

hervorrufen können. Trotzdem ist diese Knotenpunktsbildung bei uns die weitaus meist übliche und auch für die gedrückten Gurtungen wegen der größeren Sicherheit gegen seitliches Ausbiegen sehr zweckmäßig. Für die Knotenpunkte in der gezogenen Gurtung empfiehlt sich aber die Bolzenverbindung mehr; an der gedrückten Gurtung kommt auch vielfach eine Vermischung beider Constructionsarten vor: man verbindet die beiden Nachbargurtungsstäbe mit einander durch Vernietung (oder läßt sie einfach durchlaufen) und schließt die Gitterstäbe mittels Gelenkbolzen an.

Es ist bereits oben erwähnt, daß die Kräfte im Knotenpunkt einander im Gleichgewicht halten sollen; zu diesem Zwecke ist ein gemeinsamer Constructionstheil empfehlenswerth, in welchen alle Stäbe ihre Kräfte abgeben. Dieser Constructionstheil ist bei der Gelenkknotenverbindung der Centralbolzen; bei den vernieteten Knotenpunkten dient als gemeinsamer Constructionstheil ein genügend starkes Blech, das Knotenblech, mit welchem alle Stäbe durch Vernietung verbunden werden. Man kann es sich so vorstellen, daß am Knotenblech zunächst die Gitterstäbe befestigt werden und im Knotenblech die Gitterstabkräfte sich zu einer Mittelkraft vereinigen, die dann durch die zwischen Knotenblech und Gurtung angeordneten Nieten in letztere übergeführt wird. Die Frage der richtigen Vernietung ist bei dieser Auffassung nicht schwierig zu lösen.

2) Bildung der vernieteten Knotenpunkte.

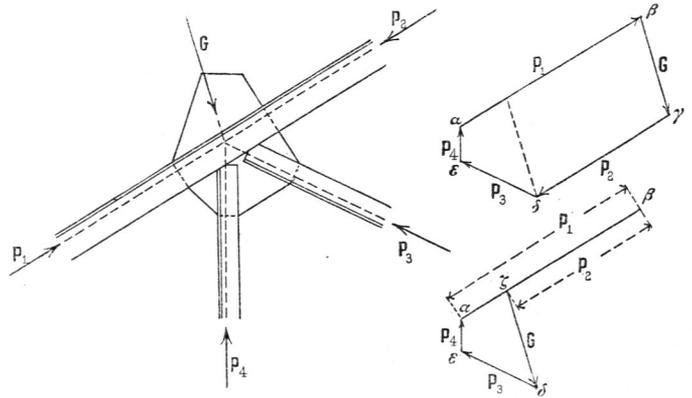
182.
Allgemeines.

Nach dem Vorstehenden ist es zweckmäßig, die Stäbe der gedrückten Gurtung an den Knotenpunkten durchlaufen zu lassen, an dieselben die Knotenbleche und daran die Gitterstäbe, so wie unter Umständen auch die Pfetten zu befestigen. Auch bei der gezogenen Gurtung kann eine ähnliche Anordnung empfehlenswerth sein. Der Betrachtung soll der in Fig. 497 schematisch dargestellte Knotenpunkt der oberen Gurtung zu Grunde gelegt werden.

Die in das Knotenblech übertragenen Kräfte G , P_3 und P_4 müssen mit der Differenz der Gurtungskräfte P_1 und P_2 im Gleichgewicht sein. Das Kraftpolygon $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon$ giebt über die Größen der Kräfte Aufschluss. Zeichnet man die Kräfte so,

daß P_1 und P_2 theilweise zusammenfallen, so sieht man sofort, daß nur die Resultirende von G , P_3 und P_4 , d. h. $\zeta\alpha = P_1 - P_2$ durch das Knotenblech in die Gurtung geführt wird; der Theil von P_1 , welcher absolut genommen gleich P_2 ist, bleibt im durchlaufenden Gurtungsstabe. Allerdings gilt dies streng genommen nur, wenn die beiden Gurtungsstäbe in eine gerade Linie fallen und gleichen Querschnitt haben; außerdem natürlich nicht, wenn die Gurtungsstäbe im Knotenpunkte mittels des Knotenbleches gestoßen werden; in letzterem Falle wird auch die Kraft, welche in dem durch das Knotenblech gestoßenen Theile des Gurtungsstabes wirkt, durch das Knotenblech geleitet.

Fig. 497.



Jeder Stab, der am Knotenblech endet, muß seine Kraft ganz in dasselbe übertragen können; endet nur ein Theil des Stabes am Knotenblech, so muß er die in diesem Theile wirkende Kraft in das Knotenblech leiten können. Danach ist die Zahl der Niete zu bestimmen. Läuft also, wie in Fig. 497, die obere Gurtung ununterbrochen durch, so ist zunächst jeder Gitterstab mit so vielen Nieten anzuschließen, daß die größte in ihm herrschende Kraft übertragen werden kann; das Knotenblech seinerseits ist mit den Gurtungsstäben durch so viele Niete zu verbinden, daß die größtmögliche Mittelkraft von G , P_3 und P_4 durch dieselben in die Gurtung geleitet werden kann; diese ist gleich der größtmöglichen Differenz $P_1 - P_2$; danach kann man diese Nietenzahl ermitteln. Enden aber auch die Gurtungsstäbe am Knotenblech und dient dieses etwa zum Stofsen der lothrechten Winkeleisenfchenkel, während die wagrechten Winkeleisenfchenkel durch besondere Deckplatten gestofsen werden, so ermittele man die Nietenzahl, welche nöthig ist, um jede Stabkraft, einschließlic der in den lothrechten Winkeleisenfchenkeln wirkenden, in das Knotenblech zu bringen; diese Kräfte heben einander im Knotenblech auf, welches natürlich in jeder Hinsicht stark genug für dieselben sein muß. Die in den wagrechten Winkeleisenfchenkeln wirkende Kraft geht nicht durch das Knotenblech.

Die Anzahl der zur Stabbefestigung erforderlichen Niete ist so zu bestimmen, daß weder eine zu große Beanspruchung der Niete auf Abfcheren eintritt, noch der Druck in der Lochlaibung der Niete die zulässige Grenze überschreitet. Man nimmt bei der Berechnung an, daß sich alle Niete gleichmäsig an der Kraftübertragung beteiligen. Diese Annahme ist sicher nicht richtig. Angenähert dürfte sie zutreffen, so lange die in Folge warmer Vernietung auftretende Reibung genügt, um die Kräfte zu übertragen. Diese Reibung kann man zu 500 bis 700 kg für 1 q^{cm} Nietquerschnitt annehmen, falls die zu verbindenden Theile sich in einer einzigen Fläche berühren (bei einschnittiger Vernietung), doppelt so groß, wenn sie sich in zwei Flächen berühren (bei zweischnittiger Vernietung). In Deutschland rechnet man meistens nicht unter Rücksichtnahme auf Reibung.

183.
Nietenzahl.

Es bezeichne f_{netto} den Nettoquerschnitt des Stabes, bezw. des zu vernietenden Stabtheiles (in Quadr.-Centim.), n die Anzahl der Nietquerschnitte, d den Nietdurchmesser (in Centim.) und δ die Stärke des schwächeren der beiden zu verbindenden Theile (in Centim.); alsdann muß mit Rücksicht auf Abfcheren

$$n \frac{d^2 \pi}{4} k \geq f_{netto} k, \text{ d. h. } n \geq \frac{4 f_{netto}}{d^2 \pi} \dots \dots \dots 24.$$

sein. Der Lochlaibungsdruck darf für das Quadr.-Centim. der senkrecht zur Kraft- richtung genommenen Projectionsfläche des Nietes nicht größer als $1,5 k$ sein; auf einen Niet darf also $1,5 k d \delta$ entfallen, da die Projectionsfläche des Nietes $d \delta$ ist. Mithin muß

$$n \cdot 1,5 k d \delta \geq P$$

sein, wenn P die Stabkraft ist; da aber $\frac{P}{k} = f_{netto}$ ist, so folgt:

$$n \geq \frac{2 f_{netto}}{3 d \delta} \dots \dots \dots 25.$$

Für die Ausführung ist stets der größere der beiden für n erhaltenen Werthe zu wählen; ergibt sich für n ein Bruch, so ist nach oben auf eine ganze Zahl abzurunden. Die zweite Formel giebt gewöhnlich größere Werthe für n , als die erste. Beide Werthe für n sind gleich, wenn

$$\frac{4 f_{\text{netto}}}{d^2 \pi} = \frac{2 f_{\text{netto}}}{3 d \delta}, \quad \text{d. h. wenn } d = \frac{6 \delta}{\pi},$$

abgerundet, wenn stattfindet:

$$d = 2 \delta \dots \dots \dots 26.$$

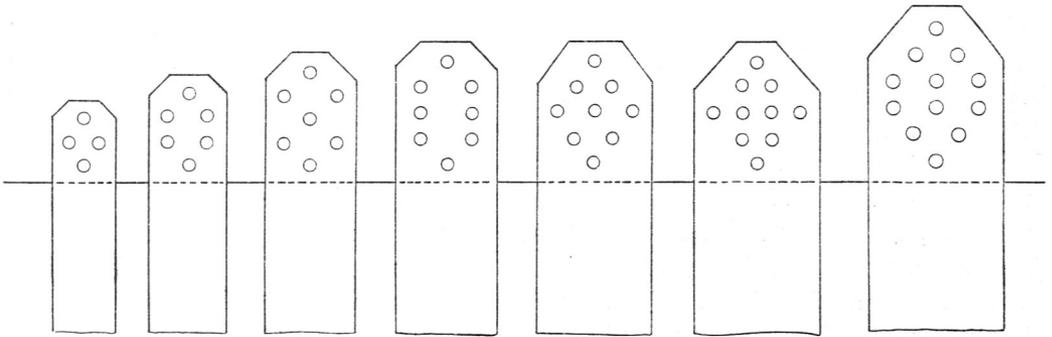
Wenn ein zweitheiliger Stab mit einem eintheiligen zu verbinden ist, so kommt für δ entweder die Stärke des eintheiligen oder die Summe der beiden Stärken in Frage, welche sich für den zweitheiligen Stab ergeben. In die Gleichung 25 für n ist der kleinere dieser beiden Werthe einzusetzen.

Einseitige Befestigung eines Stabes (mittels einschnittiger Niete) ist nicht empfehlenswerth, weil die Niete und Stäbe dann nicht nur auf Abscheren, sondern auch auf Biegung beansprucht werden. Befestigung mittels nur eines Nietes vermeide man; auch wenn die Rechnung $n = 1$ ergibt, ordne man wenn möglich zwei Niete an.

184.
Stellung
der Niete.

Bei vorstehender Berechnung der erforderlichen Nietenzahlen war angenommen, daß sich alle Niete gleichmäÙig an der Kraftübertragung betheiligen. Diese Annahme wird um so weniger erfüllt sein, je größer die Zahl der hinter einander befindlichen

Fig. 498.



Nietreihen ist. Man vermeide deshalb die Anordnung sehr vieler Nietreihen hinter einander. Bei einer vielfach ausgeführten Anordnung befindet sich in der ersten Nietreihe jederseits nur ein Niet, in der zweiten sind zwei Niete, in die dritte könnte man vier Niete setzen. Dabei überlegt man folgendermaßen. Durch jeden der Niete wird der n^{te} Theil der im Stabe vorhandenen Kraft aus dem Stabe hinausbefördert; wenn etwa 9 Niete zur Verbindung erforderlich sind, so wird durch den ersten Niet $\frac{1}{9}$ der Kraft P fortgeschafft; hinter der ersten Nietreihe bleibt also im Stabe noch die Kraft $\frac{8}{9} P$. Man könnte also hier den Querschnitt des Stabes um $\frac{f}{9}$ verringern, ohne daß die Festigkeit desselben kleiner würde, als bei vollem Querschnitt vor dem ersten Niet. Entspricht nun die Verchwächung durch ein Nietloch gerade einem Neuntel (dem n -ten Theile) des ganzen Nettoquerschnittes, so kann man hier ein Nietloch anordnen, ohne die Festigkeit zu verringern. Es ist aber unnöthig, dieselbe Festigkeit zu haben, wie im ungeschwächten Querschnitt; man braucht nur eine solche, welche derjenigen des durch den ersten Niet geschwächten Querschnittes gleich ist. Diese wird erhalten, wenn man in unferen Querschnitt noch einen zweiten Niet setzt. Gleiche Festigkeit würde man erhalten, wenn man in die folgende Nietreihe $3 + 1 = 4$ Niete setzte u. f. w. Diese Ueberlegung führt bei symmetrischer

Anordnung zu den in Fig. 498 skizzirten Nietstellungen, welche vielfach ausgeführt find. Sie find nicht einwandfrei, da die Voraussetzung der gleichmäßigen Kraftvertheilung auf alle Niete sicher nicht stets erfüllt ist. Man erhält bei dieser Anordnung, bezw. der ihr zu Grunde liegenden Auffassung den Nettoquerschnitt aus dem Bruttoquerschnitt durch Abzug nur eines Nietloches, da als schwächster Querschnitt derjenige gilt, welcher durch den ersten Niet gelegt ist.

Man setze die Niete so, dafs jederseits der Stabaxe möglichst die gleiche Nietzahl ist und dafs die Niete symmetrisch zur Stabaxe stehen.

Die im Stabe herrschende Kraft vertheilt sich nach der allgemein üblichen Annahme gleichmäßig über den Querschnitt; an jeder Seite der Axe wirkt also die Kraft $\frac{P}{2}$; ordnet man nun an einer Seite derselben etwa 2 und an der anderen Seite 5 Niete an (Fig. 499), so käme auf jeden Niet auf der ersteren Seite $\frac{P}{4}$ und auf jeden Niet der letzteren Seite $\frac{P}{10}$ (angenähert); berechnet find die Niete so, als ob

Fig. 499.

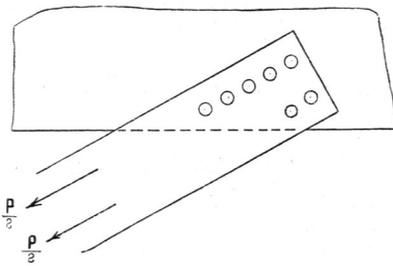
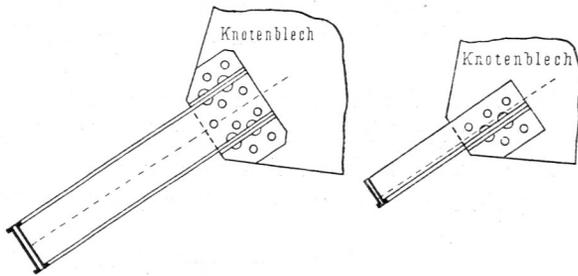


Fig. 500.



auf jeden derselben $\frac{P}{7}$ käme. Die eine Seite wird also weit überansprucht. Nimmt man dagegen an, dafs die 5 Niete der einen Seite wirklich $\frac{5}{7} P$ übertragen, so werden die Stabtheile auf dieser Seite wesentlich höher beansprucht, als bei der Berechnung angenommen war und als zulässig ist. Fig. 499 giebt also eine zu vermeidende Anordnung.

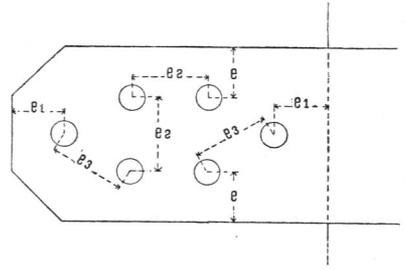
Wenn der zu befestigende Stab aus mehreren Theilen besteht (Winkelleisen, T-Eisen, Blechen etc.), so ordne man zur Verbindung jedes Theiles die für diesen allein erforderliche Zahl von Nieten an.

Zur Befestigung von Winkelleisen und T-Eisen gebraucht man oft eine verhältnismäßig grofse Zahl von Nieten, 5 bis 6 (oftmals noch mehr) und damit eine lange Reihe hinter einander stehender Niete. Man vermeidet dies durch Hinzufügen eines kurzen Winkelleisenstückes, welches die im senkrecht zur Knotenblechebene stehenden Schenkel wirkende Spannung aufnimmt und in das Knotenblech weiter leitet (Fig. 500).

Man wählt den Nietdurchmesser d gewöhnlich und zweckmäßig doppelt so groß, wie die Stärke des anzuschließenden Stabes, d. h. man macht $d = 2\delta$. Bei den Dachbindern dürfte als kleinster regelmäßiger Nietdurchmesser $d = 15 \text{ mm}$ und

als grösster $d = 23$ mm (ausnahmsweise 26 mm) zu wählen fein. Es empfiehlt sich aber wegen der einfachen Herstellung nicht, viele verschiedene Nietforten zu verwenden, sich also an die Formel $d = 2\delta$ ängstlich zu halten. Man ordne nur wenige, zwei, höchstens drei, verschiedene Nietforten an. Als Grundeinheit führt man den Nietdurchmesser d ein. Wir empfehlen folgende Abmessungen (Fig. 501), an welche man sich aber nicht ängstlich zu halten braucht; die angegebenen Werthe sind Mittelwerthe:

Fig. 501.



Abstand der Mitte des äussersten Nietes vom Rande des Stabes, gemessen in der Richtung der Stabaxe:

$$e_1 = 2d \text{ bis } 2,5d;$$

Abstand der Mitte des äussersten Nietes vom Rande des Stabes, gemessen in der Richtung senkrecht zur Stabaxe:

$$e_2 = 2d \text{ bis } 2,5d;$$

Abstand der Nietmitten von einander in der Richtung senkrecht zur Stabaxe und in der Richtung der Stabaxe:

$$e_3 = 3d.$$

Wenn die Niete in den Reihen gegen einander versetzt sind, so wähle man den in der Schräge gemessenen Abstand der Nietmitten nicht kleiner als

$$e_3 = 3d.$$

Fasst man die im Vorstehenden vorgeführten Regeln für die Vernietung an den Knotenpunkten zusammen, so ergibt sich das Folgende.

Alle Stabaxen sollen sich in einem Punkte schneiden; die Zahl der zur Befestigung eines Stabes am Knotenbleche erforderlichen Nietquerschnitte muss

$$n \geq \frac{4 f_{\text{netto}}}{d^2 \pi}, \quad \text{bzw.} \quad n \geq \frac{2 f_{\text{netto}}}{3 d \delta}$$

fein. Der grössere der beiden für n erhaltenen Werthe ist zu einer ganzen Zahl aufzurunden. Befestigung eines Stabes mittels eines einzigen Nietes ist nicht empfehlenswerth. Jederseits der Stabaxe ordne man die gleiche Zahl von Nieten an; man setze die Niete möglichst symmetrisch zur Stabaxe. Man mache $d = 2\delta$, $e = 2d$ bis $2,5d$, $e_1 = 2d$ bis $2,5d$, $e_2 = 3d$ und $e_3 = 3d$. Das Knotenblech ist sehr stark zu nehmen; annähernd sei seine Stärke gleich d ; befestigt man die Gitterstäbe an einem durchlaufenden Stehblech der Gurtung, so mache man auch seine Stärke annähernd gleich d .

Man befestige die Stäbe am Knotenblech, bzw. am Stehblech wenn möglich durch zweifchnittige Niete. Einzelne Winkeleisen schliesse man mit Zuhilfenahme kleiner Winkeleisenstücke (nach Fig. 500) an.

3) Beispiele für die Bildung vernieteteter Knotenpunkte.

Fig. 502 bis 507 haben einen aus 2 Winkeleisen gebildeten Gurtungsquerschnitt; zwischen den lothrechten Schenkeln der Winkeleisen befindet sich ein Zwischenraum zum Einlegen der Knotenbleche.

Fig. 502²³²⁾ hat gleichschenkelige Winkeleisen; am Knotenblech sind Zug- und Druckdiagonalen befestigt; ähnlich ist der Knotenpunkt der unteren Gurtung (Fig. 503²³²⁾, bei welcher auf die wagrechten Winkeleisenchenkel Verstärkungsbleche gelegt sind. Die an die Knotenbleche angeschlossenen I-Träger tragen die gewölbte Decke des unter dem Dache befindlichen Raumes. Fig. 504²³²⁾ zeigt den Auflager-

186.
Zusammen-
stellung.

187.
I-förmiger
Gurtungs-
Querschnitt.