkknotenpunkte, d. h. solche, bei denen alle im Knotenpunkte zusammentreffenden Stäbe durch einen oder mehrere Bolzen miteinander verbunden sind.

2) Unvollkommene Gelenkknotenpunkte, d. h. solche, bei denen ein Teil der im Knotenpunkte zusammentreffenden Stäbe durch Vernietung miteinander verbunden ist, während die anderen Stäbe mit Gelenkbolzen angeschlossen sind.

Die vollkommene Gelenkknotenpunkt-Verbindung kommt hauptsächlich in der gezogenen Gurtung zur Anwendung, die unvollkommene dagegen in der gedrückten (oberen) Gurtung. Die benachbarten Gurtungsstäbe werden bei

198.
Allgemeines.

letzterer miteinander vernietet, bzw. sie laufen einfach durch, und die Gitterfläche schliessen sich mit je einem oder mit einem gemeinsamen Bolzen an diese Verbindung. Der Anschlussbolzen eines Stabes muss die grösste im Stabe herrschende Kraft aufnehmen und an die Ausgleichsstelle der Kräfte leiten können; die Ausgleichung findet bei Verwendung eines Centralbolzens in diesem statt, wenn mehrere Einzelbolzen und ein Knotenblech verwendet werden, im Knotenblech.

199.
Bolzen-
abmessungen.

Es darf weder ein Abscheren des Bolzens, noch ein zu grosser Druck in der Lochlaibung oder am Umfange des Gelenkbolzens auftreten. Wenn für einen Stab die Anzahl der auf Abscheren beanspruchten Querschnitte gleich n ist, der Bolzendurchmesser d , die zulässige Beanspruchung des Stabes für das Quadr.-Centim. gleich K , diejenige des Bolzens auf Abscheren $K' = \frac{4}{5} K$ ist und die im Stabe wirkende Größtkraft P genannt wird, so muss

$$\frac{4}{5} K \frac{d^2 \pi}{4} \geq \frac{P}{n}$$

sein, falls man annehmen kann, dass nur Beanspruchung auf Abscheren eintritt und die gesamte Stabkraft sich gleichmässig über die abzuscherenen Querschnitte verteilt. Mit $f = \frac{P}{K}$ folgt, worin f die erforderliche Nettoquerschnittsfläche des Stabes ist,

$$\frac{d^2 \pi}{5} \geq \frac{f}{n} \text{ und } d \geq 1,26 \sqrt{\frac{f}{n}} \dots \dots \dots 27.$$

Einseitiger Anschluss erhöht die Beanspruchung des Bolzens bedeutend durch die hinzukommenden Biegungsspannungen; man vermeide deshalb einseitigen Anschluss, falls es sich nicht um sehr kleine Kräfte handelt. Gewöhnlich ordnet man den Anschluss so an, dass durch jeden Stab zwei Querschnitte des Bolzens auf Abscheren beansprucht werden; alsdann ist $n = 2$ und man erhält

$$d \geq 0,89 \sqrt{f} \dots \dots \dots 28.$$

Damit der Druck am Umfange des Bolzens, bzw. in der Lochlaibung nicht zu gross werde, muss, wenn δ (in Centim.) die gesamte Dicke des betreffenden Stabes auf dem Bolzen ist,

$$1,5 K d \delta \geq P \text{ sein, woraus } d \geq \frac{P}{1,5 K \delta}$$

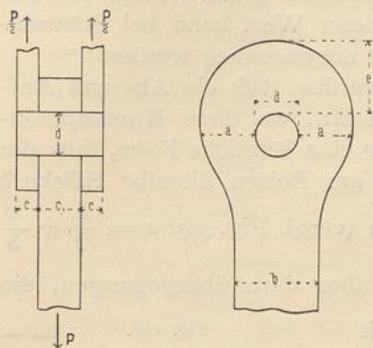
folgt, und mit $\frac{P}{K} = f$

$$d \geq \frac{2}{3} \frac{f}{\delta} \dots \dots \dots 29.$$

Wenn der Stab in mehreren Stücken auf dem Bolzen sitzt, so ist als δ die Summe der einzelnen Dicken einzuführen. Von den beiden Werten, welche sich für d aus den Gleichungen 27 u. 29 ergeben, ist für die Ausführung der grössere zu wählen; erhält man aus der letzteren Gleichung sehr grosse Werte, so kann man dieselben durch Vergrössern von δ , d. h. durch Verdickung der Stabenden verkleinern. Beispiele hierfür sind in Fig. 512 u. 566 vorgeführt. Die Vergrösserung der Dicke kann durch Ausschmieden im Gesenk (bei den sog. Augenstäben) oder durch Aufnieten von Platten, letzteres sowohl beim Stabe selbst, wie beim Knotenblech, erreicht werden.

Die Bolzen werden in Wirklichkeit nicht nur auf Abscheren beansprucht, sondern sie erleiden eine zusammengesetzte Beanspruchung auf Biegung und Abscheren. Bei den einfachen, hier hauptsächlich vorkommenden Fällen, in denen ein zweiteiliger Stab mit einem Bolzen an einem Knotenbleche oder ein einteiliger Stab zwischen einem doppelten Knotenbleche befestigt wird (Fig. 565), braucht auf diese vereinte Beanspruchung keine Rücksicht genommen zu werden. Es genügt, die Berechnung, außer mit Rücksichtnahme auf Abscheren, auch unter Zugrundelegung der Biegungsbeanspruchung vorzunehmen; die Stärke des Bolzens ergibt sich für den Fall von Fig. 565 unter letzterer Rücksicht wie folgt. Nimmt man an, daß die Kraft P sich auf die Länge c_1 des Bolzens gleichmäÙig verteilt, so ist die Belastung desselben auf die Längeneinheit $p = \frac{P}{c_1}$, und in einem Querschnitt, der um x von der Berührungsfläche des Knotenbleches und Stabes nach innen liegt ist das Biegemoment

Fig. 565.



um x von der Berührungsfläche des Knotenbleches und Stabes nach innen liegt ist das Biegemoment

$$M_x = \frac{P}{2} \left(\frac{c}{2} + x \right) - \frac{P}{c_1} \frac{x^2}{2},$$

und mit $c_1 = 2c$

$$M_x = \frac{P}{4} \left(c + 2x - \frac{x^2}{c} \right).$$

Das Moment erreicht seinen Größtwert für $x=c$, also in der Mitte des Knotenbleches, d. h. es ist $M_{max} = \frac{Pc}{2}$, und die größte Biegungsbeanspruchung in diesem Querschnitt

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} d}{2 J} = \frac{M_{max} 32}{d^3 \pi}.$$

Soll σ_{max} die zulässige Beanspruchung K nicht überschreiten, so muß

$$d^3 = \frac{M_{max} 32}{K \pi} = \frac{32 P c}{2 K \pi} \text{ sein, und mit } \frac{P}{K} = f \text{ wird } d^3 = \frac{16 f c}{\pi} \text{ oder}$$

$$d = 1,72 \sqrt[3]{f c} \dots \dots \dots 30.$$

Beispiel. Es sei $P_{max} = 22000$ kg, $K = 800$ kg für 1 qcm, also $f = \frac{P}{K} = 27,5$ qcm; ferner sei $c = 3$ cm und $c_1 = 6$ cm. Alsdann müÙte sein:

nach Formel 28: $d \geq 0,89 \sqrt{f}$ oder $d \geq 4,67$ cm,

nach Formel 29: $d \geq \frac{2}{3} \frac{f}{c_1}$ oder $d \geq 3,05$ cm,

nach Formel 30: $d = 1,72 \sqrt[3]{f c}$ oder $d = 7,5$ cm.

Man wird $d = 7,5$ cm wählen; es genügt also nicht, nur nach den Formeln 28 u. 29 zu rechnen.

GroÙe Durchmesser der Bolzen sind nicht wünschenswert; der bei dieser Gelenkkonstruktion erstrebten Drehbarkeit der Stäbe um die theoretischen Knotenpunkte wirkt das Moment des Reibungswiderstandes am Umfange der Bolzen, d. h. mit dem Hebelsarme $\frac{d}{2}$, entgegen. Dasselbe hat, wenn der Reibungskoeffizient zu 0,15 angenommen wird, den Wert $0,15 \frac{P d}{2} = 0,075 P d$.

Schon bei verhältnismäßig nicht großen Werten von d ist dieses Moment genügend, um jede Drehung zu verhindern, so daß sich der Stab dann so verhält, als wäre er vernietet. Man hält deshalb die Bolzendurchmesser möglichst klein; zu diesem Zwecke vermindert man die Momente $\frac{Pc}{2}$ (siehe oben) möglichst durch Verringerung von c und gestattet ziemlich große Werte für den Einheitsdruck an der Hinterseite des Bolzens. Dieser Wert kann bei Schweißeisen und Flusseisen auf 1500 bis 1800 kg für 1 qcm angenommen werden.

Die Enden der Stäbe müssen so geformt werden, daß ein Ab- und Aufreißen derselben nicht eintreten kann. In Amerika, wo diese Knotenpunktverbindung sehr verbreitet ist, wählte man früher eine längliche Form, falls der Stab ein Flacheisen von der Breite b war und am Bolzen dieselbe Stärke δ hatte, wie an den anderen Stellen; man nahm (vergl. Fig. 565) $a = \frac{b}{2} + \frac{d}{3}$

und $e = \frac{b}{2} + \frac{2}{3}d$. Neuerdings ist man dort aber dazu übergegangen, die Ösen in ihrem äußeren Umfange konzentrisch mit den Bolzenlöchern zu konstruieren. Der Kopf wird so breit gemacht, daß seine Querschnittsfläche an der schwächsten Stelle diejenige des Stabes um 33 bis 40 Vomhundert übertrifft.

Bei dem nicht verdickten Stabende ist dann

$$\delta (D - d) = 1,40 b \delta, \text{ d. h. } D = d + 1,40 b$$

und bei einem auf δ_1 verdickten Kopfe

$$\delta_1 (D - d) = 1,40 b \delta_1, \text{ d. h. } D = d + 1,40 b \frac{\delta}{\delta_1}.$$

Wenn der Zugstab statt eines rechteckigen einen anderen Querschnitt hat, so kann man statt $b \delta$ in die obigen Formeln die wirkliche Querschnittsfläche f einführen. Beim kreisförmigen Querschnitt (Fig. 566) würde man erhalten:

$$\delta_1 (D - d) = 1,40 f \text{ und } D = d + 1,40 \frac{f}{\delta_1}.$$

Die Werte, welche sich hieraus für D ergeben, sind etwas klein; es empfiehlt sich, D größer zu wählen.

Beispiel. Im vorhergehenden Beispiel war $P_{max} = 22000$ kg, $f = 27,5$ qcm und $d = 7,5$ cm; hiernach würde ein Rundeisen von $5,92 = \sim 6$ cm Durchmesser genügen, da seine Querschnittsfläche $\frac{5,92^2 \cdot 3,14}{4} = 27,5$ qcm ist. Man erhält aus obigen Formeln $D = d + 1,4 \frac{27,5}{\delta_1}$; ist $\delta_1 = 6,0$ cm, so wird $D = 7,5 + 1,4 \frac{27,5}{6,0} = 13,94$ cm ~ 14 cm.

In Deutschland macht man die Enden der Stäbe sowohl länglich (Fig. 511, 576 u. 577), wie auch konzentrisch (Fig. 590). In Frankreich scheint die letztere Form mehr üblich zu sein (Fig. 572).

Es wird empfohlen, an dieser Stelle nicht mit dem Material zu sparen; die Sicherheit des Ganzen hängt von dieser Stelle ab, und gerade hier spielt die mögliche Ersparnis nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Bei einer Querschnittsform des Stabes, welche nicht ohne weiteres das Anbringen eines Bolzenloches gestattet — wie z. B. bei den kreuzförmigen,

200.
Form der
Stabenden.

Fig. 566.

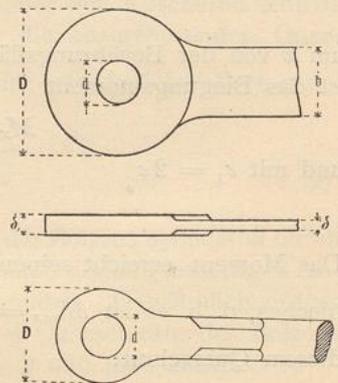
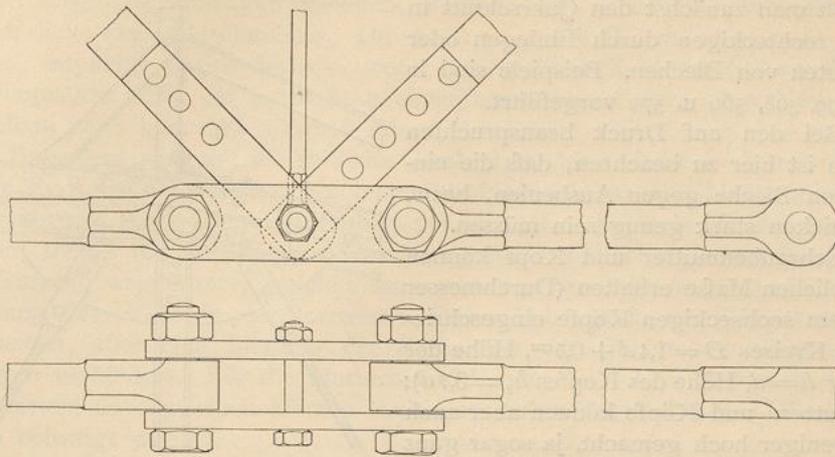


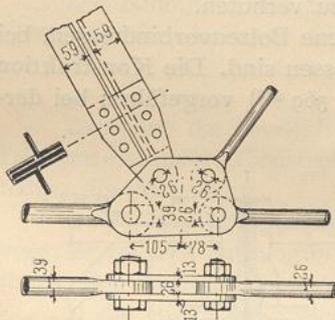
Fig. 567.



Von den Central-Markthallen zu Wien²⁴².

$\frac{1}{10}$ w. Gr.

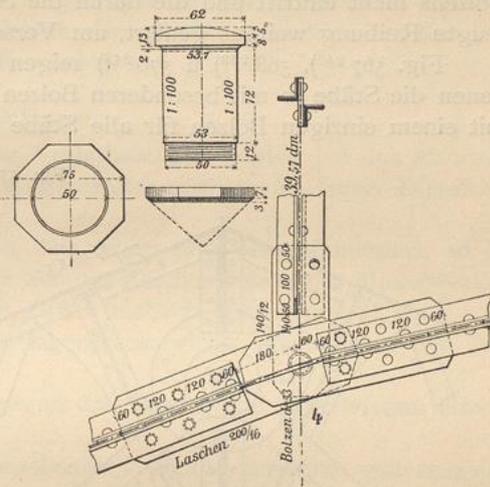
Fig. 568.



Vom Retortenhaus
am Hellweg zu Berlin²⁸⁹.

$\frac{1}{15}$ w. Gr.

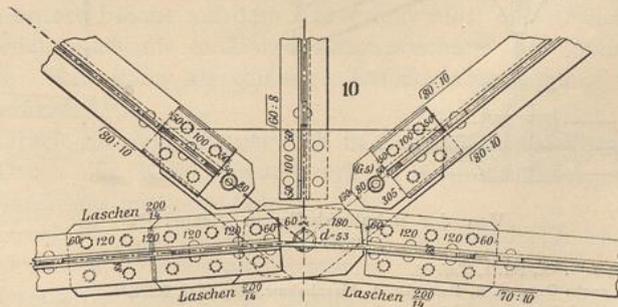
Fig. 569.



Von der Einsteigehalle auf dem Centralbahnhof
zu München²⁴³.

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

Fig. 570.



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

Von der Einsteigehalle auf dem Centralbahnhof zu München²⁴³.

Handbuch der Architektur. III, 2, d. (2. Aufl.)

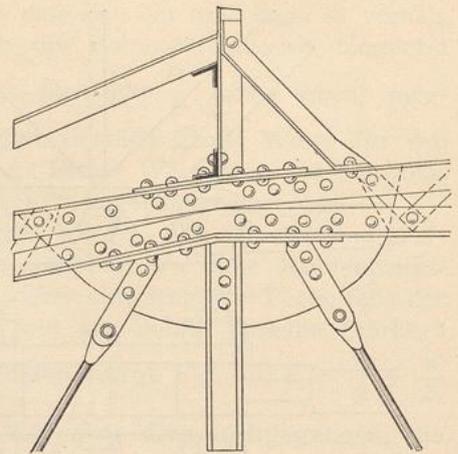
E- und I-förmigen Querschnitten — verwandelt man zunächst den Querschnitt in einen rechteckigen durch Einlegen oder Aufnieten von Blechen. Beispiele sind in Fig. 499, 568, 569 u. 570 vorgeführt.

Bei den auf Druck beanspruchten Stäben ist hier zu beachten, daß die eingelegten Bleche gegen Ausbeulen, bezw. Ausknicken stark genug sein müssen.

Schraubenmutter und Kopf können die üblichen Maße erhalten (Durchmesser des dem sechseckigen Kopfe eingeschriebenen Kreises $D = 1,4d + 0,5\text{cm}$, Höhe der Mutter $h = d$, Höhe des Kopfes $h_1 = 0,7d$); die Muttern und Köpfe können aber auch viel weniger hoch gemacht, ja sogar ganz fortgelassen und durch einen kleinen Splint ersetzt werden (Fig. 511), da eine Beanspruchung in der Längsrichtung des Bolzens nicht eintritt und die durch die Stabspannungen am Bolzenumfang erzeugte Reibung weitaus genügt, um Verschiebung zu verhüten.

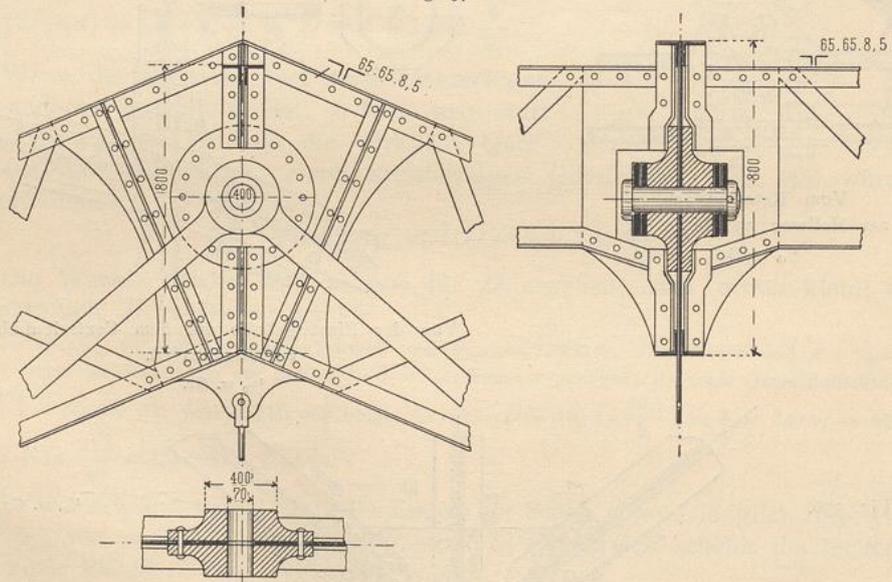
Fig. 567²⁴²⁾, 568²³⁹⁾ u. 570²⁴³⁾ zeigen vollkommene Bolzenverbindungen, bei denen die Stäbe je mit besonderen Bolzen angeschlossen sind. Die Konstruktion mit einem einzigen Bolzen für alle Stäbe ist in Fig. 569²⁴³⁾ vorgeführt; bei der-

Fig. 571.



Vom früheren Empfangsgebäude der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Berlin²⁴⁴⁾.
1/20 w. Gr.

Fig. 572.



Von der Bahnhofshalle zu Neapel²⁴⁵⁾.

1/20 w. Gr.

²⁴²⁾ Nach: WIST, a. a. O., Bd. I, Taf. 28.

²⁴³⁾ Faks.-Repr. nach: Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1887, Taf. XXXII.

²⁴⁴⁾ Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1870, Bl. 33.

²⁴⁵⁾ Nach: *Nouv. annales de la const.* 1857, Pl. 47-48.

selben kommt man häufig zu großen Bolzenlängen; die Momente, welche im Bolzen Biegungsspannungen erzeugen, werden dann groß und damit auch der erforderliche Bolzendurchmesser. Um nicht zu große Bolzendurchmesser zu erhalten, empfiehlt es sich deshalb, wenn eine größere Zahl von Stäben sich im Knotenpunkte trifft, für jeden Stab einen besonderen Bolzen zu wählen; jeder derselben kann kurz und schwach sein.

Besonders wird auf die seitliche Versteifung der von *Gerber* konstruierten, in Fig. 569 u. 570 dargestellten Knotenpunkte hingewiesen. Für Momente, welche senkrecht zur Binderebene wirken, ist bei Fig. 567 u. 568 keine Vorkehrung getroffen; *Gerber* hat für diese ein besonders geformtes Blech zwischen den Stäben der Gurtung angeordnet, welches senkrecht zur Binderebene liegt, daher der Drehung der Stäbe in der lotrechten Ebene sehr geringen Widerstand entgegengesetzt, aber eine Biegung der Stäbe aus der Binderebene heraus sehr wirksam verhindert. Für die Muttern und Köpfe der Bolzen ist das Blech ausgeschnitten; an demselben können auch Querverbindungsstäbe und Winddiagonalen befestigt werden.

Fig. 571²⁴⁴⁾ u. 572²⁴⁵⁾ zeigen die unvollkommene Bolzenverbindung mit Knotenblechen, an welche sich die Zugstäbe mit Doppellaschen anschließen. Die Knotenbleche können einfach oder doppelt sein, auch an der Stelle, wo der Bolzen durchgeht, durch aufgenietete oder aufgeschraubte Platten verstärkt werden.

Die Kämpfer- und Scheitelgelenke der Gelenkdächer werden bei der Besprechung der Auflager mit behandelt werden.

5) Auflager.

Zwischen die Binderfüße und die Auflagersteine werden bei den eisernen Dächern besondere Konstruktionsteile eingeschaltet, die sog. Auflager. Dieselben haben die Aufgaben:

201.
Aufgaben.

1) die Berührungsfläche zwischen dem Eisen und dem Mauerwerk so zu vergrößern, daß der ungünstigstenfalls auf die Flächeneinheit des Mauerwerkes (bezw. des Auflagersteines) entfallende Druck nicht zu groß wird;

2) die Stelle, an welcher der Auflagerdruck wirkt, möglichst genau fest zu legen;

3) eine Bewegung des Binders gegen das Mauerwerk in gewissem Grade zu ermöglichen.

Die Wichtigkeit der zuerst angegebenen Aufgabe ist ohne weiteres einleuchtend. Selbst wenn man sehr harten Stein als Auflagerstein wählt, kann man nicht denselben Druck zwischen diesem und dem Eisen zulassen wie zwischen Eisen und Eisen. Gewöhnlich wird der Binderfuß auf eine gußeiserne Platte gesetzt, deren untere Fläche auf dem Lagerstein ruht; diese Fläche muß so groß bemessen werden, daß die zulässige Beanspruchung des Steines nicht überschritten wird. Man kann als zulässige Druckbeanspruchung für das Quadr.

202.
Größter Druck
auf das
Mauerwerk.

Centimeter einführen²⁴⁶⁾:

10^{kg} Druck für Ziegelmauerwerk in Cementmörtel;

15^{kg} Druck für Klinkermauerwerk in Cementmörtel und Quader aus Sandstein mittlerer Güte;

25^{kg} Druck für Quader aus Kalkstein und Sandstein bester Güte;

50^{kg} Druck für Quader aus Granit;

75^{kg} Druck für Quader aus Basalt.

²⁴⁶⁾ Nach: SCHARROWSKY, C. Musterbuch für Eisen-Konstruktionen. Teil I. Leipzig u. Berlin 1888. S. 48.