



Dächer im allgemeinen, Dachformen

Schmitt, Eduard

Stuttgart, 1901

b) Konstruktion der Stäbe.

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

netz eine zusammenhängende Oberfläche (einen Mantel) bildet, der einen inneren Raum vollständig umschließt; an keinem Knotenpunkte dürfen aber alle von ihm ausgehenden Stäbe in derselben Ebene liegen. Ersetzt man nun einen Teil des Mantels durch die feste Erde, so bleibt das Stabwerk unverschieblich, und man erhält das Flechtwerk. Beim Tonnenflechtwerk muß dann auch jede Stirnseite entweder ein obiger Bedingung entsprechendes Dreiecknetz bilden oder mit Mauern versehen werden, welche als Teile der festen Erde anzusehen sind. Unter Beachtung dieses wichtigen Satzes kann man für die verschiedensten Aufgaben Flechtwerke konstruieren.

b) Konstruktion der Stäbe.

Die Fachwerke der Binder und der Flechtwerke setzen sich aus einzelnen Stäben zusammen, welche auf Zug, bezw. Druck beansprucht werden. Nach Ermittlung der in den Stäben ungünstigstenfalls auftretenden Kräfte können die Querschnitte der Stäbe bestimmt werden. Dabei ist zu unterscheiden, ob der Stab nur auf Zug, bezw. nur auf Druck oder sowohl auf Zug, wie auf Druck beansprucht wird. Bei den nur gezogenen Stäben genügt es, wenn wenigstens die berechnete Querschnittsfläche an der schwächsten Stelle vorhanden ist; die Form der Querschnittsfläche ist nicht ganz gleichgültig, hat aber bei diesen Stäben eine mehr untergeordnete Bedeutung. Bei den auf Druck beanspruchten Stäben dagegen muß die Querschnittsform sorgfältigst so gewählt werden, daß sie genügende Sicherheit gegen Ausbiegen und Zerknicken bietet; hier genügt der Nachweis der Größe der verlangten Querschnittsfläche allein nicht. Deshalb soll im folgenden zunächst die Größe der Querschnittsfläche, sodann die Form des Querschnittes besprochen werden.

169.
Gezogene
und gedrückte
Stäbe.

1) Größe und Form der Querschnittsfläche.

Bezüglich der Ermittlung der Größe der Querschnittsfläche der Stäbe kann auf die Entwicklungen in Teil I, Bd. I, zweite Hälfte (Art. 281 bis 288, S. 247 bis 252²²⁹⁾ dieses »Handbuches« verwiesen werden; der bequemeren Verwendung wegen mögen die Formeln für die Querschnittsberechnung hier kurz wiederholt werden.

170.
Größe der
Querschnitts-
fläche.

Es bezeichne P_0 die durch das Eigengewicht im Stabe erzeugte Spannung; P_1 die größte durch Schnee- und Winddruck, sowie sonstige zufällige Belastung im Stabe erzeugte Spannung, welche gleichen Sinn mit P_0 hat, d. h. Druck, bezw. Zug ist, wenn P_0 Druck, bezw. Zug ist, und P_2 die größte durch Schnee- und Winddruck, sowie sonstige zufällige Belastung im Stabe erzeugte Spannung, welche entgegengesetzten Sinn mit P_0 hat, d. h. Druck, bezw. Zug ist, wenn P_0 Zug, bezw. Druck ist. Alle Werte in nachstehenden Angaben sind in absoluten Zahlen, d. h. ohne Rücksicht auf die Vorzeichen, einzusetzen.

1) Schweißisenstäbe. Falls die Stäbe nur auf Zug oder nur auf Druck beansprucht werden, so ist P_2 gleich Null; alsdann ist die Querschnittsfläche

$$F = \frac{P_0}{1050} + \frac{P_1}{700} \text{ oder } F = \frac{P_0 + 1,5 P_1}{1050} \dots \dots \dots 13.$$

P_0 und P_1 sind in Kilogr. einzusetzen, und F wird in Quadr.-Centim. erhalten.

Die Formeln 13 gelten auch, wenn zeitweilig P_2 auftritt, so lange $P_2 < \frac{2}{3} P_0$ ist.

²²⁹⁾ 2. Aufl.: Art. 76 u. 77, S. 50 bis 53; 3. Aufl.: Art. 83 bis 85, S. 60 bis 63.

Falls die Stäbe zeitweise auf Zug, zeitweise auf Druck beansprucht werden können und $P_2 > \frac{2}{3} P_0$ ist, so verwende man,

$$\text{wenn } P_2 - P_1 < \frac{4}{3} P_0 \text{ ist: } F = \frac{P_0}{1575} + \frac{P_1}{700} + \frac{P_2}{2100}; \dots \dots \dots 14.$$

$$\text{wenn } P_2 - P_1 > \frac{4}{3} P_0 \text{ ist: } F = -\frac{P_0}{1575} + \frac{P_1}{2100} + \frac{P_2}{700} \dots \dots \dots 15.$$

Auch in den Gleichungen 14 u. 15 einschliesslich der zugehörigen Kriterien sind P_0, P_1, P_2 in Kilogr. und in absoluten Werten einzusetzen; F wird in Quadr.-Centim. erhalten.

2) Flusseisenstäbe. Falls die Stäbe nur auf Zug oder nur auf Druck beansprucht werden, so lange also $P_2 = 0$ oder $P_2 < \frac{2}{3} P_0$, ist

$$F = \frac{P_0}{1350} + \frac{P_1}{900} \text{ oder } F = \frac{P_0 + 1,5 P_1}{1350} \dots \dots \dots 16.$$

Falls die Stäbe zeitweise auf Zug, zeitweise auf Druck beansprucht werden können und $P_2 > \frac{2}{3} P_0$ ist, so verwende man,

$$\text{wenn } P_2 - P_1 < \frac{4}{3} P_0 \text{ ist: } F = \frac{P_0}{2000} + \frac{P_1}{900} + \frac{P_2}{2700}; \dots \dots \dots 17.$$

$$\text{wenn } P_2 - P_1 > \frac{4}{3} P_0 \text{ ist: } F = -\frac{P_0}{2000} + \frac{P_1}{2700} + \frac{P_2}{700} \dots \dots \dots 18.$$

3) Gufseisenstäbe. Gufseisen soll niemals bei Stäben verwendet werden, welche auf Zug beansprucht werden; nur bei gedrückten Stäben darf man es allenfalls noch benutzen, wenn keine stofsweise Belastung zu erwarten ist. Man kann alsdann setzen:

$$F_0 = \frac{P_0 + P_1}{500} \dots \dots \dots 19.$$

4) Holz. Auch Holz sollte man nur für gedrückte Stäbe verwenden; man kann alsdann setzen:

$$F = \frac{P_0 + P_1}{80} \dots \dots \dots 20.$$

171.
Form der
Querschnitts-
fläche
der Stäbe.

Bei den gezogenen Stäben empfiehlt es sich, die einzelnen Teile des Querschnittes möglichst gleichmäfsig um den Schwerpunkt zu gruppieren; der kreisförmige und der kreuzförmige Querschnitt ist gut, auch der aus anderen praktischen Gründen empfehlenswerte Rechteckquerschnitt (Flacheisen); man mache die Höhe des Rechteckes gegenüber seiner Dicke nicht zu grofs. Wegen guter Kraftübertragung in den Knotenpunkten lege man den Schwerpunkt des Querschnittes in die Kraftebene; womöglich ordne man letzteren so an, dafs er durch die Kraftebene in zwei symmetrische Hälften geteilt wird.

Bei den gedrückten Stäben sind zunächst die vorstehend für die gezogenen Stäbe angeführten Rücksichten gleichfalls zu nehmen; ausserdem ist aber auf genügende Sicherheit gegen Zerkricken der allergröfste Wert zu legen. Nennt man die gröfstmögliche Druckkraft im Stabe P , die freie Stablänge λ , nimmt man in den Enden des freien Stabstückes Gelenke an, so dafs also λ von Gelenkmitte bis Gelenkmitte reicht, und bezeichnet man mit J_{min} den kleinsten Wert aller auf Schwerpunktsachsen bezogenen Trägheitsmomente des Quer-

schnittes (also das kleinste Schwerachsen-Trägheitsmoment); so muß nach Teil I, Band 1, zweite Hälfte (2. Aufl.: Art. 137, S. 116; 3. Aufl.: Art. 141, S. 131) dieses »Handbuches« sein:

$$\left. \begin{array}{l} \text{für schweis- und flufseiserne Stäbe } J_{min} = 2,5 P\lambda_m^2 \\ \text{für Gufseisenstäbe } \dots \dots \dots J_{min} = 8 P\lambda_m^2 \\ \text{für Holzstäbe } \dots \dots \dots J_{min} = 83 P\lambda_m^2 \end{array} \right\} \dots \dots \dots 21.$$

Hierin soll P in Tonnen und λ in Metern eingesetzt werden; J_{min} wird auf Centim. bezogen erhalten. In diesen Formeln ist vorausgesetzt, daß die Stäbe nach allen Richtungen ausbiegen können.

Wenn die Stäbe an ihren Enden eingespannt sind, so ergeben sich für J_{min} Werte, welche nur den vierten Teil der oben angegebenen betragen (vergl. a. a. O.); die wirklichen Stäbe können aber in den meisten Fällen weder als gelenkförmig angeschlossen, noch als eingespannt betrachtet werden; insbesondere würde die letztere Annahme meistens zu günstig sein.

Beiderseits vernietete Gitterstäbe kann man nach der Formel so berechnen, als wären sie beiderseits mit drehbaren Enden versehen; die Annahme ist etwas zu ungünstig; aber die Sicherheit wird durch dieselbe vergrößert.

Die Stäbe der Druckgurtung (oberen Gurtung) gehen gewöhnlich in den Knotenpunkten durch, könnten also in der Ebene des Binders als eingespannt angesehen werden; es empfiehlt sich aber nicht, diese besonders günstige Annahme zu machen, weil man eine vollkommene Einspannung nicht mit Sicherheit annehmen kann. Deshalb wird empfohlen, für diese Stäbe den im eben genannten Heft dieses »Handbuches« (Art. 337, S. 300²³⁰) durchgeführten Fall 4 zu Grunde zu legen, also nach folgenden Formeln zu rechnen:

$$\left. \begin{array}{l} \text{für Schweis- und Flufseisen } J_{min} = \frac{5}{4} P\lambda_m^2 \\ \text{für Gufseisen } \dots \dots \dots J_{min} = 4 P\lambda_m^2 \\ \text{für Holz } \dots \dots \dots J_{min} = 41 P\lambda_m^2 \end{array} \right\} \dots \dots \dots 22.$$

Auch hier ist P in Tonnen und λ in Metern einzuführen, und man erhält J_{min} auf Centim. bezogen.

Wenn die Knotenpunkte der oberen Gurtung durch die Pfetten eine so ausreichende Querversteifung haben, daß sie nicht aus der Binderebene herausgebogen werden können, so kann man sie als feste Punkte ansehen und die Länge zwischen den Knotenpunkten als Knicklänge λ einführen; wenn aber eine solche Querversteifung nicht vorhanden ist, so kann unter Umständen ein Ausbiegen aus der Binderebene eintreten; dann muß man für die Zerknickungsgefahr in der betreffenden Ebene die Entfernung zwischen den beiden für diese Beanspruchung als fest anzusehenden Punkten als λ einführen. Gerade die Gefahr des Ausbiegens aus der Binderebene spricht gegen Binder, in deren Druckgurtung nicht die Pfetten angebracht sind; man sollte solche Anordnungen vermeiden.

2) Praktische Querschnittsformen für Schweis- und Flufseisenstäbe.

α) Querschnitte, welche sowohl für gezogene, wie auch für gedrückte Gurtungsstäbe geeignet sind.

Den hier zu betrachtenden Querschnittsformen ist die Widerstandsfähigkeit gegen Zerknicken gemeinsam. Da es sich um Querschnitte für Gurtungen

172.
Form der
Querschnitts-
fläche der
Gurtungen.

173.
Zwei L-Eisen.

²³⁰) 2. Aufl.: Art. 122 u. 137, S. 102 u. 117. — 3. Aufl.: Art. 141, S. 131.
Handbuch der Architektur. III. 2, d. (2. Aufl.)

handelt, müssen dieselben die bequeme Befestigung der Gitterstäbe und (bei der oberen Gurtung) der Pfetten gestatten.

a) Zwei Winkeleisen (Fig. 492). Zwischen den beiden lotrechten Schenkeln ist ein Zwischenraum zum Einlegen der Anschlussbleche für die Gitterstäbe, der sog. Knotenbleche, vorhanden. Die Winkeleisen können gleichschenkelig oder ungleichschenkelig sein; der gröfsere Schenkel kann in die lotrechte oder wagrechte Richtung gelegt werden. Kleinste zu verwendende Winkeleisen sind etwa $45 \times 45 \times 7$ mm; grösste Kaliber ziemlich beliebig, je nach Bedarf bis $150 \times 160 \times 14$ mm und mehr. Dieser Querschnitt wird vielfach ausgeführt; er ist für obere Gurtungen sehr empfehlenswert, gestattet bequemen Anschluß der Gitterstäbe und der Windverkreuzung durch Knotenbleche, welche auf die wagrechten Schenkel kommen; die Pfetten finden auf diesen Schenkeln ein bequemes Auflager.

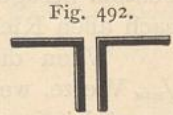


Fig. 492.

Damit für die Zerknickungsgefahr der Querschnitt als Ganzes wirke, legt man in gewissen Abständen Blechstücke ein und verbindet daselbst beide Teile durch einen Niet; die Abstände dieser Einlagen betragen gewöhnlich 35 bis 50 cm. Dafs man mit diesem Mafse weiter gehen kann, zeigt nachstehende Rechnung. Nennt man den gesuchten Abstand λ und versteht unter P und \mathcal{F}_{min} dieselben Begriffe, wie oben in Gleichung 21 u. 22, so kommt auf jede Hälfte des

Querschnittes die Kraft $\frac{P}{2}$ (Fig. 493). Legt man den zweiten Zerknickungsfall²³¹⁾ zu Grunde, was jedenfalls ungünstiger ist, als die Wirklichkeit, so mufs, damit kein Ausbiegen eintritt, für jede Hälfte des Querschnittes $\mathcal{F}_{min} = 2,5 \frac{P}{2} \lambda^2$ sein. Die Querschnitts-

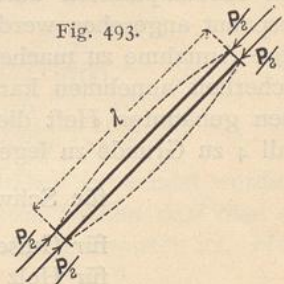


Fig. 493.

fläche f (in Quadr.-Centim.) einer Querschnittshälfte kann hier allgemein, weil stets etwas zugegeben wird, gesetzt werden: $f = \frac{P}{2 \cdot 500}$, wenn f in Quadr.-Centim. und P in Kilogr. eingesetzt wird, oder $f = \frac{P \cdot 1000}{2 \cdot 500} = P$, wenn P in Tonnen ausgedrückt wird.

Aus letzterer Beziehung folgt $P = f$. Dieser Wert in die Gleichung für \mathcal{F}_{min} eingesetzt, ergibt $\mathcal{F}_{min} = \frac{2,5 f}{2} \lambda^2$, woraus

$$\lambda^2 = \frac{2 \mathcal{F}_{min}}{2,5 f} = \frac{0,8 \mathcal{F}_{min}}{f} \dots \dots \dots 23.$$

Anstatt \mathcal{F}_{min} müfste hier eigentlich das Trägheitsmoment, bezogen auf die lotrechte Schwerpunktsachse eines der beiden Winkeleisen, eingeführt werden; setzt man aber selbst den Wert des kleinsten Trägheitsmoments eines Winkel-eisens ein, so erhält man noch ziemlich grofse Werte für λ , d. h. für den Abstand der Einlagen.

Für das Winkeleisen von $55 \times 55 \times 8$ mm Querschnitt ist $\mathcal{F}_{min} = 9,38$ (auf Centim. bezogen) und $f = 8,16$ qcm, sonach $\lambda = 0,96$ m;

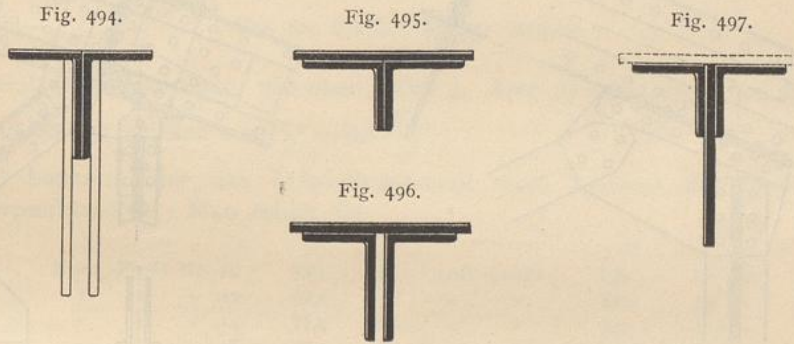
²³¹⁾ Siehe das mehrfach genannte Heft dieses »Handbuchs«, Art. 338, S. 301. (2. Aufl.: Art. 123, S. 103; 3. Aufl.: Art. 139, S. 129.)

für das Winkeleisen von $60 \times 60 \times 8$ mm ist $f_{min} = 12,27$ (auf Centim. bezogen) und $f = 9^{cm}$; mithin

$$\lambda = 1,04 \text{ m.}$$

Die Abstände können also ziemlich groß sein.

Die Weite des Zwischenraumes der beiden lotrechten Winkeleisenschkel wählt man wenigstens gleich der Eisenstärke der Winkel; besser macht man dieses Maß größer, und zwar empfiehlt sich eine Weite, welche gleich der Summe der Eisenstärken beider Winkel ist. Dann erhält auch das einzulegende Knotenblech diese große Stärke; die Zahl der Anschlussniete der Gitterstäbe, sowie die Größe des Knotenbleches kann alsdann kleiner sein als bei geringer Stärke, und beide Winkeleisen können durch dasselbe Knotenblech gestoßen werden. Das Trägheitsmoment des Querschnittes für die lotrechte Symmetrieachse kann durch Vergrößerung des Zwischenraumes vergrößert werden; meistens allerdings wird dieses Trägheitsmoment nicht für die Querschnittsbestimmung maßgebend sein, da es gewöhnlich das größere der beiden Hauptträgheitsmomente ist.



Zwischen die lotrechten Schenkel setzt sich im Laufe der Zeit Staub, Schmutz u. s. w.; auch ist bei geringer Stärke des Zwischenraumes die Beseitigung etwa auftretenden Rostes und die Erneuerung des Anstriches schwierig. Man vermeidet diese Übelstände, indem man die Winkeleisen ohne Zwischenraum aneinander setzt (Fig. 494); die dann erforderlichen beiden Knotenbleche (in Fig. 494 mit weiß gelassenem Querschnitte eingezeichnet) werden aufsen aufgenietet.

Die Lagerung der Pfetten und der Anschluß der Windknotenbleche ist wie beim Querschnitt in Fig. 492.

Eine Verstärkung der besprochenen Querschnitte ist durch Aufnieten einer oder auch mehrerer Platten möglich (Fig. 495 u. 496), sowie durch Anordnung eines durchlaufenden Stehbleches zwischen den Winkeleisen (Fig. 497). Damit das Stehblech unter dem Drucke nicht ausbeule, wähle man seinen Überstand über die Winkeleisen nicht größer, als 10δ bis 12δ , worin δ die Stärke des Stehbleches bedeutet. Die Gitterstäbe können hier an das Stehblech genietet werden. Je nach Bedarf kann die Querschnittsfläche durch Aufnieten von Blechplatten auf die wagrechten Winkeleisenschkel weiter vergrößert werden; die Verringerung der Querschnittsfläche wird erreicht, indem man dem Stehblech geringere Breite giebt, bzw. dasselbe ganz fortläuft. Eine gute Stofsanordnung des Stehbleches ist nicht einfach; doch kann man bei den Dächern oft ohne

Stoß des Stehbleches auskommen. Die Stärke des Stehbleches wähle man nicht zu klein: 13 mm bis 20 mm.

174.
I-förmiger
Querschnitt.

b) I-förmiger Querschnitt. Hier ist zunächst der in Fig. 498 angegebene Querschnitt zu besprechen; derselbe besteht aus einem Stehblech und je zwei Winkeleisen längs jeder Kante des Stehbleches, erinnert also an den Blechträgerquerschnitt. Diese Querschnittsform hat den Nachteil, daß der Anschluß der Gitterstäbe umständlich ist. Gewöhnlich werden an jedem Knotenpunkte zwei Winkeleisenstücke untergenietet, welche das Knotenblech zwischen sich nehmen (Fig. 498). Besser ist die in Fig. 499²³²⁾ dargestellte Konstruktion. Das Knotenblech reicht hier zwischen die Winkeleisen der Gurtung und tritt an die Stelle des Stehbleches; Stofslaschen verbinden das Knotenblech mit dem

Fig. 498.

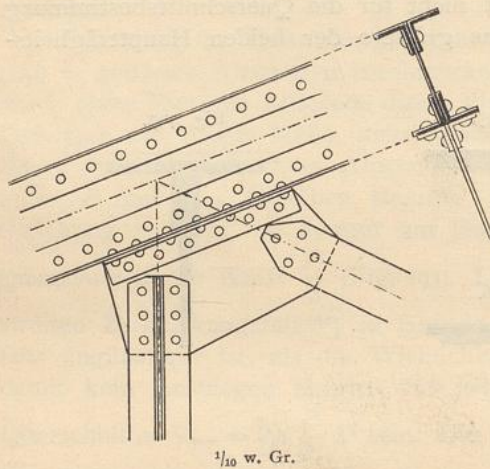
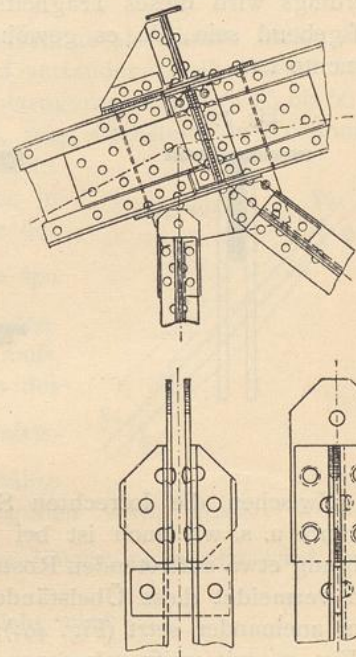


Fig. 499.



Von der Einsteigehalle auf dem Centralbahnhof zu München²³²⁾.

¹/₂₅, bzw. ¹/_{12,5} w. Gr.

lotrechten Stehblech auf beiden Seiten. Statt des Stehbleches kann man für die lotrechte Wand auch Gitterwerk anordnen; dann treten an den Knotenpunkten an Stelle des Gitterwerkes die Knotenbleche. Diese Konstruktion ist gut.

Der I-förmige Querschnitt kann nicht nur Zug und Druck, sondern auch Biegung ertragen; derselbe empfiehlt sich deshalb in hohem Maße für Bogendächer mit oder ohne Durchzug und ist für diese auch vielfach gewählt. Eine Verstärkung durch aufgenietete Deckplatten ist leicht möglich. Bei diesen Bogenbindern sind die anzuschließenden Gitterstäbe meistens schwach, so daß die Knotenpunkte leicht nach Fig. 500 ausgeführt werden können. Eine gute Stofsanordnung in einem Bogenträger zeigt Fig. 501.

Hierher gehört auch der aus zwei L-Eisen nach Fig. 502 hergestellte Querschnitt, welcher besonders von *Schwedler* vielfach angewendet worden ist. Den Zwischenraum zwischen den L-Eisen wähle man womöglich so groß, wie die Summe der beiden Wandstärken der L-Eisen. In gewissen Abständen sind

²³²⁾ Nach: Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1887, Taf. XXXII.

Fig. 500.

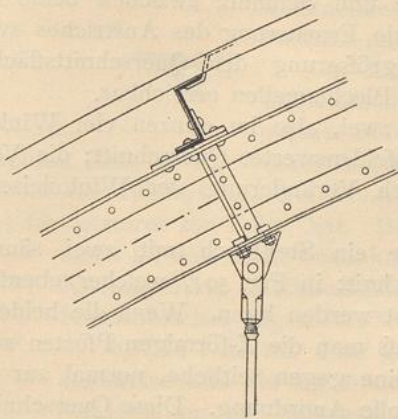
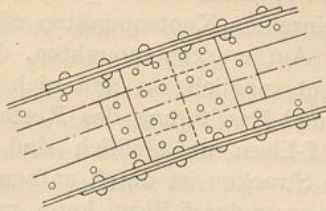


Fig. 501.



1/50 w. Gr.

Von der Bahnhofshalle zu Münster.

Blecheinlagen anzuordnen, wie oben unter a. Der Abstand derselben kann wie oben berechnet werden aus: $\lambda^2 = 0,8 \frac{J_{min}}{f}$.

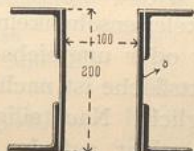
J bedeutet hier das Trägheitsmoment eines J-Eisens für die lotrechte Schwerpunktsachse. Man erhält für

Norm.-Profil Nr.	J	f	λ^2	λ
10	33,1	13,5 Quadr.-Centim.	1,96	1,4 Met.
» » » 12	49,2	17 » »	2,315	1,5 »
» » » 14	71,2	20,4 » »	2,79	1,67 »
» » » 16	97,4	24 » »	3,25	1,80 »
» » » 18	130	28 » »	3,71	1,92 »
» » » 20	171	32,3 » »	4,24	2,06 »

Fig. 502.

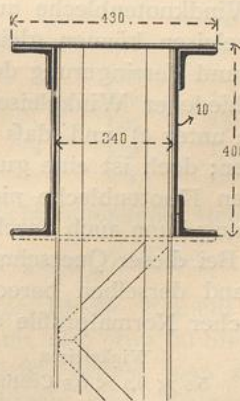


Fig. 504.



1/10 w. Gr.

Fig. 506.



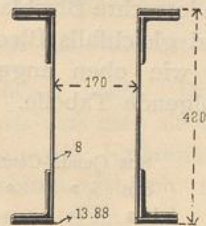
Von der Bahnhofshalle zu Hannover.

1/15 w. Gr.

Fig. 503.



Fig. 505.



1/15 w. Gr.

Von der Bahnhofshalle zu Münster.

Ein Nachteil dieser Querschnittsform ist, daß das Biegen der L-Eisen, wie es an einzelnen Knotenpunkten nötig wird, eine schwierige Arbeit ist, besonders an den Auflagerknotenpunkten, daß eine Verringerung der Querschnittsfläche nicht gut möglich ist, daß sich Staub und Schmutz zwischen beide L-Eisen setzen und Beseitigung des Rostes, sowie Erneuerung des Anstriches zwischen beiden L-Eisen umständlich sind. Vergrößerung der Querschnittsfläche auf kürzere Strecken ist durch aufgenietete Blechlamellen erreichbar.

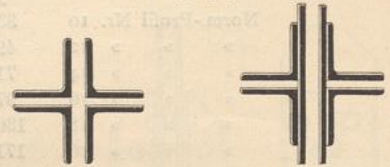
Anstatt der L-Eisen kann man je zwei, also im ganzen vier Winkeleisen verwenden (Fig. 503). Dies ist ein empfehlenswerter Querschnitt; die Veränderung der Querschnittsfläche kann durch Veränderung der Winkeleisensorten erfolgen.

Ersetzt man die L-Eisen durch je ein Stehblech mit zwei säumenden Winkeleisen, so erhält man den Querschnitt in Fig. 504, welcher ebenfalls als doppelt T-förmiger Querschnitt aufgefaßt werden kann. Wenn die beiden Teile so weit auseinander gerückt werden, daß man die I-förmigen Pfosten zwischen ihnen anbringen kann, so erhält man eine gegen seitliche, normal zur Bindeebene wirkende Kräfte sehr wirkungsvolle Anordnung. Diese Querschnittsform wird für die am Ende längerer Hallen liegenden Endbinder, die sog. Schürzenbinder, vorteilhaft verwendet. Die Verstärkung kann durch aufgelegte Blechstreifen oben und unten bewirkt werden (Fig. 505); auch oben durchgehendes Blech kommt vor und ist praktisch (Fig. 506). Die Veränderung der Querschnittsfläche kann durch Anordnung verschiedener Winkeleisensorten erfolgen; Befestigung der Gitterstäbe und Unterhaltung im Anstrich können gut durchgeführt werden.

175.
+-förmiger
Querschnitt.

c) Kreuzförmiger Querschnitt. Derselbe ist als zweckmäßiger zu bezeichnen; er ist gegen Zerknicken sehr wirksam. Der Zwischenraum der lotrechten Winkeleisenschenkel nimmt die Knotenbleche auf, von denen das oben unter a Gesagte gilt; in den Zwischenraum der wagrechten Winkeleisenschenkel legt man die Windknotenbleche (Fig. 507). Dieser Zwischenraum kann fehlen; dann werden die Windknotenbleche auf den Winkeleisenschenkeln befestigt. Die einzelnen Winkeleisen können gleichschenkelig oder ungleichschenkelig sein; Vergrößerung und Verringerung der Querschnittsfläche ist nach Bedarf durch Verwendung verschiedener Winkeleisensorten möglich. Nachteilig sind die Zwischenräume (siehe unter a) und daß die Pfetten nicht auf der Gurtung gelagert werden können; doch ist eine gute Befestigung der Pfetten möglich, wenn man die lotrechten Knotenbleche nicht zu schwach (15 bis 20 mm stark) macht. Die Verstärkung kann auch durch eingelegte lotrechte Blechlamellen (Fig. 507) geschehen.

Fig. 507.



Bei dieser Querschnittsform sind gleichfalls Blecheinlagen anzuordnen; der Abstand derselben berechnet sich, wie oben angegeben. Für eine Anzahl deutscher Normalprofile diene die folgende Tabelle.

Winkeleisen	f_{min}	f	λ_2	λ
5,5 × 5,5 × 0,8 Centim.	9,38	8,16 Quadr.-Centim.	0,919	0,96 Met.
6,0 × 6,0 × 0,8 »	12,40	8,96 » »	1,11	1,05 »
6,5 × 6,5 × 0,9 »	17,6	10,9 » »	1,29	1,13 »
7,5 × 7,5 × 1,0 »	30,3	14 » »	1,73	1,31 »
8,0 × 8,0 × 1,0 »	37,1	15 » »	1,88	1,40 »
10 × 10 × 1 »	75	19 » »	3,20	1,78 »

β) Querschnitte für gedrückte Gitterstäbe.

Diese Querschnitte müssen widerstandsfähig gegen Zerknicken sein und bequeme Befestigung an beiden Gurtungen gestatten; da die in Betracht kommenden Kräfte hier klein sind, so kommt man vielfach mit sehr geringen Querschnitten aus.

176.
Ein L-Eisen.

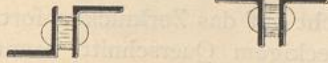
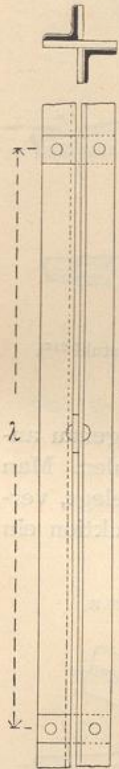


Fig. 508.

a) Ein Winkeleisen, gleichschenkelig oder ungleichschenkelig. Dasselbe hat den Vorteil bequemer Befestigung an den Knotenblechen, hingegen

den Nachteil, daß die im Winkeleisen wirkende Kraft außerhalb der lotrechten Mittelebene des Binders auf das Knotenblech übertragen wird, also ein Drehmoment für letzteres zur Folge hat. Bei kleinen Kräften und starkem Knotenblech ist dies nicht bedenklich, zumal wenn der zweite, im gleichen Knotenpunkte anschließende Gitterstab an der anderen Seite des Knotenbleches angeietet wird.

Fig. 509.



b) Ein T-Eisen. Hier gilt dasselbe, wie beim Winkeleisen. Vorzugsweise sind die sog. breitfüßigen T-Eisen geeignet, von den hochstegigen nur die schweren Nummern, weil die leichteren nicht genügende Fußbreite haben, um Niete aufnehmen zu können.

177.
T-förmiger Querschnitt.

c) Zwei Winkeleisen, welche zusammen ein I oder ein Z bilden (Fig. 508).

d) Zwei über Ecke gestellte Winkeleisen (Fig. 509). Diese Querschnittsform ist sehr empfehlenswert; sie bietet große Sicherheit gegen Zerknicken bei verhältnismäßig geringem Stoffaufwand, ermöglicht guten Anschluß an die Gurtungen und die Kraftübertragung in der lotrechten Mittelebene des Binders. Die beiden Winkeleisen müssen stellenweise miteinander durch Bleche verbunden werden, damit nicht jedes für sich ausbiegen kann. Der Abstand der Bleche (von Mitte Niet bis Mitte Niet λ) ergibt sich nach früherem wieder aus der Gleichung $\lambda^2 = \frac{0,8 f_{min}}{f}$, worin f in Quadr.-Centim. einzuführen ist. Für einige in Betracht kommende Winkeleisen ist nachstehende Tabelle ausgerechnet:

Winkeleisen	f_{min}	f	λ^2	λ
50 × 50 × 7 Millim.	6,18	6,51 Quadr.-Centim.	0,76	0,87 Met.
55 × 55 × 8 »	9,38	8,16 »	0,92	0,96 »
60 × 60 × 8 »	12,4	8,96 »	1,10	1,05 »
60 × 60 × 10 »	14,8	11,00 »	1,08	1,04 »
65 × 65 × 9 »	17,6	10,9 »	1,29	1,14 »
75 × 75 × 10 »	30,3	14,0 »	1,73	1,31 »

Man versetzt die Verbindungsbleche in den senkrecht zu einander stehenden Ebenen um je $\frac{\lambda}{2}$, wodurch die Widerstandsfähigkeit gegen Zerknicken noch

erheblich vergrößert wird. Die Breite der Bleche braucht nicht größer zu sein, als daß man sie vernieten kann, also etwa 50 bis 60 mm. Wo der Stab an das Knotenblech anschließt, ordnet man zweckmäßig ein Verbindungsblech in der senkrecht zum Knotenblech stehenden Ebene an (Fig. 499).



e) Zwei T-Eisen, welche zusammen ein Kreuz bilden (Fig. 510). Der Zwischenraum beider entspricht dem Knotenblech. Dies ist ein sehr zweck-

178.
+förmiger Querschnitt.

mäßiger Querschnitt. — Statt der zwei T-Eisen kann man auch vier Winkel-eisen verwenden (siehe unter a); dieselben genügen schon für sehr schwere Dachbinder.

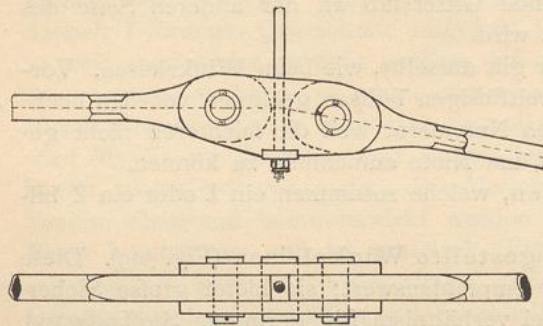
γ) Querschnitte, welche nur für gezogene (Gurtungs- und Gitter-) Stäbe geeignet sind.

Bei den nur gezogenen Stäben fällt die Rücksicht auf das Zerknicken fort.

179.
Rechteck-
querschnitt.

a) Rechteckquerschnitt. Eisen mit rechteckigem Querschnitt nennt man Flacheisen. Flacheisen und aus mehreren Flacheisen bestehende Querschnitte sind für Zugstäbe sehr geeignet: die Verbindung an den Knotenpunkten ist einfach und leicht herstellbar; die Kräfte wirken in der lotrechten Mittel-

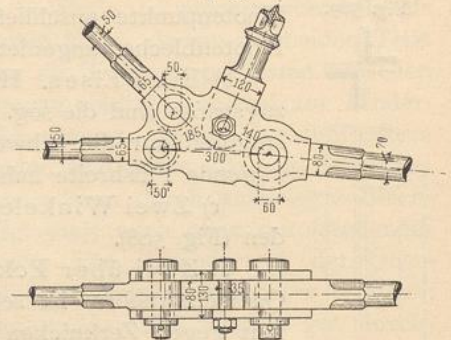
Fig. 511.



Von der Bahnhofshalle zu Oberhausen.

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

Fig. 512.

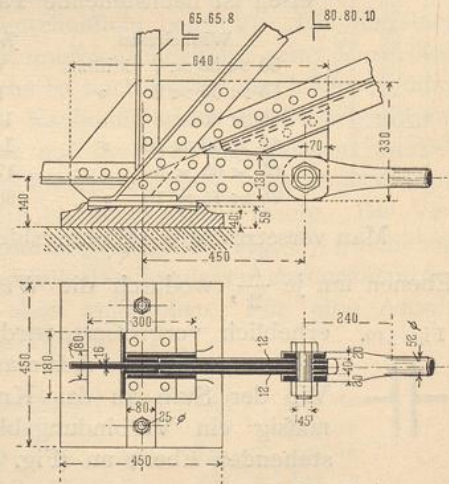


Von einem Polonceau-Dachstuhl ²²³⁾.

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

ebene der Binder; man kann sich dem theoretischen Bedarf ziemlich genau anschließen und diese Querschnittsform für kleine und große Kräfte wählen. Man verwendet einfache und doppelte Flacheisen, hochkantig oder flach gelegt, vermeidet aber gern die sehr breiten Flacheisen, weil diese der Konstruktion ein schweres Aussehen geben. Flacheisen kommen hier von 8 mm Stärke und 60 mm Breite bis zu etwa 15 mm Stärke und 350 mm Breite, ja in noch größeren Abmessungen vor. Einfache Flacheisen schliesse man nicht einseitig an die Knotenbleche an (falls es sich nicht um sehr kleine Kräfte handelt), sondern lasse sie stumpf vor das Knotenblech stoßen und verbinde beide durch Doppellaschen (Fig. 544, 547 u. 556). Doppelte Flacheisen verbinde man in nicht zu großen Abständen (1 bis 2 m) miteinander durch zwischengelegte Futterbleche, damit beide möglichst gleichmäßig beansprucht werden. Bei sehr großen Dächern kommt man leicht zur Verwendung von

Fig. 513.



Vom neuen Packhof zu Berlin.

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

²²³⁾ Nach: *Nouv. annales de la constr.* 1876, Pl. 47—48.

Fig. 514.

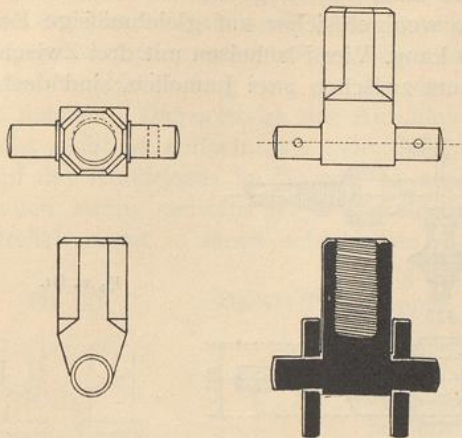
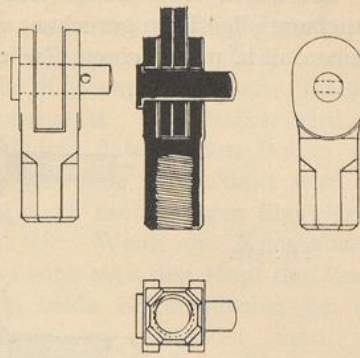
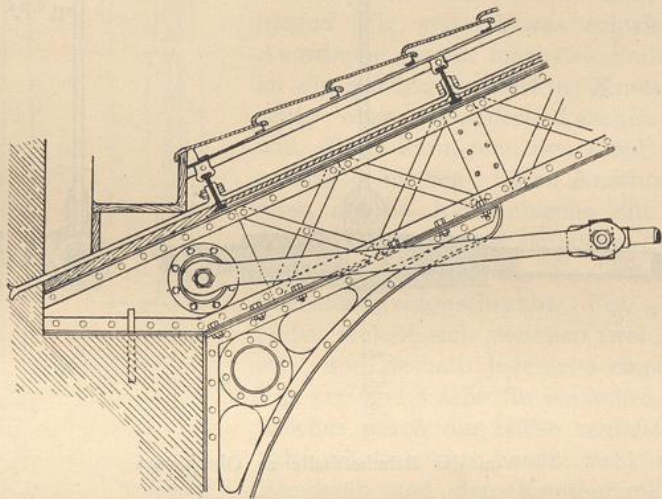


Fig. 515.



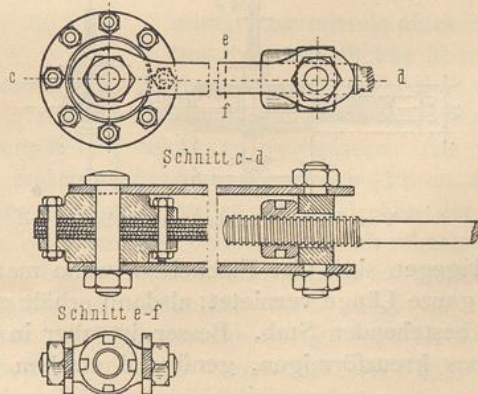
Von der Bahnhofshalle zu Münster.
1/8 w. Gr.

Fig. 516.



1/20 w. Gr.

Fig. 517.



Schnitt c-d

1/15 w. Gr.

Schnitt e-f

Von einem Polonceau-Dachstuhl ²⁸⁴).

vier Flacheisen. Im allgemeinen beachte man, dafs, je gröfser die Zahl der Teile ist, aus denen ein Stab besteht, desto weniger sicher auf gleichmäfsige Beanspruchung aller Teile gerechnet werden kann. Vier Flacheisen mit drei Zwischenräumen, d. h. mit je einem Zwischenraum zwischen zwei Lamellen, sind deshalb

Fig. 518.

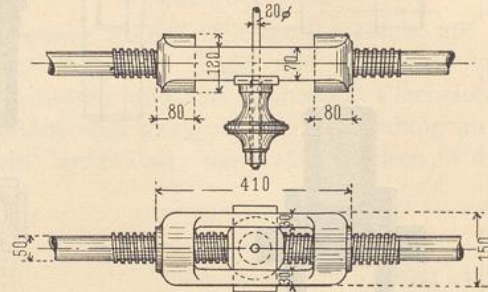
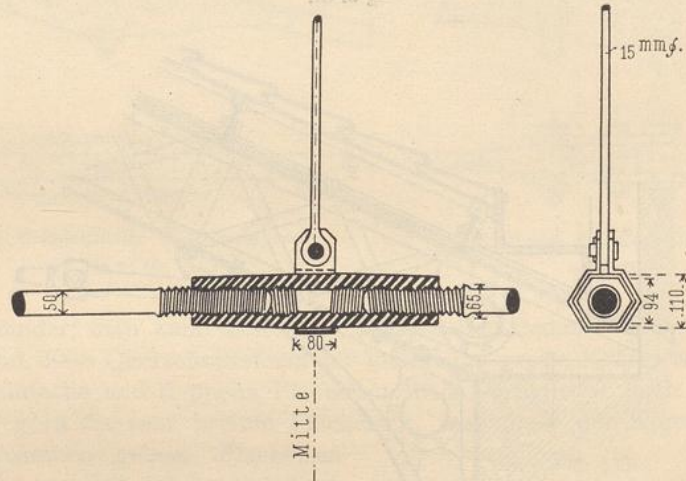
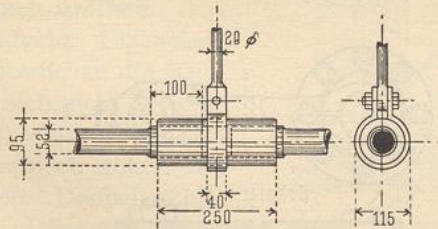
 $\frac{1}{15}$ w. Gr.Von einem *Polonceau*-Dachstuhl²³⁴⁾.

Fig. 519.

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

Von der Bahnhofshalle zu Oberhausen.

Fig. 520.

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

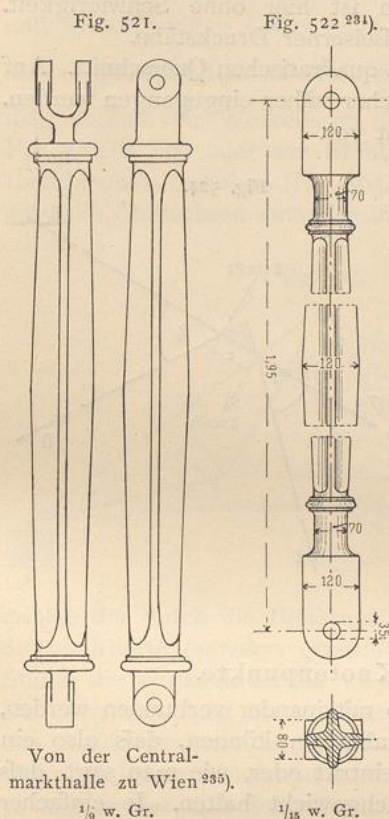
Vom neuen Packhof zu Berlin.

nicht gut; zulässig dagegen sind vier Flacheisen, wenn man je zwei Flacheisen miteinander auf ihre ganze Länge vernietet; alsdann erhält man einen schliesslich nur aus zwei Teilen bestehenden Stab. Besser ist aber in einem solchen Falle die Verwendung eines kreuzförmigen, genügend starken Querschnittes (nach Fig. 507, S. 246).

²³⁴⁾ Nach: *Nouv. annales de la constr.* 1876, Pl. 47-48.

b) Der Kreisquerschnitt ist für Zugstäbe sehr zweckmäfsig: die einzelnen Teile der Querschnittsfläche sind gut um den Schwerpunkt gelagert; durch Anbringen von Spannvorkehrungen, sog. Schlössern, kann man etwaige Ungenauigkeiten der Herstellung und die bei der Aufstellung gemachten Fehler wieder gut machen. Dagegen ist der Anschluß an die Knotenpunkte, bezw. Knotenbleche nicht so einfach, wie beim Rechteckquerschnitt. Gewöhnlich wird der Kopf des Rundeisens im Gesenk so ausgeschmiedet, daß er den Bolzen aufnehmen kann; meistens ist er einteilig. Der kreisrunde Querschnitt wird gewöhnlich zuerst in einen achteckigen, dann in einen rechteckigen übergeleitet (Fig. 511 u. 512²³⁴). Wenn die Knotenbleche

180.
Kreis-
querschnitt.



doppelt sind, so setzt man den Kopf des Rundeisens zwischen beide Knotenbleche; bei einfachem Knotenbleche verbindet man den Rundeisenstab und das Knotenblech durch beiderseits aufgelegte Laschenbleche (Fig. 545 u. 553). Falls das Knotenblech geringere Stärke hat als der Kopf des Stabes, so kann man die Doppellaschen entsprechend auseinander biegen (Fig. 553). Etwas schwieriger ist die Anordnung, wenn man das Ende des Stabes an ein gehörig verstärktes Knotenblech zweiseitig ohne besondere Laschen anschließen will. Dann kann man den Kopf nach Fig. 513 zweiseitig machen. Einen Anschluß der Rundeisen an die Knotenbleche mit Hilfe besonderer Hülsen veranschaulichen Fig. 514 u. 515. In die Hülsen werden die Enden der Rundeisenstäbe eingeschraubt. Fig. 514 zeigt eine Hülse, welche sich zwischen zwei Knotenbleche setzt und deshalb jederseits einen Zapfen hat, Fig. 515 eine solche für einfaches Knotenblech, welches durch die Hülse umfaßt wird. Endlich schaltet man auch wohl zwischen den Rundstab und den Knotenpunkt Bügel aus zwei Flacheisen ein, auf welche der Rundstab seinen Zug mittels eines in den Bügeln gelagerten Zwischenstückes überträgt (Fig. 516 u. 517).

Ein großer Vorzug des Kreisquerschnittes ist, daß die Stablänge mittels einfacher Vorkehrungen ein wenig verändert werden kann, so daß es möglich ist, kleine Ausführungsfehler leicht zu verbessern. Als solche Vorkehrungen dienen mit Rechts- und Linksgewinde versehene Hülsen, in welche die beiden Teile des Stabes eingeschraubt werden. Das Drehen der Hülse verkürzt oder verlängert den Stab. — Wenn der betreffende Stab mittels eines weiteren Stabes aufgehängt ist, so ist bei der Verbindung Sorge zu tragen, daß eine Drehung durch den Hängestab nicht verhindert wird. Fig. 518 zeigt eine gusseiserne Hülse²³⁴), bei welcher die Hängestange nur geringe Drehung gestattet; besser ist bei den Hülsen in Fig. 519 u. 520 vorgesorgt; bei Fig. 519 ist die Hülse außen sechskantig, wodurch das Drehen erleichtert wird.

²³⁵) Nach: Wistr, J. Studien über ausgeführte Wiener Bau-Constructionen. Wien 1872. Bd. I, Taf. 34—35.

3) Gufseisenstäbe und Holzstäbe.

181.
Anwendung.

Gezogene Stäbe sollten überhaupt nicht, gedrückte Stäbe nur bei kleinen Dächern und wenn keine Biegungsbeanspruchung in dieselben kommt, aus Gufseisen hergestellt werden. Nur bei gedrückten Gitterstäben ist deshalb allenfalls noch die Verwendung von Gufseisen zulässig. Als Querschnittsform kommen hauptsächlich der Kreis, das Kreuz und der Kreis mit vier kreuzförmigen Ansätzen in Betracht. Die Art der Herstellung durch Gufs ermöglicht es, die mittleren Teile des Stabes mit größerem Querschnitt zu bilden als die Enden, welche Stabform der Zerknickungsgefahr wegen günstig ist. Die Ausbildung der Stabenden für die Aufnahme der Bolzen ist hier ohne Schwierigkeit. Fig. 521²⁸⁵) u. 522²⁸⁴) geben einige Beispiele gufseiserner Druckstäbe.

Die Holzstäbe erhalten rechteckigen, bzw. quadratischen Querschnitt. Auf dieselben wird bei Besprechung der Holzseisdächer näher eingegangen werden. Bei den rein eisernen Dächern kommen sie nicht vor.

Fig. 523.

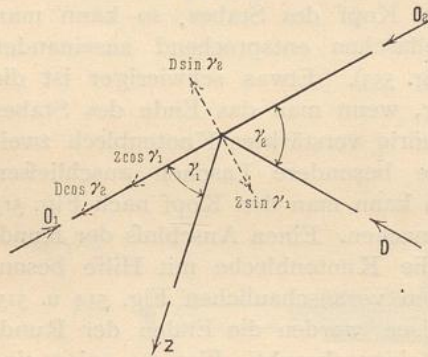
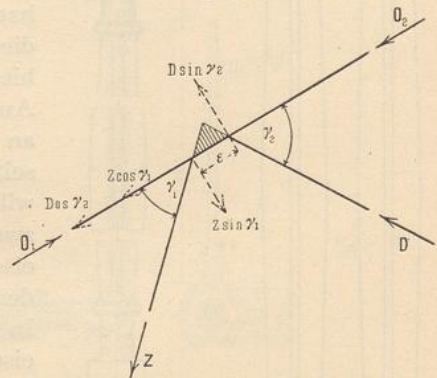


Fig. 524.



c) Knotenpunkte.

1) Gelenk- und vernietete Knotenpunkte.

182.
Gleichgewicht
in den
Knotenpunkten.

Die Stäbe sollen in den Knotenpunkten so miteinander verbunden werden, daß sie die in ihnen wirkenden Kräfte sicher abgeben können, daß also ein Ausgleich der Kräfte in jedem Knotenpunkte eintritt oder, wie man sagt, daß die Kräfte einander im Knotenpunkte im Gleichgewicht halten. Je einfacher und klarer der Ausgleich der Kräfte vor sich geht, desto besser ist im allgemeinen die Anordnung. Als Hauptbedingung für die Bildung der Knotenpunkte sollte man aufstellen, daß die bei der Berechnung gemachten Annahmen auch erfüllt werden. Die Berechnung wird aber unter den Voraussetzungen geführt, daß an jedem Knoten die Stabachsen einander in einem Punkte schneiden und daß die Stabenden drehbar befestigt seien. Die erstgenannte Annahme ist leicht erfüllbar; daß die Vernachlässigung derselben unter Umständen große Zusatzspannungen erzeugen kann, lehrt der Vergleich von Fig. 523 u. 524. In Fig. 523 treffen sich alle Stabachsen in einem Punkte; die Seitenkräfte $Z \sin \gamma_1$ und $D \sin \gamma_2$ der Gitterstabspannungen heben einander auf; die Seitenkräfte $D \cos \gamma_2$ und $Z \cos \gamma_1$ addieren sich; Gleichgewicht ist vorhanden. In Fig. 524 schneiden sich die Stabachsen in den drei Eckpunkten des schraffierten Dreieckes; Gleichgewicht ist nicht möglich ohne Biegungsbeanspruchung der geradlinigen