

tion sich aus folgendem Satze ergibt, der in dieser Form zuerst von *Foeppl* entdeckt ist: Man erhält ein unverschiebliches Stabwerk im Raume, wenn man Dreiecke mit ihren Seiten derart an einander reiht, daß das entstehende Dreiecknetz 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 Theil des Mantels durch die feste Erde, so bleibt das Stabwerk unverschieblich, und man erhält das Flechtwerk. Beim Tonnen-Flechtwerk muß dann auch jede Stirnseite entweder ein obiger Bedingung entsprechendes Dreiecknetz bilden oder mit Mauern versehen werden, welche als Theile der festen Erde anzusehen sind. Unter Beachtung dieses wichtigen Satzes kann man für die verschiedensten Aufgaben Flechtwerke construiren.

b) Construction 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 gleichgiltig, hat aber bei diesen Stäben eine mehr untergeordnete Bedeutung. Bei den auf Druck beanspruchten Stäben dagegen muß die Querschnittsform sorgfältig 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.

166.
Gezogene
und gedrückte
Stäbe.

1) Größe und Form der Querschnittsfläche.

Bezüglich der Ermittlung der Größe der Querschnittsfläche der Stäbe kann auf die Entwicklungen in Theil I, Bd. 1, zweite Hälfte (Art. 281 bis 288, S. 247 bis 252²²⁵) dieses »Handbuches« verwiesen werden; der bequemeren Verwendung wegen mögen die Formeln für die Querschnittsberechnung hier kurz wiederholt werden.

167.
Größe der
Querschnitts-
fläche.

Es bezeichne P_0 die durch das Eigengewicht im Stabe erzeugte Spannung; P_1 die größte durch Schnee- und Winddruck, so wie 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, so wie 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 Werthe in nachstehenden Angaben sind in absoluten Zahlen, d. h. ohne Rücksicht auf die Vorzeichen, einzusetzen.

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

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

²²⁵) 2. Aufl.: Art. 76 u. 77, S. 50 bis 53.

P_0 und P_1 sind in Kilogr. einzusetzen, und F wird in Quadr.-Centim. erhalten. Die Formeln 13 gelten auch, so lange $P_2 < \frac{2}{3} P_0$ ist.

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

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

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

Auch in den Gleichungen 14 u. 15 sind P_0, P_1, P_2 in Kilogr. einzusetzen, und F wird in Quadr.-Centim. erhalten.

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

168.
Form der
Querschnitts-
fläche
der Stäbe.

Bei den gezogenen Stäben empfiehlt es sich, die einzelnen Theile des Querschnittes möglichst gleichmäfsig um den Schwerpunkt zu gruppieren; der kreisförmige und der kreuzförmige Querschnitt ist gut, auch der aus anderen praktischen Gründen empfehlenswerthe Rechteckquerschnitt (Flacheisen); man mache die Höhe des Rechteckes gegenüber seiner Dicke nicht zu groß. Wegen guter Kraftübertragung in den Knotenpunkten lege man den Schwerpunkt des Querschnittes in die Kraftebene; wo möglich ordne man letzteren so an, daß er durch die Kraftebene in zwei symmetrische Hälften getheilt 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 Zerknicken der allergrößte Werth zu legen. Nennt man die größtmögliche Druckkraft im Stabe P , die freie Stablänge λ , nimmt man in den Enden des freien Stabstückes Gelenke an, so daß also λ von Gelenkmitte

bis Gelenkmitte reicht, und bezeichnet man mit \mathcal{F}_{min} den kleinsten Werth aller auf Schwerpunktsaxen bezogenen Trägheitsmomente des Querschnittes (also das kleinste Schweraxen-Trägheitsmoment); so muß nach Theil I, Band 1, zweite Hälfte (2. Aufl., Art. 137, S. 116) dieses »Handbuches« sein

$$\left. \begin{array}{l} \text{für schmiede- und flusseiserne Stäbe: } \mathcal{F}_{min} = 2,5 P\lambda_m^2 \\ \text{für Gufseisenstäbe: } \mathcal{F}_{min} = 8 P\lambda_m^2 \\ \text{für Holzstäbe: } \mathcal{F}_{min} = 83 P\lambda_m^2 \end{array} \right\} \dots \dots \dots 21.$$

Hierin soll P in Tonnen und λ in Metern eingesetzt werden; \mathcal{F}_{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 \mathcal{F}_{min} Werthe, welche nur den vierten Theil der oben angegebenen betragen (vergl. a. a. O.); die wirklichen Stäbe können aber in den meisten Fällen weder als gelenkförmig angegeschlossen, 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. 300²²⁶) durchgeführten Fall 4 zu Grunde zu legen, also nach folgenden Formeln zu rechnen:

$$\left. \begin{array}{l} \text{für Schmiede- und Flusseisen: } \mathcal{F}_{min} = \frac{5}{4} P\lambda_m^2 \\ \text{für Gufseisen: } \mathcal{F}_{min} = 4 P\lambda_m^2 \\ \text{für Holz: } \mathcal{F}_{min} = 41 P\lambda_m^2 \end{array} \right\} \dots \dots \dots 22.$$

Auch hier ist P in Tonnen und λ in Metern einzuführen, und man erhält \mathcal{F}_{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.

169.
Form der
Querschnitts-
fläche der
Gurtungen.

²²⁶⁾ 2. Aufl.: Art. 122 u. 137, S. 102 u. 117.

2) Praktische Querschnittsformen für Schmiede- und Flusseisenstäbe.

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

170.
Zwei L-Eisen.

Den hier zu betrachtenden Querschnittsformen ist die Widerstandsfähigkeit gegen Zerknicken gemeinam. Da es sich um Querschnitte für Gurtungen handelt, müssen dieselben eine bequeme Befestigung der Gitterstäbe und (bei der oberen Gurtung) der Pfetten gestatten.

a) Zwei Winkeleisen (Fig. 463). Zwischen den beiden lothrechten Schenkeln ist ein Zwischenraum zum Einlegen der Anschlussbleche für die Gitterstäbe, der sog. Knotenbleche, vorhanden. Die Winkeleisen können gleichschenkelig oder ungleichschenkelig sein; der größere Schenkel kann in die lothrechte 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 empfehlenswerth, gestattet bequemen Anchluss der Gitterstäbe und der Windverkreuzung durch Knotenbleche, welche auf die wagrechten Schenkel kommen; die Pfetten finden auf diesen Schenkeln ein bequemes Auflager.

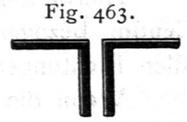


Fig. 463.

Damit für die Zerknickungsgefahr der Querschnitt als Ganzes wirke, legt man in gewissen Abständen Blechstücke ein und verbindet daselbst beide Theile durch einen Niet; die Abstände dieser Einlagen betragen gewöhnlich 35 bis 50 cm. Dass man mit diesem Mafse weiter gehen kann, zeigt nachstehende Rechnung. Nennt man den gefuchten 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

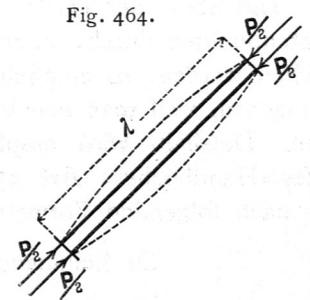


Fig. 464.

Kraft $\frac{P}{2}$ (Fig. 464). Legt man den zweiten Zerknickungsfall²²⁷⁾ zu Grunde, was jedenfalls ungünstiger ist, als die Wirklichkeit, so muss, damit kein Ausbiegen eintritt, $\mathcal{F}_{min} = 2,5 P \lambda^2$ sein. Die Querschnittsfläche f (in Quadr.-Centim.) kann hier allgemein, weil stets etwas zugegeben wird, gesetzt werden: $f = \frac{P}{500}$, wenn f in Quadr.-Centim. und P in Kilogr. eingesetzt wird, oder $f = \frac{P \cdot 1000}{500} = 2 P$, wenn P in Tonnen ausgedrückt wird. Aus letzterer Beziehung folgt $P = \frac{f}{2}$. Dieser Werth 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} müsste hier eigentlich das Trägheitsmoment, bezogen auf die lothrechte Schwerpunktsaxe eines der beiden Winkeleisen, eingeführt werden; setzt man aber selbst den Werth des kleinsten Trägheitsmomentes eines Winkeleisens ein, so erhält man noch ziemlich große Werthe für λ , d. h. für den Abstand der Einlagen.

²²⁷⁾ Siehe das mehrfach genannte Heft dieses »Handbuchs«, Art. 338, S. 301. (2. Aufl.: Art. 123, S. 103.)

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,

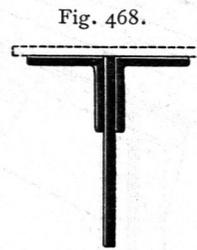
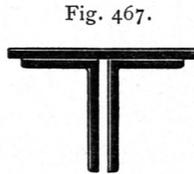
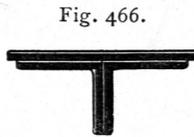
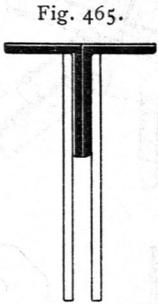
$$\lambda = 0,96 \text{ m};$$

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

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

Die Abstände können also ziemlich grofs fein.

Die Weite des Zwischenraumes der beiden lothrechten Winkeleisenschinkel wählt man wenigstens gleich der Eisenstärke der Winkel; besser macht man dieses Mafs gröfser, und zwar empfiehlt sich eine Weite, welche gleich der Summe der Eisenstärken beider Winkel ist. Dann erhält das einzulegende Knotenblech diese grofse Stärke; die Zahl der Anschlusniete der Gitterstäbe, so wie die Gröfse des Knotenbleches kann kleiner sein, als bei geringer Stärke, und beide Winkeleisen können durch dasselbe Knotenblech gestofsen werden. Das Trägheitsmoment des Querschnittes für die lothrechte Symmetrieaxe 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 lothrechten Schenkel setzt sich im Laufe der Zeit Staub, Schmutz u. f. w.; auch ist bei geringer Stärke des Zwischenraumes die Beseitigung etwa auftretenden Rostes und die Erneuerung des Anstriches schwierig. Man vermeidet diese Uebelstände, indem man die Winkeleisen ohne Zwischenraum an einander setzt; die dann erforderlichen beiden Knotenbleche werden aussen aufgenietet (Fig. 465).

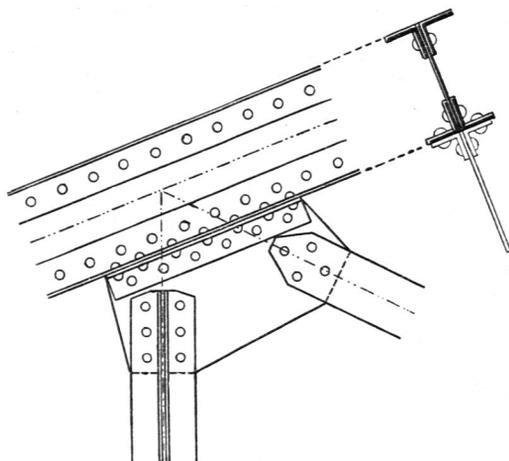
Die Lagerung der Pfetten und der Anchluss der Windknotenbleche ist wie beim Querschnitt in Fig. 463.

Eine Verstärkung der besprochenen Querschnitte ist durch Aufnieten einer oder auch mehrerer Platten möglich (Fig. 466, 467), so wie durch Anordnung eines durchlaufenden Stehbleches zwischen den Winkeleisen (Fig. 468). Damit das Stehblech unter dem Drucke nicht ausbeule, wähle man feinen Ueberstand 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 Winkeleisenschinkel weiter vergrößert werden; die Verringerung der Querschnittsfläche wird erreicht, indem man dem Stehblech geringere Breite giebt, bezw. dasselbe ganz fortlässt. Eine gute Stofsanordnung des Stehbleches ist nicht einfach; doch kann man bei den Dächern oft ohne Stofs des Stehbleches auskommen.

171.
I-förmiger
Querschnitt.

b) **I-förmiger Querschnitt.** Hier ist zunächst der in Fig. 469 angegebene Querschnitt zu besprechen; derselbe besteht aus einem Stehblech und je zwei Winkeleisen längs jeder Kante des Stehbleches, erinnert also an den Blechträger. Diese Querschnittsform hat den Nachtheil, dass der Anschluss der Gitterstäbe umständlich ist. Gewöhnlich werden an jedem Knotenpunkte zwei Winkeleisenstücke untergenietet, welche das Knotenblech zwischen sich nehmen (Fig. 469). Besser ist die in Fig. 470²²⁸⁾ dargestellte Construction. Das Knotenblech reicht hier zwischen die Winkeleisen der Gurtung und tritt an die Stelle des Stehbleches; Stofslaschen verbinden das Knotenblech mit dem lothrechten Stehblech auf beiden Seiten. Statt des Stehbleches kann man für die lothrechte Wand auch Gitterwerk anordnen; dann treten an den Knotenpunkten an Stelle des Gitterwerkes die Knotenbleche. Diese Construction ist gut.

Fig. 469.



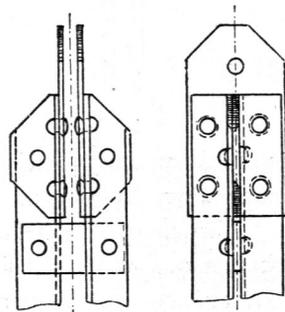
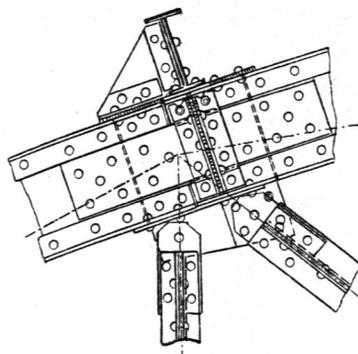
$\frac{1}{10}$ n. Gr.

Der **I-förmige** Querschnitt kann nicht nur Zug und Druck, sondern auch Biegung ertragen; derselbe empfiehlt sich deshalb in hohem Mafse für Bogendächer mit oder ohne Durchzug und ist für diese auch vielfach gewählt. Eine Verstärkung durch aufgenietete Blechplatten ist leicht möglich. Bei diesen Bogenbindern sind die anzuschließenden Gitterstäbe meistens schwach, so dass die Knotenpunkte leicht nach Fig. 471 ausgeführt werden können. Eine gute Stofsanordnung in einem Bogenträger zeigt Fig. 472.

Hierher gehört auch der aus zwei **C-Eisen** nach Fig. 473 hergestellte Querschnitt, welcher besonders von *Schwedler* vielfach angewendet worden ist. Den Zwischenraum zwischen den **C-Eisen** wähle man wo möglich so groß, wie die Summe der beiden Wandstärken der **C-Eisen**. In gewissen Abständen sind 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 **C-Eisens** für die lothrechte Schwerpunktsaxe. Man erhält für

Fig. 470.



Von der Einsteigehalle auf dem Centralbahnhof zu München²²⁸⁾.

$\frac{1}{25}$, bzw. $\frac{1}{12,5}$ n. Gr.

²²⁸⁾ Nach: Organ f. d. Fortchr. d. Eisenbahnw. 1887, Taf. XXXII.

Fig. 471.

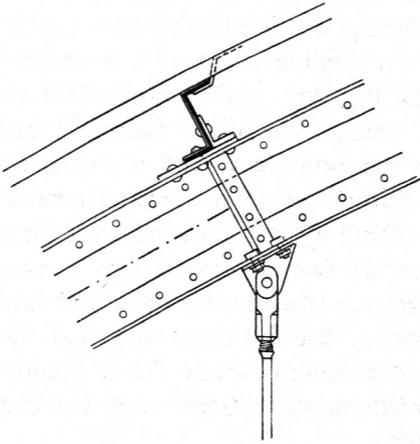
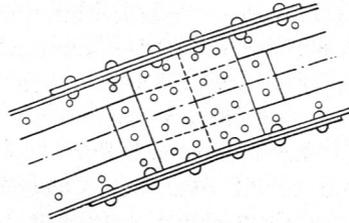


Fig. 472.



1/20 n. Gr.

Von der Bahnhofshalle zu Münster.

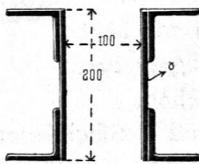
	f	f	λ^2	λ
Norm.-Profil Nr. 10	33,1	13,5 · Quadr.-Centim.	1,96	1,4 Met.
» » » 12	49,2	17 » »	2,315	1,5 »
» » » 14	71,2	20,4 » »	2,79	1,67 »
» » » 16	97,4	24 » »	3,25	1,80 »
» » » 18	130	28 » »	3,71	1,92 »
» » » 20	171	32,3 » »	4,24	2,06 »

Ein Nachtheil dieser Querschnittsform ist, das das Biegen der **L**-Eisen, wie es an einzelnen Knotenpunkten nöthig wird, eine schwierige Arbeit ist, das eine Verringerung der Querschnittsfläche nicht gut möglich ist, das sich Staub und Schmutz zwischen beide **L**-Eisen setzen und Beseitigung des Rostes, so wie Erneuerung des

Fig. 473.

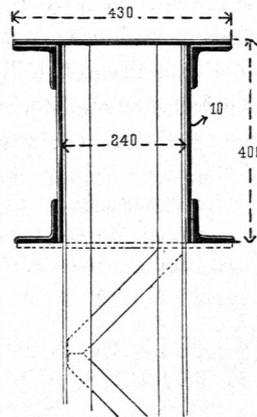


Fig. 475.



1/10 n. Gr.

Fig. 477.



Von der Bahnhofshalle zu Hannover.

1/15 n. Gr.

Fig. 474.

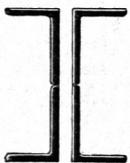
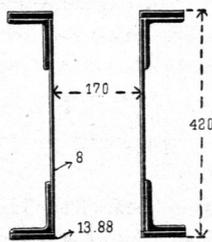


Fig. 476.



1/15 n. Gr.

Von der Bahnhofshalle zu Münster.

Anstriches zwischen beiden \square -Eisen umständlich find. Vergrößerung der Querschnittsfläche auf kürzere Strecken ist durch aufgenietete Blechlamellen erreichbar.

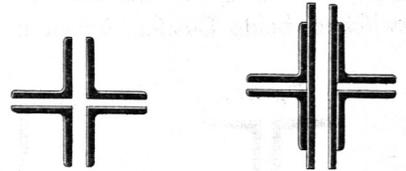
Anstatt der \square -Eisen kann man je zwei, also im Ganzen vier Winkeleisen verwenden (Fig. 474). Dies ist ein empfehlenswerther Querschnitt; die Veränderung der Querschnittsfläche kann durch Veränderung der Winkeleisenforten erfolgen.

Erfetzt man die \square -Eisen durch je ein Stehblech mit zwei säumenden Winkeleisen, so erhält man den Querschnitt in Fig. 475, welcher ebenfalls als doppelt I-förmiger Querschnitt aufgefasst werden kann. Wenn die beiden Theile so weit aus einander gerückt werden, dass man die I-förmigen Pfosten zwischen ihnen anbringen kann, so erhält man eine gegen seitliche, normal zur Binderebene wirkende Kräfte sehr wirkungsvolle Anordnung. Diese Querschnittsform wird für die am Ende längerer Hallen liegenden Endbinder, die sog. Schürzenbinder, vortheilhaft verwendet. Die Verstärkung kann durch aufgelegte Blechstreifen oben und unten bewirkt werden (Fig. 476); auch oben durchgehendes Blech kommt vor und ist praktisch (Fig. 477). Die Veränderung der Querschnittsfläche kann durch Anordnung verschiedener Winkeleisenforten erfolgen; Befestigung der Gitterstäbe und Unterhaltung im Anstrich können gut durchgeführt werden.

172.
+
förmiger
Querschnitt.

c) Kreuzförmiger Querschnitt. Derselbe ist als zweckmässig zu bezeichnen; er ist gegen Zerknicken sehr wirksam. Der Zwischenraum der lothrechten Winkeleisenchenkel nimmt die Knotenbleche auf, von denen das oben unter a Gefagte gilt; in den Zwischenraum der wagrechten Winkeleisenchenkel legt man die Windknotenbleche (Fig. 478). Dieser Zwischenraum kann fehlen; dann werden die Windknotenbleche auf den Winkeleisenchenkeln befestigt. Die einzelnen Winkeleisen können gleichschenkelig oder ungleichschenkelig sein; Vergrößerung und Verringerung der Querschnittsfläche ist nach Bedarf durch Verwendung verschiedener Winkeleisenforten möglich. Nachtheilig 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 lothrechten Knotenbleche nicht zu schwach (15 bis 20 mm stark) macht. Die Verstärkung kann auch durch eingelegte lothrechte Blechlamellen (Fig. 478) geschehen.

Fig. 478.



Auch bei dieser Querschnittsform sind 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
$5,5 \times 5,5 \times 0,8$ Centim.	9,88	8,16 Quadr.-Centim.	0,919	0,96 Met.
$6,0 \times 6,0 \times 0,8$ »	12,40	8,96 »	1,11	1,05 »
$6,5 \times 6,5 \times 0,9$ »	17,6	10,9 »	1,29	1,13 »
$7,5 \times 7,5 \times 1,0$ »	30,3	14 »	1,73	1,31 »
$8,0 \times 8,0 \times 1,0$ »	37,1	15 »	1,98	1,40 »
$10 \times 10 \times 1$ »	75	19 »	3,20	1,78 »

β) Querschnitte für gedrückte Gitterstäbe.

173.
Ein L-Eisen.

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.

Fig. 479.



a) Ein Winkelleisen, gleichschenkelig oder ungleichschenkelig. Dasselbe hat den Vortheil bequemer Befestigung an den Knotenblechen, hingegen den Nachtheil, dass die im Winkelleisen wirkende Kraft

aufserhalb der lothrechten 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.

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

Fig. 480.



c) Zwei Winkelleisen, welche zusammen ein **I** oder ein **Z** bilden (Fig. 479).

d) Zwei über Ecke gestellte Winkelleisen (Fig. 480). Diese Querschnittsform ist sehr empfehlenswerth; sie bietet große Sicherheit gegen Zerknicken bei verhältnismäßig geringem Stoffaufwand, ermöglicht guten Anschluss an die Gurtungen und die Kraftübertragung in der lothrechten Mittelebene des Binders. Die beiden Winkelleisen müssen stellenweise mit einander 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 Quadrat-Centim. einzuführen ist. Für einige in

Betracht kommende Winkelleisen ist nachstehende Tabelle ausgerechnet:

Winkelleisen	f_{min}	f	λ^2	λ
50 × 50 × 7 Millim.	6,18	6,51	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. 470).

e) Zwei T-Eisen, welche zusammen ein Kreuz bilden (Fig. 481). Der Zwischenraum beider entspricht dem Knotenblech. Dies ist ein sehr zweckmäßiger Querschnitt. — Statt der 2 T-Eisen kann man auch 4 Winkelleisen verwenden (siehe unter a); dieselben genügen schon für sehr schwere Dachbinder.

Fig. 481.



174.
T-förmiger
Querschnitt.

175.
+ förmiger
Querschnitt.

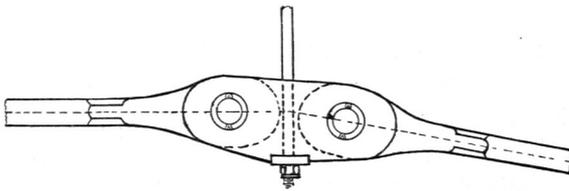
7) Querschnitte, welche nur für gezogene (Gurtungs- und Gitter-) Stäbe geeignet sind.

176.
Rechteck-
Querschnitt.

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

a) Rechteckquerschnitt. Eifen mit rechteckigem Querschnitte nennt man Flacheifen. Flacheifen und aus mehreren Flacheifen bestehende Querschnitte sind für Zugstäbe sehr geeignet: die Verbindung an den Knotenpunkten ist einfach und leicht herstellbar; die Kräfte wirken in der lothrechten Mittelebene 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 Flacheifen, hochkantig oder flach gelegt, vermeidet aber gern die sehr breiten Flacheifen, weil diese der Construction ein schweres Aussehen geben. Flacheifen kommen hier

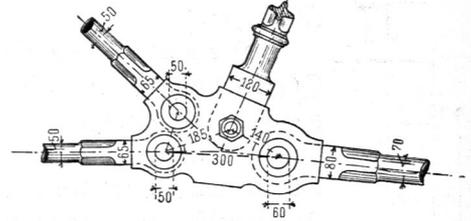
Fig. 482.



Von der Bahnhofshalle zu Oberhausen.

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

Fig. 483.

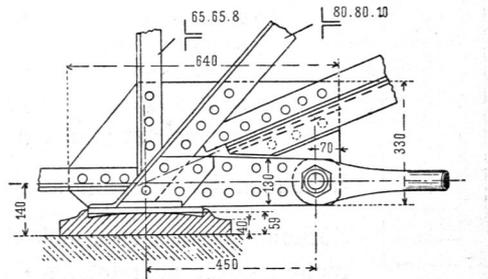


Von einem Polonceau-Dachstuhl²²⁹⁾.

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

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 Flacheifen 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. 515, 518, 527). Doppelte Flacheifen verbinde man in nicht zu großen Abständen (1 bis 2 m) mit einander durch zwischengelegte Futterbleche, damit beide möglichst gleichmäßig beansprucht werden. Bei sehr großen Dächern kommt man leicht zur Verwendung von vier Flacheifen. Im Allgemeinen beachte man, daß, je größer die Zahl der Theile ist, aus denen ein Stab besteht, desto

Fig. 484.



Vom neuen Packhof zu Berlin.

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

²²⁹⁾ Nach: *Now. annales de la constr.* 1876, Pl. 47-48.

Fig. 485.

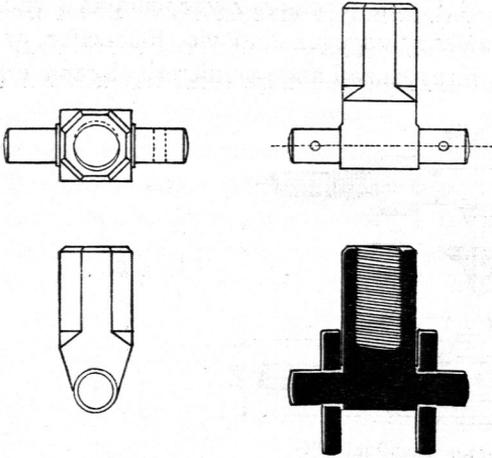
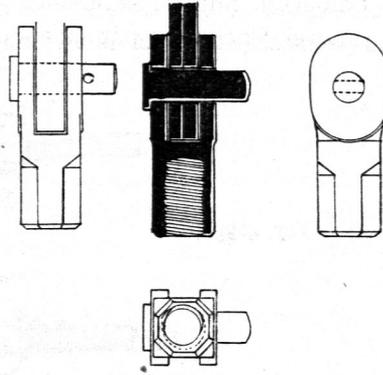
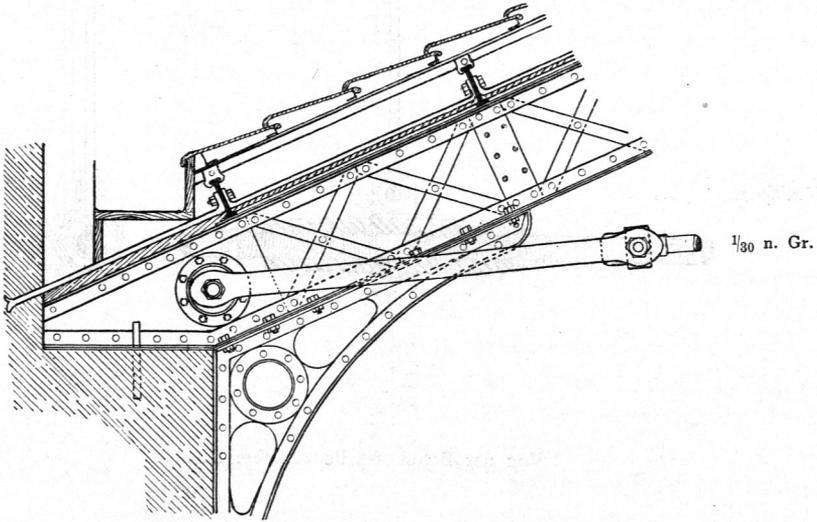


Fig. 486.

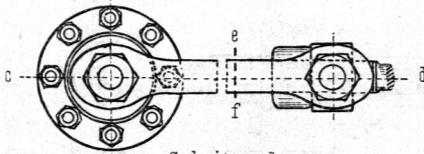


Von der Bahnhofshalle zu Münfter.
1/5 n. Gr.

Fig. 487.

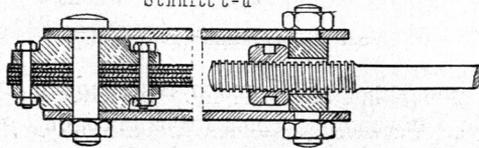


1/30 n. Gr.



Schnitt c-d

Fig. 488.



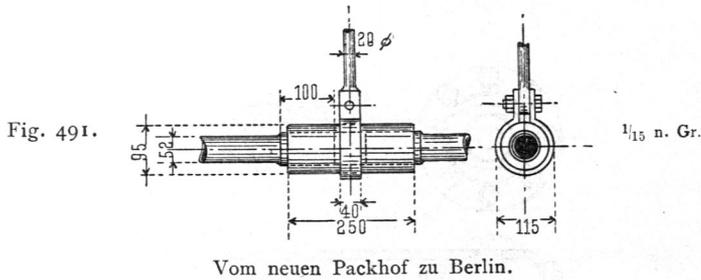
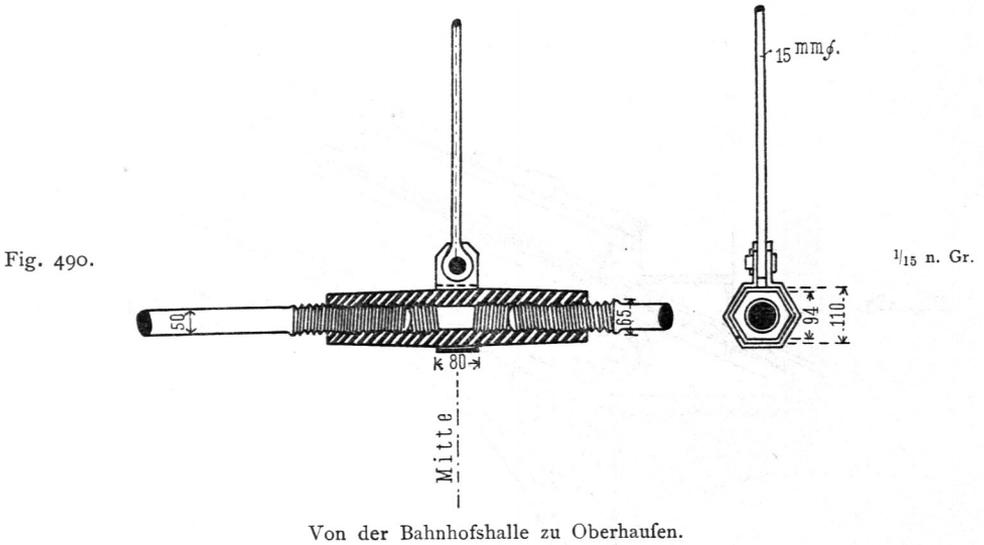
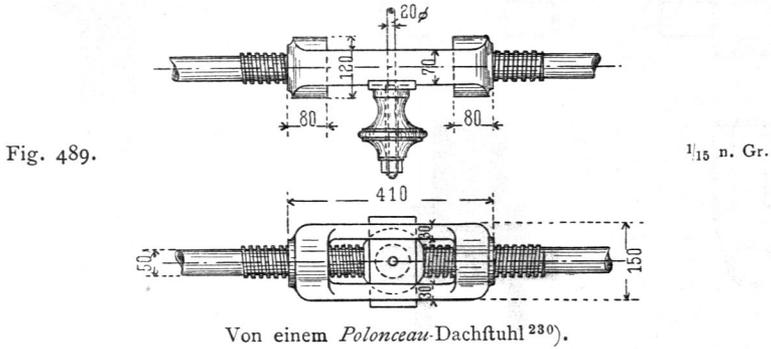
1/15 n. Gr.

Schnitt e-f



Von einem Polonceau-Dachstuhl²⁸⁰⁾.

weniger sicher auf gleichmäßige Beanspruchung aller Theile gerechnet werden kann. Vier Flacheisen mit drei Zwischenräumen, d. h. mit je einem Zwischenraum zwischen zwei Lamellen, sind deshalb nicht gut; zulässig dagegen sind vier Flacheisen, wenn man je zwei Flacheisen mit einander auf ihre ganze Länge vernietet; alsdann erhält



man einen schliesslich nur aus zwei Theilen bestehenden Stab. Besser ist aber in einem solchen Falle die Verwendung eines kreuzförmigen, genügend starken Querschnittes (nach Fig. 478).

177.
Kreisquerschnitt.

b) Der Kreisquerschnitt ist für Zugstäbe sehr zweckmässig; die einzelnen Theile der Querschnittsfläche sind gut um den Schwerpunkt gelagert; durch An-

²³⁰⁾ Nach: *Novv. annales de la constr.* 1876, Pl. 47-48.

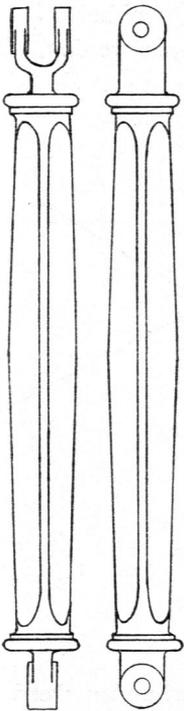
bringen von Spannvorkehrungen, fog. Schlöffern, kann man etwaige Ungenauigkeiten der Herstellung und die bei der Aufstellung gemachten Fehler wieder gut machen. Dagegen ist der Anschluss an die Knotenpunkte, bezw. Knotenbleche nicht so einfach, wie beim Rechteckquerschnitt. Gewöhnlich wird der Kopf des Rundeisens im Gelenk so ausgeschmiedet, dass er den Bolzen aufnehmen kann; meistens ist er eintheilig. Der kreisrunde Querschnitt wird gewöhnlich zuerst in einen achteckigen, dann in einen rechteckigen übergeleitet (Fig. 482 u. 483²³⁰). Wenn die Knotenbleche doppelt sind, so setzt man den Kopf des Rundeisens zwischen beide Knotenbleche; bei einfachem Knotenbleche verbindet man den Rundeisenstab und das Knoten-

blech durch beiderseits aufgelegte Lafchenbleche (Fig. 509, 524). Falls das Knotenblech geringere Stärke hat, als der Kopf des Stabes, so kann man die Doppellafchen entsprechend aus einander biegen (Fig. 524). Etwas schwieriger ist die Anordnung, wenn man das Ende des Stabes an ein gehörig verstärktes Knotenblech zweiseitig ohne besondere Lafchen anschließen will. Dann kann man den Kopf nach Fig. 484 zweitheilig machen. Einen Anschluss der Rundeisen an die Knotenbleche mit Hilfe besonderer Hüllen veranschaulichen Fig. 485 u. 486. In die Hüllen werden die Enden der Rundeisenstäbe eingeschraubt. Fig. 485 zeigt eine Hülse, welche sich zwischen zwei Knotenbleche setzt und deshalb jederseits einen Zapfen hat, Fig. 486 eine solche für einfaches Knotenblech, welches durch die Hüllen umfasst wird. Endlich schaltet man auch wohl zwischen den Rundstab und den Knotenpunkt Bügel aus zwei Flach-eisen ein, auf welche der Rundstab seinen Zug mittels eines in den Bügeln gelagerten Zwischenstückes überträgt (Fig. 487 u. 488).

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.

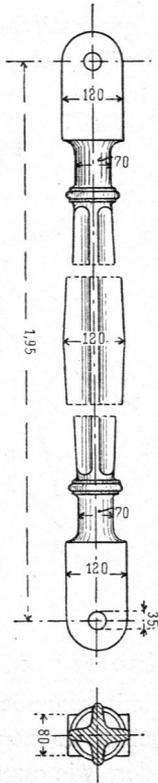
Als solche Vorkehrungen dienen mit Rechts- und Linksgewinde versehene Hüllen, in welche die beiden Theile des Stabes eingeschraubt werden. Das Drehen der Hülse verkürzt oder verlängert den Stab. — Wenn der betreffende Stab mittels eines weiteren Stabes aufgehängt ist, so ist bei der Verbindung Sorge zu tragen, dass eine Drehung durch den Hängestab nicht verhindert wird. Fig. 489 zeigt eine gusseiserne Hülse²³⁰), bei welcher die Hängestange nur geringe Drehung gestattet, besser ist bei den Hüllen in Fig. 490 u. 491 vorgefertigt; bei Fig. 490 ist die Hülse außen sechskantig, wodurch das Drehen erleichtert wird.

Fig. 492.



Von der Central-Markthalle zu Wien²³¹).

$\frac{1}{9}$ n. Gr.

Fig. 493²³⁰).

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

²³¹) Nach: WISTR, J. Studien über ausgeführte Wiener Bau-Construktionen. Wien 1872. Bd. I, Taf. 34—35.

3) Gufseifenstäbe und Holzstäbe.

178.
Anwendung.

Gezogene Stäbe sollten überhaupt nicht, gedrückte Stäbe nur bei kleinen Dächern und wenn keine Biegungsbeanspruchung in dieselben kommt, aus Gufseifen hergestellt werden. Nur bei gedrückten Gitterstäben ist deshalb allenfalls noch die Verwendung von Gufseifen 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 Theile 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. 492²³¹⁾ u. 493²³⁰⁾ geben einige Beispiele gufseiferer Druckstäbe.

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

Fig. 494.

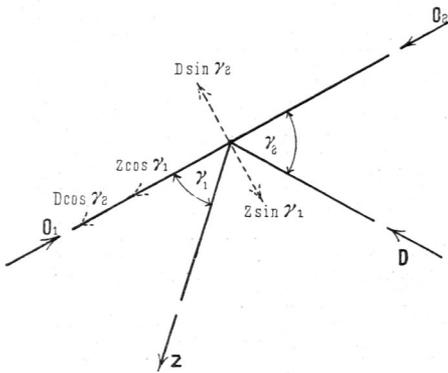
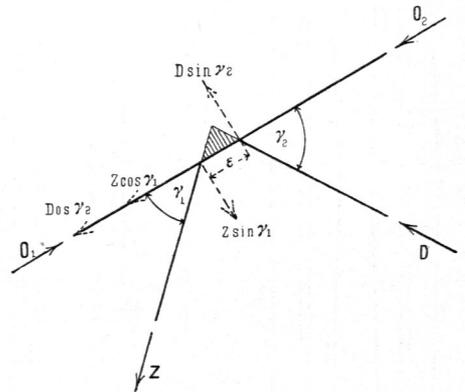


Fig. 495.



c) Knotenpunkte.

1) Gelenk- und vernietete Knotenpunkte.

179.
Gleichgewicht
in den
Knotenpunkten.

Die Stäbe sollen in den Knotenpunkten so mit einander 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. 494 u. 495. In Fig. 494 treffen sich alle Stabachsen in einem Punkte; die Seitenkräfte $Z \sin \gamma_1$ und $D \sin \gamma_2$ der Gitterstabsparungen heben einander auf; die Seitenkräfte $D \cos \gamma_2$ und $Z \cos \gamma_1$ addieren sich; Gleichgewicht ist vorhanden. In Fig. 495 schneiden sich die Stabachsen in den drei Eckpunkten des schraffierten Dreieckes; Gleichgewicht ist nicht möglich ohne Biegungsbeanspruchung der geradlinigen Gur-