



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente**

**Marx, Erwin**

**Stuttgart, 1901**

2) Anordnung der Vernietungen

---

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

Verbrauch und Gewicht der Niete werden nach den Tabellen für Rundeisen ermittelt, indem man der Schaftlänge zwischen den Köpfen die Länge von zwei Schaftdurchmessern für jeden Kopf hinzurechnet.

## 2) Anordnung der Vernietungen.

Bei der Anordnung und Berechnung von Nietungen kommen die folgenden wesentlichen Punkte in Betracht:

198.  
Gesichtspunkte.

- a) die Stärke und Länge der Nietbolzen;
- β) die Festigkeit der vernieteten Teile an der durch die Nietlöcher geschwächten Stelle;
- γ) die Festigkeit der vernieteten Teile zwischen den letzten Nietten und dem Blechrande;
- δ) die Reibung zwischen den verbundenen Teilen;
- ε) die Festigkeit des Nietbolzens;
- ζ) der Druck zwischen dem Umfange des Nietbolzens und der Wandung des Nietloches: der Lochlaibungsdruck, und
- η) die verbiegende Wirkung auf den Bolzen.

a) Die Stärke des Nietbolzens hängt in erster Linie von der Stärke der zu vernietenden Bleche ab. Macht man die Niete zu dünn, so können sie die Bleche nicht genügend aufeinander pressen; sind sie zu stark, so üben sie infolge ihrer Längsspannung zerstörende Drücke auf die Bleche aus. Ist  $d$  der Nietdurchmesser,  $\delta$  die Stärke eines Bleches, so soll  $\frac{d}{\delta}$  zwischen 1,75 und 2,50 liegen, gewöhnlich 2 betragen<sup>88)</sup>. Nach *Winkler* soll der Durchmesser für Träger von  $l$  Met. Länge

199.  
Stärke  
des  
Nietbolzens.

$$d = (2 + 0,005 l) \text{ Centim.}$$

betragen.

Die für Baukonstruktionen verwendeten Nietforten beschränken sich gegenwärtig auf Durchmesser von 0,7, 1,0, 1,2, 1,5, 1,6, 1,9, 2,0, 2,3 und 2,5 cm.

Die Länge der Nietbolzen bestimmt sich aus der Dicke und Zahl der zu verbindenden Teile; jedoch sind die Vernietungen nach dem früher Gefagten so anzuordnen, daß die Schaftlänge das 4-fache des Durchmessers nicht überschreitet. Ist eine grössere Länge nicht zu umgehen, so müssen die in Art. 192 u. 194 (S. 143 u. 144) erwähnten Vorsichtsmafsregeln getroffen werden.

200.  
Länge des  
Nietbolzens.

β) Die Festigkeit des durch die Nietlöcher geschwächten Querschnittes der verbundenen Teile muß schon bei der Festsetzung der Abmessungen der letzteren im Auge behalten werden; denn würden sie genau den wirkamen Kräften entsprechend bemessen, so würde die Schwächung durch Nietlöcher Ueberanstrengungen hervorrufen. Streng genommen muß der Querschnitt eines Konstruktionssteiles um so viele Nietlochquerschnitte zu groß gemacht werden, wie in den Verbindungs- oder Anschlußstellen Niete in einen Querschnitt nebeneinander zu stehen kommen.

201.  
Festigkeit  
der  
vernieteten  
Teile.

Bei große Kräfte übertragenden, dicken Gliedern wird sich der Regel nach aus diesem Gefetze eine ganz unverhältnismäßige Verstärkung ergeben, wenn man versucht, die erforderlichen Niete sämtlich nebeneinander zu setzen, eine Anordnung, welche die gleichmäßige Beanspruchung aller Niete zunächst zweck-

<sup>88)</sup> Vergl. auch die nähere Besprechung unter η (Art. 206 u. 232).

mäßig erscheinen läßt. Man giebt daher letzteren Vorteil meistens auf — in vielen Fällen, beispielsweise in schmalen Bandeisen-, Winkelleisenschenkeln, ist diese Stellung auch unmöglich — und stellt die Niete in  $n_1$  Reihen hintereinander, so daß für eine Reihe bei  $n$  Nieten überhaupt nur  $\frac{n}{n_1}$  Nietlöcher für einen Querschnitt in Abzug kommen. Theoretische Erwägungen über die Spannungen in den zu verbindenden Teilen zwischen den Nietreihen haben die Ansicht entstehen lassen, daß man überhaupt nicht mehr als zwei Nietreihen hintereinander setzen dürfe; jedoch ist zu betonen, daß bislang durch die Anordnung von mehr als zwei Nietreihen hintereinander erkennbare Uebelstände nie hervorgerufen sind.

Thatächlich geht man in der Verstärkung noch weiter herunter. Bei gedrückten Teilen nimmt man gewöhnlich an, daß die Schäfte die Löcher vollkommen ausfüllen, somit durch die Niete ebenfогut Druck übertragen wird, wie durch den vollen Querschnitt selbst, und giebt daher gedrückten Teilen meist gar keine Verstärkung. Dies ist um so mehr zulässig, weil gedrückte Teile gewöhnlich erhebliche Querschnittsvergrößerungen zur Versteifung gegen Zerknicken erhalten, welche in den Anschlüssen oder in Stößen in der Nähe der Enden, wo diese Gefahr beseitigt oder vermindert ist, die Schwächung durch Nietlöcher ausgleichen.

In gezogenen Konstruktionsteilen von Bandform giebt man der theoretischen Breite auf Grund der nachfolgend nachgewiesenen Nietstellung nur einen Zuschlag von einem Durchmesser. Man setzt bei  $n$  zu übertragenden Nietkräften in die erste Reihe nur einen Niet, der eine Nietkraft überträgt, so daß hinter dem Niete noch  $n - 1$  Nietkräfte wirken; diesen steht aber eine  $n + 1$  Nietkräften entsprechende thatächliche Bandbreite gegenüber, so daß nun 2 Niete in eine Reihe gesetzt werden können. Nunmehr verbleiben noch  $n - 3$  Nietleistungen zu übertragen; demnach können in das  $n + 1$  Nietleistungen entsprechende Band nun in der dritten Reihe 4 Niete gesetzt werden u. f. w.

Diese Stellung 1, 2, 4, 8 u. f. w. muß nach vorn und hinten symmetrisch ausgebildet werden, wenn Band an Band geschlossen werden soll; wird aber ein Band an einen viel stärkeren Konstruktions teil, z. B. an ein Knotenblech, angegeschlossen, der beliebige Schwächung verträgt, so braucht die Nietstellung nur nach der Seite des Bandes hin auf einen Niet spitz auszulaufen.

Wenn diese Nietanordnung auch nicht einwandfrei ist, so ist sie doch im ganzen von den vorgeschlagenen die zweckmäßigste und meist verwendete.

Die hiernach für Bandeisenvernietung aufzustellenden Regeln lauten: die Niete sollen gleichmäßig zu beiden Seiten der Bandachse angeordnet sein und in Reihen winkelrecht zu dieser stehen, deren erste und unter den oben bezeichneten Verhältnissen auch letzte je einen Niet enthalten, während die folgenden thunlichst eine um je zwei erhöhte Nietzahl bekommen.

Bei der Verbindung breiter, gezogener Bleche kann man derartige Stellungen nicht verwenden; man ordnet hier so viele gleiche Nietreihen hintereinander an, daß das Metall zwischen den Nietlöchern der ersten Reihe nicht über bestimmte Grenzen hinaus in Anspruch genommen wird. In der ersten Reihe soll das Metall zwischen den Nietlöchern denselben Sicherheitsgrad besitzen, wie die Niete einer Reihe.

In allen diesen Fällen setzt man die Niete der einen Reihe meist hinter die Mitten der Nietabstände (Teilungen) der anderen; doch wird neuerdings nach Ver-

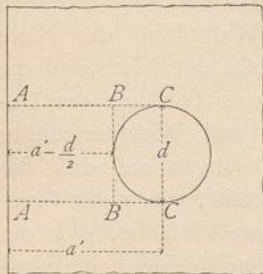
fuchsergebnissen auch befürwortet, die Niete der verschiedenen Reihen gerade hintereinander zu setzen.

Beim Anschlusse oder beim Stosse zusammengesetzter Querschnitte haben die einzelnen Teile, z. B. Winkeleisen, kleine **E**-Eisen, **T**-Eisen u. f. w., in der Regel zu geringe Breite, um mehrere Niete nebeneinander aufnehmen zu können; die jedem Teile zukommenden Niete müssen daher alle hintereinander gesetzt werden, und man hat jeden solchen Querschnittsteil um ein Nietloch zu stark auszubilden.

Der Abstand der Mitte des äußersten Nietes einer Querreihe vom Seiten- (oder unbelasteten) Rande des Bleches soll nicht kleiner als  $1,5 d$  sein, da sonst der dünne, ausserhalb des Loches stehen bleibende Metallstreifen beim Herstellen des Loches zu leicht zerstört wird.

Hier mag darauf hingewiesen werden, dass die vielfachen angedeuteten Unklarheiten bezüglich der Verteilung der Spannkkräfte auf grössere Nietzahlen und die etwa unvollständig erscheinende Verstärkung genieteter Glieder ihren zu erwartenden übeln Einfluss auf die Güte der Verbindung durch den Umstand zum Teile verlieren, dass bei den Berechnungen von Nietungen die später zu erörternde Reibung der verbundenen Teile aufeinander und an den Ringflächen der Nietköpfe fast stets vernachlässigt wird, daher eine Sicherung der Verbindungen abgibt.

Fig. 416.



Teiles der Verbindung. Diese Rücksicht wird die Grundlage der nachfolgenden Formelaufstellung bilden. Die Streifen *BC* dieser Fugen werden dabei meist nicht in Rechnung gestellt, weil das zwischen ihnen und dem Loche befindliche Blech bei der Herstellung des Loches in der Regel gelitten hat.

Fig. 417.

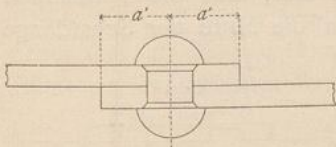


Fig. 418.

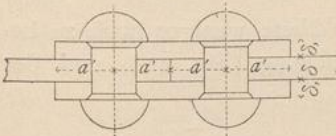
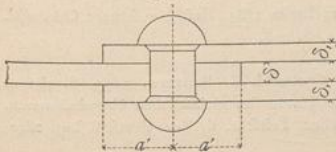


Fig. 419.



γ) Die Festigkeit des Stoffes zwischen der letzten Nietreihe und dem hinteren (belasteten) Rande der Bleche ist thatfächlich von einer Beanspruchung abhängig, ähnlich der im hinteren Schlusse eines Bolzenauges. Die sehr verwickelte rechnerische Stärkenbestimmung auf dieser Grundlage führt aber zu unsicheren Ergebnissen. Man bemisst die Randbreite gewöhnlich so, dass das Abscheren in den in Fig. 416 punktierten Ebenen mit ebenso grosser Sicherheit vermieden wird, wie das Zerstören eines anderen

202.  
Festigkeit  
am  
hinteren Rande  
der Bleche.

δ) Die Reibung zwischen den Blechen untereinander und an den Kopfflächen entsteht nach der Herstellungsweise des Nietes aus dem Drucke, welchen die Köpfe infolge der Verkürzung des Nietchaftes beim Erkalten auf die Bleche ausüben. Sie beträgt  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  <sup>89)</sup> dieses Druckes, entsprechend der Reibungsziffer für nicht geglättete Eisenflächen. Sie ist um so grösser, je mehr Reibungsflächen vorhanden sind, deren jedoch für einen geschlossenen Teil eines Gliedes immer nur zwei in Frage kommen können.

203.  
Reibung  
zwischen den  
Blechen.

Nach den Ergebnissen angestellter Versuche sind dabei die Platten in Fig. 417 (einschnittige Nietung) und die äusseren in Fig. 418 u. 419 (zweischnittige Nietung) in derselben Lage, wie die inneren in Fig. 418 u. 419, da die Reibung zwischen Blech und Nietkopf ebenso gross ist, wie zwischen zwei Blechen. Nur

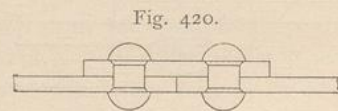
<sup>89)</sup> In: GRASHOF, F. Theorie der Elasticität und Festigkeit. 2. Aufl. (Berlin 1878), S. 201 wird dieser Coefficient zu 0,4 angegeben.

bei sehr langen Nietten treten erhebliche Biegungen des Schaftes auf, welche dann das Auftreten der Reibung am Kopfe verhindern. Im allgemeinen hat also jede genietete Platte zwei Reibungsflächen. Für diese beiden Flächen zusammen ergeben nun die Versuche von *Clark, Harcourt, Lavalley* und *Schichau*<sup>90)</sup> eine Reibung von 700 bis 1400 kg, im Mittel etwa 1200 kg für 1 qcm des Schaftquerschnittes, und man kann daraus bei einer Reibungsziffer von 0,4 auf eine Längsspannung im Niete von im Mittel  $\frac{1200}{2} \cdot \frac{1}{0,4} = 1500 \text{ kg}$  schließen. Dafs der Schaft bis zur Elastizitätsgrenze gereckt wird, wurde bereits in Art. 194 (S. 144) angenommen. Da diese Reibung sich jedoch bei gleich sorgfältiger Herstellung aller Probeniete außerordentlich (bis zu 100 Vomhundert) schwankend zeigte, so pflegt man bei Baukonstruktionen auf dieselbe nicht zu rechnen (wohl aber bei gewissen Konstruktionsstellen von Maschinen), sie vielmehr nur als eine Erhöhung der Sicherheit anzusehen.

204.  
Festigkeit  
des  
Nietbolzens.

ε) Die Festigkeit des Nietbolzens ist insofern von unmittelbarem Einflusse auf diejenige der Verbindung, als nach Ueberwindung, bzw. Vernachlässigung der Reibung der Schaft in allen Berührungsebenen der Bleche abgefchert sein mufs, bevor die Trennung der Verbindung erfolgen kann. Je nachdem das Abscheren eines (Fig. 417), zweier (Fig. 418 u. 419) oder mehrerer Nietquerschnitte Vorbedingung der Zerstörung ist, nennt man die Nietung ein-, zwei- oder mehrschnittig. Mehr als zweifchnittige Niete kommen nur da vor, wo jedes der zu verbindenden Glieder aus mehreren einzelnen Teilen besteht, welche sich alle auf denselben Bolzen hängen. Nach angestellten Versuchen<sup>91)</sup> ist der Widerstand der Niete gegen dieses Abscheren um so geringer, je gröfser die Anzahl der Niete und die Anzahl der abzufcherenden Querschnitte jedes Nietes ist, was sich aus der Unmöglichkeit gleichförmiger Kraftverteilung auf alle Niete und Nietquerschnitte natürlich erklärt. Nimmt man zur Vereinfachung der Berechnungen an, dafs die Scherspannung sich gleichförmig über den Nietquerschnitt verteilt, was nach *Grashof*<sup>92)</sup> thatsächlich undenkbar ist, so ergeben die verschiedenen Versuche, dafs die Scherfestigkeit für einschnittige Niete zwischen 60 und 70 Vomhundert, für zweifchnittige zwischen 55 und 65 Vomhundert der Zugfestigkeit des Nietstoffes liegt, nach anderen bis 80 Vomhundert steigt. Keinesfalls soll man daher die Niete mit mehr gleichförmig verteilt gedachter Scherspannung belasten, als mit  $\frac{4}{5}$  der zulässigen Zugbeanspruchung des Nietstoffes, da die Niete aus besonders gutem Stoffe bestehen, der Regel nach also nicht höher als mit 1000 kg für 1 qcm<sup>93)</sup>.

Die Vernietungen sollen thunlichst so angeordnet sein, dafs die Mittelkräfte aus den Spannungen der beiden verbundenen Teile in die Mitte der Schaftlänge fallen, damit die Verbindung keine Verbiegung erleidet. Der einseitige Anschlufs, die sog. Ueberlappung (Fig. 417), und die einseitige Laschung (Fig. 420) genügen dieser Bedingung nicht, sollen also nach Möglichkeit vermieden werden. Sie sind nicht in allen Fällen zu umgehen; es ist dann gut, die Niete weniger hoch zu belasten<sup>94)</sup>. Gute Anordnungen sind die doppelte Verlaschung (Fig. 418) und der doppelte Anschlufs (Fig. 419).



<sup>90)</sup> Siehe ebendaf., S. 201 — ferner: Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1868, S. 450 — endlich: GLASER'S Annalen für Gwbe. u. Bauw., Bd. 14, S. 218.

<sup>91)</sup> Siehe: Mitteilungen aus den königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin 1883, Heft 3 — ferner: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 201 — endlich: GLASER'S Annalen f. Gwbe. u. Bauw., Bd. 14, S. 218.

<sup>92)</sup> Theorie der Elasticität und Festigkeit. 2. Aufl. Berlin 1878. S. 128.

<sup>93)</sup> Für Preussen sind die bestehenden gesetzlichen Bestimmungen (siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1895, S. 485 u. 1897, S. 313) in dieser Beziehung maßgebend, die übrigens mit denjenigen anderer Länder im wesentlichen übereinstimmen.

<sup>94)</sup> Die genaue rechnerische Behandlung solcher Verbindungen ist zu finden in: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1892, S. 553. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing., Wochausg., 1899, S. 249.

Sehr lange Niete erleiden starke Biegung; man soll darauf achten, daß die in größerer Zahl anschließenden Teile der verbundenen Glieder so zu einander gestellt

Fig. 421.

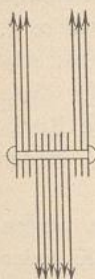
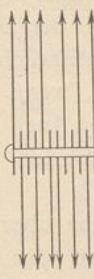


Fig. 422.



werden, daß thunlichst je zwei aufeinander liegende Teile von entgegengesetzt gerichteten Kräften beansprucht sind, da das ungünstigste Biegemoment für den Bolzen so seinen kleinsten Wert erreicht. Fig. 421 zeigt eine schlechtere, Fig. 422 eine bessere Anordnung, auf welche wir unter c (bei den Bolzenverbindungen) ausführlich zurückkommen. Uebrigens ist es notwendig, bei langen Bolzen die Biegespannungen, welche die schon vorhandenen erheblichen Längsspannungen des Schaftes vergrößern, in Betracht zu ziehen, da sie unter Umständen die größte Gefahr bilden. Bei kurzen, dicken Nieten haben sie wenig Einfluss.

ζ) Der Druck zwischen dem Umfange des Nietbolzens und der Laibung des Loches, der Lochlaibungsdruck, eine namentlich früher häufig übersehene Gefahrquelle, kann eine Verbindung lockern oder zerstören, welche in allen früher erwähnten Beziehungen richtig angeordnet wurde, und zwar dadurch, daß das Blech hinter dem Nietbolzen zerdrückt wird und seitlich ausquillt, oder dadurch, daß kleine Bewegungen der auf dem Bolzen hängenden Teile diesen allmählich anschleifen. Die Druckverteilung zwischen Bolzen und Lochwandung ist eine solche, daß sie von ihrem größten Werte im Scheitel des Bolzenquerschnittes im Sinne der Kraft- richtung bis zu Null an den Enden des zu letzterer rechtwinkligen Durchmessers abnimmt. Auch statt dieser ungleichförmigen Druckverteilung wird, wie bei der Scherbeanspruchung, in die Berechnungen eine gleichförmig über den Durchmesser verteilte Spannung eingeführt, welche nach angestellten Versuchen das Maß von  $s'' = 1600$  bis  $2000$  kg für  $1$  qcm des Rechteckes aus Blechdicke  $\delta$  und Nietdurchmesser  $d$  nicht überschreiten darf<sup>93)</sup>, wenn nicht Verdrückungen des Bleches hinter dem Niete entstehen sollen. Diese auf den Durchmesser verteilt gedachte, tatsächlich in der angenommenen Weise nicht wirkende Spannung nennt man gleichwohl Lochlaibungspressung, und sie ist namentlich bei geringer Blechstärke für die Anordnung der meisten Kraftnietungen maßgebend. Soll übrigens der Niet gegen Abfcheren und gegen Eindringen in das schwächste der verbundenen Bleche gleich sicher sein, so muß entsprechend den oben festgesetzten Spannungswerten für einschneittige Nietung etwa stattfinden

$$\frac{d^2 \pi}{4} 1000 = d \delta \cdot 1600,$$

oder

$$d = 2,04 \delta,$$

was wieder zu der unter a (Art. 199, S. 147) angegebenen Regel führt.

Ist die Nietung jedoch zweischnittig, so müßte stattfinden:  $2 \frac{d^2 \pi}{4} 1000 = d \delta \cdot 1600$  oder rund  $\delta = d$ . Da  $\delta$  aber fast stets kleiner als  $d$  ist, so wird man in diesem Falle die Nietzahl im allgemeinen nach dem Lochlaibungsdrucke zu bestimmen haben und die Scherfestigkeit der Niete somit nicht ausnutzen können.

Hieraus folgt für die weiteren Untersuchungen, daß ein einschneittiger Niet auf Abfcheren berechnet werden muß, wenn  $d < 2 \delta$ , und auf Lochlaibungsdruck, wenn  $d > 2 \delta$  ist; bei zweischnittiger Nietung ist der Niet auf Abfcheren zu berechnen, wenn  $d < \delta$ , und auf Lochlaibungsdruck, wenn  $d > \delta$  ist.

205.  
Lochlaibungs-  
druck.

206.  
Biegung  
der Bolzen.

7) Die Biegung des Nietbolzens durch die entgegengesetzte Richtung der Kräfte in verschiedenen durch den Bolzen verbundenen Teilen bildet, wie schon in Art. 204 (S. 150) hervorgehoben wurde, in vielen Fällen die für die Bolzenbemessung maßgebende Gefahr. Die Biegungsbeanspruchung wächst im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates des Durchmessers  $d$  und im geraden Verhältnisse der Blechdicke  $\delta$ . In den meisten Fällen sind Lochlaibungsdruck und Biegung gefährlicher, als Abschierung, so daß der Bolzen dann am besten ausgenutzt wird, wenn er für diese beiden Arten der Beanspruchung gleich sicher ausgebildet wird. Auch diese Rücksicht führt, wie unter c (bei den Bolzenverbindungen) gezeigt werden soll, wieder zu dem in Art. 199 u. 205 festgesetzten Verhältnisse  $d : \delta = \infty 2$ .

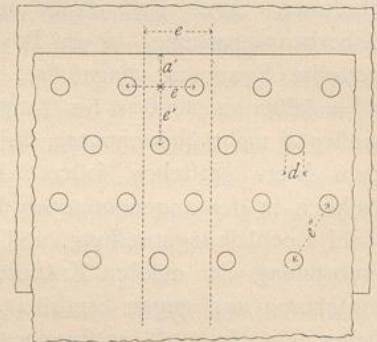
Hier verdient besonders hervorgehoben zu werden, daß eine über das wegen des Laibungsdruckes erforderliche Maß hinausgesteigerte Dicke der Teile oder Lafchen nicht als Verstärkung der Verbindung aufzufassen ist, da sie die Bolzenlänge und damit die Beanspruchung auf Biegung erhöht.

3) Berechnung der Vernietungen.

207.  
Bezeichnungen.

Die Formeln für die Anordnung der Kraftnietungen ergeben sich für die verschiedenen, in Art. 199 bis 206 (S. 147 bis 152) besprochenen, in Rücksicht zu ziehenden Verhältnisse, wie folgt, wenn die zulässige Zugbeanspruchung der genieteten Teile  $s'$ , die zulässige Scherspannung derselben  $t'$ , diejenige des Nietstoffes  $t$ , der zulässige Lochlaibungsdruck  $s''$ , die Nietzahl  $n$ , die belastende Kraft  $P$ , die Anzahl der Nietreihen  $n'$ , der Abstand von Nietmitte bis Nietmitte in einer Reihe (Nietteilung)  $e$ , derjenige der Reihen voneinander (Reihenteilung)  $e'$ , der Abstand der äußersten Nietmitten vom Seitenrande  $a$ , vom Hinterrande des Bleches  $a'$ , der Abstand eines Nietes vom nächsten der hinterliegenden Reihe  $e''$ , die Blechstärke  $\delta$  und der Nietdurchmesser  $d$  (Fig. 423) genannt werden.

Fig. 423.



208.  
Durchmesser  
und Zahl  
der Nieten.

a) Nietdurchmesser und Nietzahl. Für den Durchmesser des Nietbolzens ist für gewöhnlich

$$d = 2 \delta; \dots \dots \dots 112.$$

für starke Bleche ist in der Regel  $d$  nicht größer als 2,5 cm.

Die Zahl der Niete ist so zu bestimmen, daß die Abschierungsfestigkeit aller Niete gleich  $P$  ist. Ist aber  $d > 2 \delta$  für einschnittige Nietungen und  $d > \delta$  für zweischnittige, welches letztere Verhältnis in fast allen Fällen eintritt, so wird der Lochlaibungsdruck  $s''$  zu groß (vergl. den Schluß von Art. 205, S. 151); die Nietzahl muß alsdann nach letzterem bestimmt werden.

Es wird

$$n = P \frac{4}{d^2 \pi t} \text{ für einschnittige Niete, } d \geq 2 \delta; \dots \dots \dots 113.$$

$$n = P \frac{2}{d^2 \pi t} \text{ für zweischnittige Niete, } d \geq \delta; \dots \dots \dots 114.$$