



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

4) Nietverbindungen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78727](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78727)

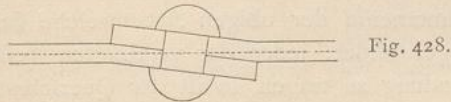
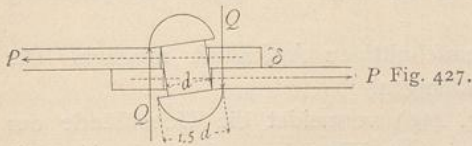
ζ) Der Druck zwischen Bolzenumfang und Lochlaibung, dessen Steigerung über ein bestimmtes Maß (höchstens 2000 kg für 1 qcm des Rechteckes aus Blechstärke und Bolzendurchmesser) unzulässig ist, wurde durch obige Formelaufstellung für alle Abmessungen berücksichtigt, kommt aber nur in Frage, wenn das Verhältnis $\frac{d}{\delta}$ groß ist.

213.
Druck
am Bolzen-
umfang.

4) Nietverbindungen.

α) Der einseitige Anschluss. Fig. 417, 427 u. 428 zeigen diese Verbindung für zwei schmale Stäbe unter der Last P . Es entsteht ein Drehmoment $P\delta$, welches bei schlotternden Nieten (Fig. 427) durch Verdrehen dieser und einseitiges Anlegen ihrer Köpfe ein Gegenmoment $Q \cdot 1,5 d$ erzeugt, das so lange wächst, bis beide sich

214.
Einseitiger
Anschluss.



aufheben. Hiernach ist $Q = \frac{P\delta}{1,5 d}$, und

der Niefschaft wird im Kopfanfatze vom Moment $\frac{P\delta}{1,5 d} \cdot \frac{1,5 d}{2} = \frac{P\delta}{2}$ gebogen

und von der Kraft $\frac{P\delta}{1,5 d}$ gezogen. Die

Biegungsspannung σ_1 folgt aus $\frac{P\delta}{2} = \frac{\sigma_1 d^3 \pi}{32}$ mit $\sigma_1 = \frac{16 P\delta}{\pi d^3}$, und die Zug-

spannung σ_2 aus $\frac{P\delta}{1,5 d} \cdot \frac{1}{d^2 \pi} = \frac{8 P\delta}{3 \pi d^3}$. Im Niet entsteht also eine Zuschlag-

spannung $\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{56 P\delta}{3 \pi d^3}$, oder für $\delta = \frac{d}{2}$ ist $\sigma = \frac{28 P}{3 \pi d^2}$. Der Niet ist auf $P = \frac{d^2 \pi}{4} t$ berechnet; ferner wird

$$\sigma = \frac{28}{3 \pi d^2} \frac{d^2 \pi}{4} t = \frac{7}{3} t.$$

Die Schubspannung t ist der Regel nach zu $\frac{4}{5}$ der zulässigen Zugspannung s' anzusetzen; demnach ergibt sich $\sigma = \frac{7}{3} \cdot \frac{4}{5} s' = \frac{28}{15} s'$ oder beinahe $= 2 s'$.

Ein schlotternder Niet wird nun zwar eben wegen dieses Zustandes keine wesentliche Längsspannung aus der Erkaltung besitzen; immerhin ist aber die oben nachgewiesene Beanspruchung eine sehr gefährliche.

Schlottern die Niete nicht, füllen sie vielmehr das Loch ganz aus, oder ist infolge der oben nachgewiesenen Spannungen ein Nietkopf verbogen oder abgeprengt, so wirkt nun das Moment $\sigma \delta$, allmählich abnehmend, bieugend auf die Bleche ein, bis die beiden P in eine Gerade fallen. Als Breite des Stabes kann das Teilungsmaß e einer breiteren Nietung eingeführt werden. Die Biegungsspannung im Bleche σ ergibt sich aus $\frac{\sigma e \delta^2}{6} = P\delta$ zu $\sigma = \frac{6 P}{e \delta}$. Wegen der notwendigen Festigkeit des Stabes ist in der Nietung

$$P = \delta (e - d) s', \text{ also } \sigma = \frac{6 \delta (e - d) s'}{e \delta} \text{ oder } \sigma = 6 s' - 6 s' \frac{d}{e}.$$

Nun ist nach Gleichung 119, wenn $t = s'$ gesetzt wird, $e = d \left(1 + \frac{\pi d}{4 \delta}\right)$, somit

$$\sigma = 6 s' \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{\pi}{4} \frac{d}{\delta}} \right).$$

Wird fönach der Mittelwert $\frac{d}{\delta} = 2$ eingeführt, fo ergibt sich

$$\sigma = 3,66 s'.$$

Durch die Biegung allein wird demnach die zulässige Beanspruchung s' im Stabe weit überschritten. Wenn nun auch keiner der Grenzfälle in Fig. 427 u. 428 wirklich auftritt⁹⁵⁾, sondern eine Vereinigung beider, welche die beiden berechneten Spannungen jede nur zum Teile hervorruft, so muß doch die in Rede stehende Verbindung zur Uebertragung großer Kräfte als bedenklich bezeichnet und soll auf diejenigen Fälle beschränkt werden, in denen sie wegen niedriger Beanspruchung der Teile unbedenklich ist.

Auch mehrreihige Nietung ist beim einschnittigen Anschlusse möglich. Die Anordnung ergibt sich aus den obigen Gleichungen.

275.
Zweiseitiger
Anschluß.

β) Der zweiseitige Anschluß (Fig. 419) vermeidet die Uebelstände des einseitigen; denn wenn man die Verbindung in der Mittelebene durchschneidet, so entstehen in den beiden Hälften zwei Drehmomente der obigen Art, welche sich gegenfeitig aufheben. Hat, wie es die Regel bildet, jeder der vereinigten Teile dieselbe Kraft P zu beiden Seiten der Verbindung zu tragen, so ist der Querschnitt beider Teile theoretisch gleich zu machen; dabei wird aber die Stärke der einzelnen Teile des doppelten Gliedes für die Ausführung meist zu gering, und man macht daher (Fig. 416) die Stärkesumme des doppelten Teiles $2\delta_1$ etwas größer, als die Stärke δ . Die Nietung kann einreihig und mehrreihig sein. Wenn jedoch die Abmessungen für die einschnittig angeschlossenen Teile des Doppelgliedes andere werden, als für den zweiseitig angeschlossenen Mittelteil, so muß man, da verschiedene Anordnungen in den verschiedenen Teilen wegen der durchgehenden Niete unmöglich sind, diejenigen Maße für alle Teile durchführen, welche für den einen Teil genügen, dem anderen zu große Stärke geben.

Von den obigen Formeln sind für die Aufsenteile die für einschnittige, für die Innenteile die für zweiseitige Nietungen aufgestellten maßgebend. Die Wiederholung dieser Verbindung giebt schließlich die symmetrische Vereinigung vielteiliger Glieder nach Fig. 419, bei welcher auch die Aufsenglieder als einschnittig, die Innenglieder als zweiseitig angeschlossen zu betrachten sind. Haben die vereinigten Teile ungleiche Kräfte zu übertragen, so muß die Vernietung nach den die größten Kräfte enthaltenden bemessen werden, was für die schwächeren dann leicht recht ungünstige Verhältnisse bedingt.

Da jedoch die einzelnen Bolzen in solchen vielteiligen Verbindungen sehr lang werden, so ist in derartigen Fällen in der Regel die Verwendung von Schraubenbolzen vorzuziehen, deren Stärkenbemessung für solche Fälle unter c besprochen wird.

276.
Einseitige
Verlascung.

γ) Die einseitige Verlaschung (Fig. 420) ist nur eine zweifache Aneinanderreihung des einseitigen Anschlusses und hat daher dieselben Nachteile, kann übrigens in derselben Weise berechnet werden wie dieser. Diese Art der Verbindung ist gleichfalls auf untergeordnete und die unvermeidlichen Fälle zu beschränken.

⁹⁵⁾ Dafs diese Untersuchungen nicht streng richtig und zu ungünstig sind, wurde mehrfach nachgewiesen. Siehe: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1892, S. 553. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing., Wochausg., 1899, S. 249.

δ) Die doppelte Verlafchung (Fig. 418) ist wieder frei von den gerügten Mängeln, da sie zur Mittellinie symmetrisch ist. Auch sie kann einreihig oder mehrreihig (Fig. 423) nach den obigen Formeln ausgeführt werden. Theoretisch müßte die Stärke der Lafchen zusammen gleich derjenigen des Bleches sein; in der Regel wird aber δ_1 etwas größer als $\frac{\delta}{2}$ gemacht.

217.
Doppelte
Verlafchung.

Beispiel. Ein Flacheisenband von der Dicke $\delta = 1,5$ cm soll mit doppelten Lafchen von der Dicke $\delta_1 = 1,0$ cm und Nieten vom Durchmesser $d = 2,0$ cm an ein $1,5$ cm starkes Knotenblech angegeschlossen werden; die Belastung beträgt 21000 kg. Die Spannungswerte seien angenommen mit $s' = 700$ kg für 1 qcm, $t = s'$, $\frac{s''}{s'} = 1,5$, $\frac{s'''}{t'} = 1,9$ und $\frac{t}{t'} = \frac{1,9}{1,5} = \text{rund } \frac{5}{4}$.

218.
Beispiel.

Die theoretische Stabbreite beträgt $b = \frac{21000}{700} = 30$ cm. Die Nietzahl für die Lafchen ergibt sich nach

$$\text{Gleichung 113: } n = \frac{4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 21000}{2^2 \cdot 3,14 \cdot 700} = 4,8, \text{ für das Blech nach Gleichung 115: } n = \frac{21000}{2 \cdot 1,5 \cdot 1100} = 6,4.$$

Demnach müssen 7 Niete gesetzt werden. Thatächlich betragen die Scherspannung im Niete nur $\frac{21000 \cdot 4}{2^2 \cdot 3,14 \cdot 7 \cdot 2} = 478$ kg und der Lochlaibungsdruck $\frac{21000}{7 \cdot 2 \cdot 1,5} = 1000$ kg. Werden in die Formeln gleichwohl die obigen Verhältniszahlen eingeführt, so wird die Verbindung in allen Teilen auf ermäßigte Spannungen, aber mit überall gleicher Sicherheit konstruiert. 7 Niete in eine Reihe zu setzen ist nicht angängig, da die Verbreiterung dadurch zu groß würde; deshalb wird zweireihige Vernietung ($n' = 2$) angenommen.

In den Lafchen ist dann nach Gleichung 125: $e = 2 \left(1 + \frac{2 \cdot 3,14}{4} \cdot 1 \cdot \frac{2}{1} \right) = 8,28$ cm, im Bleche nach Gleichung 127: $e = 2 (1 + 2 \cdot 1,5) = 8$ cm; daher wird $e = 8,3$ cm sein müssen, und die wirkliche Breite, wenn 4 und 3 Niete in je eine Reihe kommen, $4 \cdot 8,3 = 33,2$ cm.

Der hintere Randabstand a' der Lafchen wird nach Gleichung 131: $a' = 2 \left(\frac{1}{2} + \frac{3,14}{8} \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{2}{1} \right) = 2,96$ cm und derjenige im Bleche nach Gleichung 125: $a' = 2 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot 1,9 \right) = 2,9$ cm; der Randabstand wird also überall mit dem Mindestmaße $1,5$ $d = 3$ cm ausgeführt. Der Reihenabstand wird in den Lafchen nach Gleichung 134: $e' = 2 \left(1 + \frac{3,14}{8} \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{2}{1} \right) = 3,96$ cm, im Bleche nach Gleichung 136: $e' = 2 (1 + 2 \cdot 1,9) = 3,9$ cm. Beide sind kleiner als $2,5$ d ; hier wird also das Mindestmaße $e' = 2,5$ $d = 2,5 \cdot 2 = 5$ cm ausgeführt.

Demnach ergeben sich die Verhältnisse, wie sie Fig. 429 darstellt. Der Sicherheitsgrad der Verbindung ist nach der Formel $f = \frac{e - d}{e} = \frac{8,3 - 2}{8,3} = 0,76$, gegenüber der theoretischen Stabbreite von 30 cm jedoch $\frac{33,2 - 4 \cdot 2}{30} = 0,84$.

Nach der Nietordnung mit wachsender Zahl der Niete in den Reihen würde man hier nach der Folge 1, 2, 3, 2 unter Zugabe eines Nietes oder nach 2, 3, 2 zu setzen haben. Die Stabbreite wird dabei $30 + d = 32$ cm gewählt, und wegen der Nietzahl 3 in einer Reihe bei dem größten Randabstande von 5 cm = $2,5$ d ergäbe sich eine Teilung von $\frac{32 - 10}{2} = 11$ cm, also größer, als die aus der Formel folgende. Nach den übrigen oben bestimmten Maßen ergeben sich die beiden Nietungen in Fig. 430 u. 431, von denen die letztere den Uebergang zur dreifachen Reihennietung bildet.

Die Reihe der gewöhnlichen Nietverbindungen ist hiermit abgeschlossen; es bleibt nur noch etwas über die Verbindungen nicht ebener Teile hinzuzufügen.

Verbindungen für Blechrohre werden meist mit einseitiger Verlafchung oder einseitigem Anschlusse, genau nach den obigen Regeln, sowohl in der Quer-, wie in den Längsfugen, unter Berücksichtigung der etwa in beiden verschiedenen Kraftwirkungen hergestellt. Doch ist vor dieser Art der Stofsausbildung zu warnen, wenn erhebliche Kräfte wirken, wie in Kesselwandungen, in der Wand großer cylindrischer

219.
Verbindung
von
Rohren.

Fig. 429.

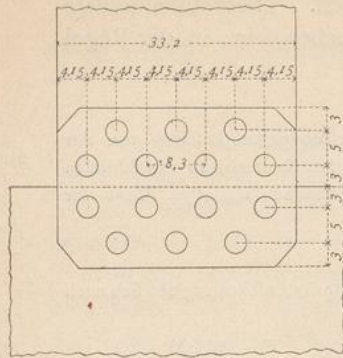


Fig. 430.

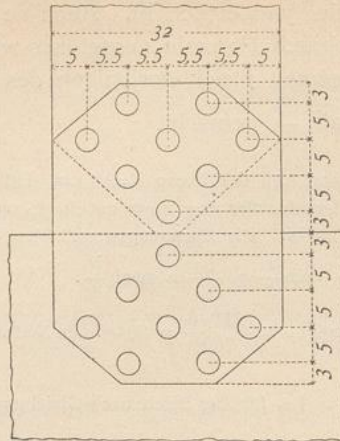
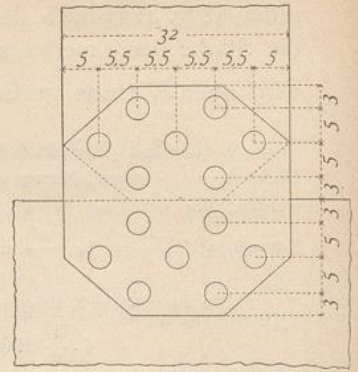


Fig. 431.



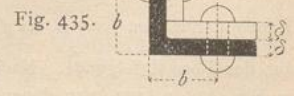
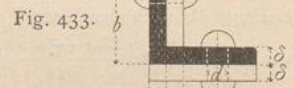
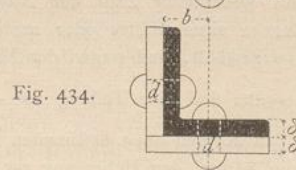
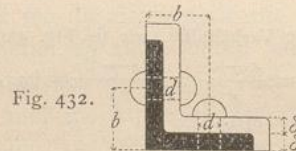
Wasserbehälter u. f. w. In solchen Fällen sollte man ausschließlich doppelte Verlafchung verwenden.

220.
Verbindung
von
Formeisen.

Formeisen können fast durchweg nur dadurch verbunden werden, daß man jeden einzelnen Teil mittels gefonderter Blechstreifen einseitig oder zweiseitig verlafcht, wobei dann die Verlafchung zweckmäfsig für jeden Teil gefondert berechnet wird. Die Teile folcher Querschnittsformen sind jedoch meist fo schmal, daß nicht mehrere Niete nebeneinander in ihnen Platz finden; man ist dann gezwungen, alle für einen Teil erforderlichen Niete in eine Linie hintereinander zu fetzen.

Am häufigften kommen Winkeleifenverbindungen vor, welche nach Fig. 432 bis 435 auf vier verschiedene Weifen ausgeführt werden können.

Von diesen ist die Verbindung in Fig. 432 die stärkste, aber wegen der hohen Kosten der besonders zu walzenden Formlafche nur höchst fetten. Die nächstbete ist die in Fig. 434, da die Lafchen sich auf die ebenen Winkeleifenflächen legen, stärker sind als das Winkeleifen und einen kurzen Abstand b (Wurzelmafs) der Niete von der Winkeleifen-Aufsenecke gestatten. Alsdann folgt zunächst die Verbindung in Fig. 433, welche die angeführten Vorteile wenigstens für einen Schenkel wahrt und dann an die Stelle der Anordnung in Fig. 434 treten muß, wenn der zweite Schenkel an einem anderen Konstruktionsteile anliegt; das Wurzelmafs b muß hier in dem außen verlafchten Schenkel wegen der Innenlafche des anderen Schenkels in ungünstiger Weise vergrößert werden, was in beiden Schenkeln geschieht, weil man einerfeits verschiedene Wurzelmafse in den Schenkeln zu vermeiden fucht,



andererfeits ein kurzes Wurzelmafs in dem innen verlafchten Schenkel höchst ungünstige Nietstellung in der Innenlafche hervorriefe. Am wenigsten gut, aber dann oft nicht zu umgehen, wenn das Winkeleifen an zwei anderen Teilen anliegt (d. h. in Eckverbindungen), ist die Verbindung in Fig. 435, da von allen für Fig. 434 angeführten Vorteilen hier das Gegenteil eintritt. Die Lafchen müssen hier dicker gemacht werden, als die Schenkel, also $d_1 > d$. Was die Nietstellung anlangt, fo fetzt man die Niete des einen Schenkels auf die Mitten oder Viertel der Teilung des anderen, weil einander gegenüber stehende Niete oft gar nicht Platz haben, jedenfalls nur mit Mühe eingebracht und schlecht ausgebildet werden können. Da ein Niet in einem Schenkel das Winkeleifen um fo unfymmetrischer macht und die Kraftübertragung um fo weiter vom

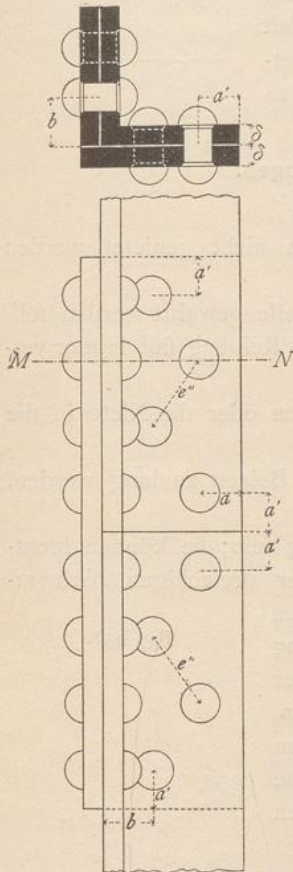
Schwerpunkte verlegt, je näher der Niet dem Aufsenrande fitzt, fo soll das Wurzelmafs fo klein wie möglich gewählt werden, und zwar ift zu machen:

$b = 1 + \delta + 0,75 d$, wenn keine Lafche im Winkeleifen liegt (Fig. 434) 140.

$b = 1 + \delta + \delta_1 + 0,75 d$, wenn eine oder zwei Innenlafchen da find (Fig. 432, 433 u. 435) . . . 141.

Soll z. B. ein Winkeleifen von $10 \times 10 \times 1,4$ cm nach Fig. 434 mit 2,5 cm Nietdurchmesser verlafcht werden, fo ift das zugehörige Wurzelmafs $b = 1 + 1,4 + 0,75 \cdot 2,5 =$ rund 4,3 cm. Soll aber die Verlafchung nach Fig. 435 mit 1,6 cm starken Lafchen erfolgen, fo wird das Wurzelmafs $b = 1 + 1,4 + 1,6 + 0,75 \cdot 2,5 = 5,9$ cm.

Fig. 436.
Schnitt M N.



Handelt es sich nun aber um fehr breite Winkeleifen (Fig. 433), fo rücken die Niete nach diefer Bemeffung des Wurzelmafes fo nahe nach der Ecke, dafs die Lafchen aufsen abklaffen; man giebt dann dem einen Niete das vorgeschriebene Wurzelmafs und fetzt den nächften um $1,5 d$ vom Aufsenrande. Dabei ftellt man, wenn nicht befondere Rückfichten eine bestimmte Teilung vorfchreiben, zwei benachbarte in die fchräg gemeffene Entfernung $e'' = 3 d$ (Fig. 436, Grundrifs); alsdann muß ein äußerer Niet des einen einem innären des anderen Schenkels gegenüberftehen, da fonft die Ausbildung unmöglich wird (Fig. 436, Schnitt M N).

Soll auf diefe Weife ein Winkeleifen von $13 \times 13 \times 1,4$ cm mit Nieten von 2,5 cm Durchmesser verlafcht werden, welches nach Abgang eines Nietloches mit 800 kg auf 1 cm belaftet ift, fo ift die für einen Schenkel zu übertragende Kraft $\frac{(13 + 13 - 1,4 - 2,5)}{2} 1,4 \cdot 800 = 12376$ kg. Nach Gleichung 113 ift für einen Schenkel

$$n = \frac{12376 \cdot 4}{2,5^2 \cdot 3,14 \cdot 700} = 3,7, \text{ also } n = 4.$$

Das Wurzelmafs b wird $1 + 1,4 + 0,75 \cdot 2,5 = 4,3$ cm, der Randabftand $a' = 1,5 \cdot 2,5 = 3,8$ cm, der Abftand $e'' = 3 d = 7,5$ cm und der hintere Randabftand a' nach Gleichung 131

$$a' = 2,4 \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{8} \frac{5}{4} \frac{2,5}{1,4} \right) = 3,5 \text{ cm.}$$

Diefes Wurzelmafs, welches fich für eine Verbindungsftelle ergibt, bleibt, um die Teilung auf einer Geraden zu behalten, für das ganze Winkeleifen maßgebend. Ift keine Verbindungsftelle da, wird z. B. ein durchlaufendes Winkeleifen an ein Blech genietet, fo beftimmt fich das Wurzelmafs ftets nach Gleichung 140. Die zweireihige Nietenung (Fig. 436) beginnt bei Winkeleifen zweckmäßig erst von 12 cm Schenkelbreite an.

Die obigen Regeln können auch auf die Herftellung von Eckverbindungen zweier Bleche mittels Winkeleifen übertragen werden (fiche Kap. 3, unter a).

Auch die Vernietung anderer Formeifen erfolgt nach Grundfätzen, welche aus den obigen zu entnehmen find; nur tritt bei einigen auch die doppelte Lafchung auf. So würde man ein I-Eifen auf jedem Flanfch einfeitig, den Steg zweifseitig verlafchen. Solche Verbindungen anderer Formeifen als Winkeleifen find jedoch höchft felten.

Eine befondere Art von Vernietung ift noch zu erwähnen, nämlich die Vernietung mit Stehnieten, welche zur Verbindung von nicht unmittelbar aufeinander liegenden Teilen verwendet wird, jedoch zur Uebertragung von Kräften thunlichft nicht herangezogen werden foll. Die Niefschäfte werden fehr lang und haben fonach, wenn fie Kräfte übertragen follten, höchft ungünstige Biegungsspannungen zu erleiden. Um den vorgeschriebenen Abftand der Teile, welcher beim Stauchen des ohne weiteres eingefetzten Nietes durch völliges Zerquetfchen des Schaftes zwifchen den Teilen verloren gehen würde, zu wahren, fetzt man zunächft einen Ring mit dem

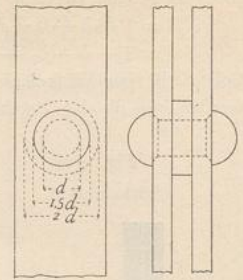
221.
Verbindung
mit
Stehnieten.

äußeren Durchmesser $2d$ und dem inneren Durchmesser d oder ein gelochtes Blechstück so zwischen die Teile, daß die drei Löcher sich decken und nun eine durchlaufende Lochwandung ergeben.

Die zu diesem Zwecke verwendeten Blechabfälle werden auf dem Durchstoße gelocht, sollen aber keine zu unregelmäßige Außenform haben, von allen Graten befreit und thunlichst durch Pressen völlig eben hergerichtet sein.

Fig. 437 zeigt eine Vernietung mit Stehbolzen. Da das Abklaffen der Teile voneinander zwischen den Nietern mit Rücksicht auf Rostbildung hier unschädlich ist, kann die Nietteilung e hier so weit gesteigert werden, wie die Kräfte es erlauben.

Fig. 437.



b) Schrauben und Schraubenverbindungen.

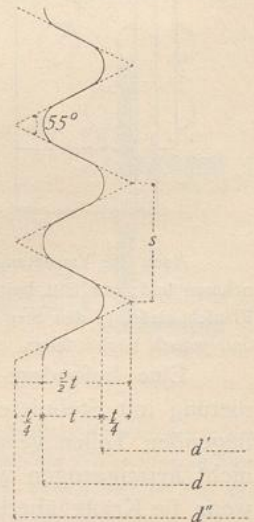
222.
Anwendung
und Ver-
schiebenheit.

Schraubenverbindungen kommen in Eifenteilen da vor,

- 1) wo die zu verbindenden Teile des Stoffes wegen nicht genietet werden dürfen, d. h. bei Gußeisenteilen;
- 2) wo eine gewisse Beweglichkeit (Drehbarkeit) der Teile gewahrt werden soll, die bei der Vernietung auch nur mit einem Niete durch die Reibung fast immer verloren geht;
- 3) wo der Raum zu beengt ist, um Nietköpfe ausbilden oder die Niete in die Löcher einstecken zu können, und
- 4) wo wegen Vereinigung vieler Konstruktionsteile die Bolzen zu lang werden, um noch als Niete ausgebildet werden zu können.

Die Schrauben können eingängig oder mehrgängig sein; sie können rechteckigen Gangquerschnitt (flachgängige Schrauben) oder dreieckigen (scharfgängige Schrauben) haben. Die eingängigen scharfgängigen Schrauben ergeben unter gleicher Last die größte Reibung in der Mutter, und da für Verbindungsschrauben, die hier den Bewegungsschrauben gegenüber allein in Frage kommen, eine thunlichst große Reibung erwünscht ist, so wird hier von ersteren allein die Rede sein. Auch ist bei gleicher Ganghöhe die Scherfläche zwischen Gang und Spindel bei der scharfen Schraube doppelt so groß, wie bei der flachen.

Fig. 438.



223.
Gangprofil
und Durch-
messer der
Schrauben.

Außer den beiden genannten kommen noch die Trapezschraube und die Schraube mit rundem Gangquerschnitte vor.

Das Gangprofil der scharfen Schraube zeigt Fig. 438; d' ist der innere Durchmesser, d der äußere Gewindedurchmesser, d'' der äußere Bolzendurchmesser, s die Ganghöhe und t die Gewindetiefe. Die Neigung des Ganges wird durch die Zahl m festgelegt, welche bestimmt, wie viele Gänge auf die Länge d des Bolzens kommen. Die Gänge werden nach Fig. 438 aus- und abgerundet, nur bei sehr weichem Stoffe, z. B. Messing, Bronze, mehr. Gemäß dem Abrundungsmaße

und dem Spitzenwinkel von 55 Grad wird $\frac{3}{2}t = s \frac{1}{\text{tg } 27^{\circ} 30'}$, also

$t = 0,64 s, \dots \dots \dots 142.$