

3. Abschnitt.

Constructions-Elemente in Eisen.

Von G. BARKHAUSEN.

1. Kapitel.

Verbindung von Eisentheilen.

Eiserne Constructionstheile werden in sehr verschiedener Weise mit einander verbunden. Das Zusammenschweißen von Eisen und Stahl kommt an dieser Stelle nicht in Frage; hauptsächlich werden es die Verbindungen mittels Nieten, mittels Schrauben, mittels Bolzen, mittels Keile und Splinte sein, deren Betrachtung die Hauptaufgabe des vorliegenden Kapitels ist.

a) Niete und Nietverbindungen.

1) Niete und Nietlöcher.

Niete dienen zur mechanischen Verbindung von Eisentheilen, wie auch einiger anderen Metalle; doch kommt die Vernietung nirgends in so ausgedehntem Maße in Anwendung, wie beim Eisen. Die Grundsätze der Vernietung sind hier verschieden, je nachdem diese in erster Linie bestimmt ist, Kräfte zu übertragen oder die Fuge der vernieteten Theile so zu schließen, daß Flüssigkeiten oder Gase selbst unter Druck stehend nicht durchdringen können. Man unterscheidet daher Kraftnietungen und Nietungen auf Dichtigkeit.

Die Vernietung besteht darin, daß in je zwei einander in jeder Beziehung genau entsprechende, kreisrunde Löcher der beiden zu vernietenden Theile ein den Lochdurchmesser an Stärke nicht ganz erreichender, weißglühender Bolzen eingesteckt wird, dessen hinteres Ende einen ringförmig vorstehenden Kopf, den sog. Setzkopf, trägt; dieser legt, mit leichtem Hammerschlage angetrieben, die Stellung des Nietbolzens im Loche fest. Am anderen Ende steht der Bolzen so weit aus dem Loche hervor, daß durch Umschmieden mittels Zuschlag- und Gefenkhämmer (Schellhammer) ein ähnlicher Kopf, wie der oben erwähnte, der sog. Schließkopf, nachträglich aus dem weißglühenden Bolzen hergestellt werden kann; die Länge des Bolzens muß von vornherein auf die Dicke aller auf einander zu nietenden Theile und auf die richtige Ausbildung des Schließkopfes bemessen sein.

Zu kurze Niete geben unvollkommene Köpfe; bei zu langen vermag der Gefenkhämmer das überschüßige Material nicht zu fassen; dasselbe quillt seitlich hervor, und die so entstehende unregelmäßige Kopfform verkürzt die verlangte Tragfähigkeit nicht, wenn das Antreiben recht scharf erfolgt.

189.
Warme
Nietung.

Die Köpfe brauchen nicht mittels Gefenkhämmer vor den Flächen der vernieteten Theile vorfpringend ausgebildet zu werden; man kann vielmehr den cylindrischen Löchern an einem oder an beiden Enden Ausweitungen nach Gestalt eines abgestumpften Kegels, mit der grösseren Endfläche in der Außenfläche der zu nietenden Theile, geben und den Bolzen so lang machen, dass er, mit Zuschlaghämmern niedergefchmiedet, die Ausweitung gerade ausfüllt; auf folche Weise entstehen die verfenkten Niete (siehe Fig. 405).

Nach Ausbildung des Schlieskopfes ist ein Bewegen des Bolzens nach keiner Seite mehr möglich; er füllt durch die Anftauchung beim Ausbilden des Schlieskopfes das Loch aus, legt sich auch mit den Ringflächen der Köpfe so eng an die Flächen der genieteten Theile an, dass man selbst mit scharfen Instrumenten nicht in die Fuge unter dem Kopfe eindringen kann. Da dieser Zustand hergestellt wird, während der Niet noch heiss ist, dieser sich aber bei weiterer Erkältung noch zusammenzieht, d. h. verkürzt, so werden die zu vernietenden Theile beim Erkalten immer fester auf einander gepresst, und es entsteht eine Reibung zwischen ihnen, welche in vielen Fällen allein genügt, um ein Auseinanderziehen der vernieteten Theile durch die wirkenden Kräfte zu verhindern.

Da zum Ausbilden des Schlieskopfes schwere Hammerschläge erforderlich sind, so ist Vernietung bei solchen Materialien ausgeschlossen, welche Hammerschläge nicht ertragen; dahin gehört z. B. Gusseisen. Es beschränkt sich also die Möglichkeit der Nietung von Eisentheilen auf Schmiedeeisen und Flusseisen (Stahl). Eben so ist selbstverständlich warme Nietung bei allen Materialien ausgeschlossen, welche bei Berührung mit weisglühendem Eisen verbrennen, schmelzen oder sonst zerstört werden.

Nicht alle Eisennietungen werden mit glühenden Nieten ausgeführt. Sinkt der Nietdurchmesser unter 6 bis 7 mm, so werden die dünnen Schäfte durch Weisglühhitze zu stark angegriffen, oft völlig verbrannt. Bei Verwendung solcher Masse stellt man die Niete aus weichem Eisen her und schmiedet den Schlieskopf mit oder ohne Schellhammer kalt. Solche Nietungen sind wegen mangelhafter Ausfüllung des Loches erheblich weniger tragfähig und dicht.

Die Nietlöcher sollen der Regel nach genau kreisrund und völlig cylindrisch fein; auch sollen die zusammengehörenden Löcher in den zu verbindenden Theilen ohne Abweichung über einander liegen. Geringe Ungenauigkeiten in letzterer Beziehung sollen durch Ausreiben mit der Reibahle, nicht durch das so beliebte Aufreiben mittels conischen Stahldornes beseitigt werden. Das Herstellen der Nietlöcher oder das sog. Lochen erfolgt mittels Durchstosmaschinen oder durch Bohren.

Das Ausstossen oder Punzen der Nietlöcher ist zwar sehr bequem und an Zeit- und Geldverbrauch sparsam, ruft aber anderweitige Mifsstände hervor, welche eine wirklich gute Vernietung sehr erschweren.

Zunächst wird das Material in der Umgebung des Loches durch die grossen Scherspannungen, welche am Lochrande selbst bis zur Zerstörung steigen müssen, leicht verdrückt und jedenfalls in der Tragfähigkeit wesentlich beeinträchtigt; schmale Eisentheile werden beim Lochen nach Länge und Breite aus einander gedrückt, so dass der Rand wellenförmig und die richtig hergestellte Niettheilung zu weit wird. Es ist daher ganz unzulässig, schmale schwache Eisen (Bandeisen, Winkelleisen, schwache E-Eisen etc.) zu lochen; sie müssen die Löcher auf andere Weise erhalten. Das Lochen ist auf starke Eisenforten (grosse Bleche, Stege starker I-Träger etc.) zu beschränken.

Sodann muss, damit der Dorn sich nicht in die Matrize klemmt, letztere etwas zu weit fein; dadurch bekommen die Löcher eine merklich conische Form (Anzug 1:8), welche nach Zusammenlegung der Theile beim Ausbilden der Niete plötzliche und daher schädliche Aenderungen des Schaftdurchmessers ergibt.

Beim Austreten aus dem Loche lässt der ausgestossene Kern auf der Unterseite am Rande des Loches einen vorfpringenden scharfen Grat stehen, während oben der Rand etwas eingedrückt wird; werden diese Unebenheiten, namentlich der Grat am unteren Rande, nicht sorgfältig beseitigt, so sind sie der guten Ausbildung der Nietköpfe und dem dichten Schlusse der Fuge hinderlich.

Bei dem schnellen Fortschritte der Locharbeit ist es schwierig, die schweren Theile stets in die

190.
Kalte
Nietung.

191.
Nietloch.

genau richtige Lage zu bringen; es kommen daher häufig kleine Fehler in der Lochstellung vor, welche gutes Paffen der Löcher und dichten Schluß der Fuge zwischen den zu verbindenden Theilen ausschliessen.

Diese Mifsstände, welche theils schwer, theils gar nicht zu beseitigen sind, lassen es angezeigt erscheinen, wenigstens bei hohen Ansprüchen an die Güte der Arbeit die zeitraubendere und theuerere Art der Herstellung der Löcher durch Bohren vorzuziehen.

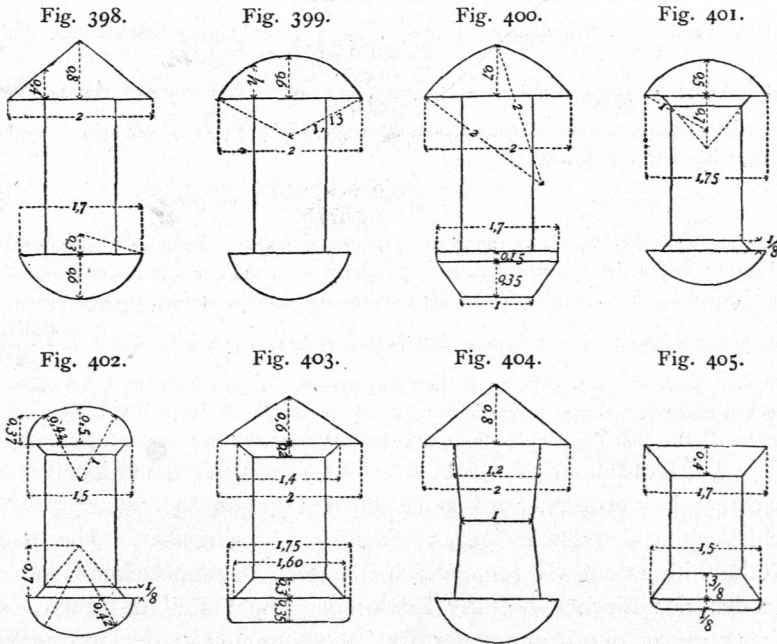
Die Löcher werden mit Vertical-Bohrmaschinen erzielt, deren Bohrer gebrochene Schneiden mit dem tiefsten Punkte in der Mitte und einer Gesamtbreite gleich dem Lochdurchmesser haben. Es ist leicht, diesen Bohrer mit der Spitze genau in die vorgezeichnete Lochtheilung zu fetzen; er schneidet dann eine kegelförmige Vertiefung, welche so lange erweitert wird, bis der volle Lochdurchmesser hergestellt ist, ohne dafs dabei das umgebende Material erheblich in Mitleidenschaft gezogen würde. Die oben gerügten Mifsstände fallen dabei fort; zwar erzeugt sich auf der Unterseite auch ein leichter Grat; doch ist dieser geringfügig und leicht zu beseitigen.

Der mit dem Setzkopf verfehene Schaft oder Bolzen des Nietes zeigt nur dicht an diesem Kopfe den vorgeschriebenen Durchmesser; im Uebrigen ist er etwas conisch gestaltet, damit er ohne Widerstand in das Nietloch getrieben werden kann.

Die Nietköpfe haben verschiedene Form erhalten; gebräuchliche Formen derselben zeigen Fig. 398 bis 405. Die ursprünglich vorhandenen Setzköpfe haben sehr häufig eine andere Form, als die mit dem Schellhammer herzustellenden Schliefsköpfe.

Niete für gebrochene Lochkanten zeigen Fig. 401 u. 402; Fig. 403 ist ein

halb verfenkter Niet; Fig. 405 zeigt zwei Formen verfenkter Niete, die jedoch an beiden Enden desselben Nietes gleichzeitig selten ausgeführt werden. Besonders gebräuchlich für starke Nietungen ist die Form in Fig. 402, da sie bei schmalen Nietköpfe doch eine große Cylinderfläche in der Verlängerung des Schaft-



umfanges giebt, deren Abscherungsfestigkeit dem Streben des Nietes beim Erkalten, sich zusammenzuziehen, widerstehen muß. Da die Zusammenziehung aber zugleich den Schaft abzureißen strebt, so wird ein gut geformter Niet in der cylindrischen Abscherungsfläche eben solche Sicherheit haben müssen, wie im Schaftquerschnitt.

Wird die zulässige Scherspannung in dem vielfach umgearbeiteten Kopfe gleich $\frac{2}{3}$ der Zug-

192.
Nietchaft.

193.
Nietkopf.

Spannung im Schafte gesetzt, und ist h (Fig. 399) die Höhe des abzufcherenden Cylinders, so muß stattfinden

$$h \, d \, \pi \frac{2}{3} s' = \frac{d^2 \pi}{4} s',$$

woraus als kleinster Werth

$$h = 0,375 \, d$$

folgt. Im festeren Setzkopfe kann die Höhe etwas geringer sein. Die Abbildungen zeigen, wenn man die Verfenkungen mit berücksichtig, sämmtlich grössere Kopfhöhen; offenbar sind aber dreieckige Köpfe ungünstiger, als runde.

194.
Beanspruchung
des
Nietchaftes.

Die Beanspruchung des Schaftes in Folge Verhinderung des Zusammenziehens beim Erkalten hängt von der Temperaturdifferenz zwischen Niet und Umgebung in dem Augenblicke ab, wo der Kopf weit genug ausgebildet ist, um die Bewegung des Nietes zu verhindern. Die Spannung im Schafte entspricht übrigens nicht der ganzen angeftrebten Zusammenziehung; vielmehr drücken sich die genieteten Theile unter dem Drucke des Kopfes in sich zusammen; namentlich werden auch die Fugen zwischen den Blechen geschlossen. Der Niet wird sich also bei der Abkühlung um fo mehr wirklich verkürzen, je mehr schwache Bleche er faßt; seine Spannung wird hoch, wenn er nur wenige starke, dem Schluffe der Fuge großen Widerstand entgegensetzende Bleche verbindet.

Für die meisten Fälle ist die Annahme nicht zu günstig, daß die Hälfte der angeftrebten Zusammenziehung in Folge Nachgebens der Bleche wirklich eintritt.

Ist t (in Graden) der Wärmeunterschied zwischen Niet und Blech im gedachten Augenblicke und $\frac{l}{81200}$ die Längenänderung eines Eifenstabes von der Länge l für 1 Grad Temperaturunterschied, ist ferner $E = 2000000$ kg pro 1 qcm der Elasticitäts-Modul des Eifens; so ist die schließliche Reckung des Nietes, welcher die Schaftlänge l hat, $\frac{1}{2} \cdot \frac{t l}{81200}$, und daraus entsteht eine Zugspannung σ , welche aus $\sigma : E = \frac{1}{2} \cdot \frac{t l}{81200} : l$ mit $\sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{t E}{81200}$ folgt. Soll also der Niet unter diesen Verhältnissen nur bis zur Elasticitäts-Grenze (für Nieteifen etwa 1600 kg pro 1 qcm) beansprucht werden, so darf die Temperaturdifferenz nur betragen

$$t = \frac{1600 \cdot 2 \cdot 81200}{2000000} = 130 \text{ Grad.}$$

Da jedoch der Niet mit etwa 1000 bis 1100 Grad (helle Rothgluth) eingebracht wird, die Umgebung sich aber wegen der guten Wärmeleitung selten bis zu dunkler Gluth erwärmt, so wird bei schnell, d. h. gut hergestelltem Schließkopfe die Elasticitäts-Grenze meist überschritten werden. Der Wärmeunterschied, bei welchem Bruch eintritt (Bruchgrenze höchstens 4000 kg pro 1 qcm) ist $t = \frac{4000 \cdot 2 \cdot 81200}{2000000} = 325 \text{ Grad.}$

Da diese Gefahr namentlich bei starken Blechen auftritt, so empfiehlt es sich, dort die Löcher durch Einstecken glühender Dorne vorzuwärmen, auch dem Niete nur eben die Temperatur zu geben, welche für sichere Herstellung des Kopfes und volle Einsteuchung des Schaftes in das Loch unerläßlich ist.

195.
Ausfüllung
des
Nietloches.

Die Ausfüllung des Nietloches ist sowohl bei Dichtigkeits-, wie Kraftnietungen wichtig: bei ersteren, um keine offenen Fugen zu bieten; bei letzteren, um Verschiebungen der Theile gegen einander zu vermeiden. Hier treten aber ähnliche Verhältnisse auf, wie für die Schaftlänge. Das Loch kann sich wegen des Widerstandes des Bleches bei der Erwärmung nicht frei ausweiten, während der heiße Schaft genau den Durchmesser des Loches annimmt; der warme Niet muß sich mehr zusammenziehen, als sich das Loch im kälteren Bleche verengt; folglich muß eine geringe Fugenöffnung entstehen, welche nach gemachten Versuchen in manchen Fällen allerdings unnachweisbar gering ist, in anderen aber bei guter Ausführung bis zu 2 Procent⁷⁸⁾, bei mangelhafter Ausführung bis zu 5 Procent⁷⁹⁾ steigt.

⁷⁸⁾ Siehe: *Railroad gazette* 1884, S. 662.

⁷⁹⁾ Siehe: *Zeitchr. d. Ver. deutsh. Ing.* 1862, S. 308.

In Fällen, wo man der Ausfüllung abfolut ficher fein muß, hat man daher die Löcher leicht conifch ausgerieben, die Nietfchäfte nach demfelben Conus abgedreht und dann den Niet kalt eingezogen. Dafs dabei der Schließkopf fehlechter ausfällt, ift wegen der fehlenden Längsfpannung im Schaft ungefährlich.

Uebrigens hört die Möglichkeit des vollen Einftauchens auch warmer Niete in das Loch erfahrungsmäßig auf, wenn die Schaftlänge das Vierfache des Durchmeffers überfteigt.

Sehr vortheilhaft für gute Ausführung der Niete ift die Brechung der Kanten des Loches nach Fig. 401 bis 403, da der fchroffe Uebergang aus dem breiten Kopfe in den dünnen Schaft, welcher bei langen Nieten oft ein Abreißen des Kopfes verurfacht, dadurch gemildert wird und zugleich der Abfcherungscylinder im Kopfe an Höhe bedeutend gewinnt. Für schwere Niete follten diefe Formen ausfchließlicg gewählt werden.

Ein gut ausgeführter Niet, bei welchem der Schaft das Loch voll ausfüllt und die Köpfe feft aufsitzen, ift daran zu erkennen, dafs ein elaftifch geführter Hammer bei leichtem Schläge auf den Nietkopf zurückschnellt, wie vom Ambofs; giebt der Schlag einen klappernden Ton und fpringt der Hammer nicht ab, fo ift der Niet im Loche beweglich und in irgend einer Beziehung mangelhaft gebildet. Solche Niete follten durch Abfprenge eines Kopfes mittels Hammer und Stahlmeißel beseitigt und durch neue erfezt werden.

Am meiften wird Handnietung angewendet; doch kommt auch, bei ausgedehnten Nietarbeiten an gleichartigen fchweren Stücken, Maschinennietung in Anwendung. Ueber die Güte der letzteren find die Anfichten fehr getheilt; Viele behaupten, dafs das schnelle Quetfchen der Niete weniger gute Füllung der Löcher bewirke, als das langfame Stauchen mit der Hand.

Materialverbrauch und Gewicht der Niete werden nach den Tabellen für Rundeifen 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 wefentlichen Punkte in Betracht:

- α) die Stärke und Länge der Nietbolzen;
- β) die Festigkeit der vernieteten Theile an der durch die Nietlöcher gefchwächten Stelle;
- γ) die Festigkeit derfelben zwischen den letzten Nieten und dem Blechrande;
- δ) die Reibung zwischen den verbundenen Theilen;
- ε) die Festigkeit des Nietbolzens, und
- ζ) der Druck zwischen dem Umfange des Nietbolzens und der Wandung des Nietloches.

α) Die Stärke des Bolzens hängt in erfter Linie von der Stärke der zu vernietenden Bleche ab. Macht man die Niete zu dünn, fo können fie die Bleche nicht genügend auf einander preffen; find fie zu ftark, fo üben fie in Folge ihrer Längsfpannung zerftörende Drücke auf die Bleche aus. Ift d der Nietdurchmeßer, δ die Stärke eines Bleches, fo foll $\frac{d}{\delta}$ zwischen 1,75 und 2,50 liegen, gewöhnlich 2 betragen. Nach *Winkler* foll der Durchmeßer für Träger von l (Meter) Länge

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

betragen.

196.
Fertige
Niete.

197.
Gefichtspunkte.

198.
Stärke
des
Nietbolzens.