



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

§ 13. Die unlöslichen Verbindungsmittel

[urn:nbn:de:hbz:466:1-50294](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-50294)

Lösliche Verbindungsmittel sind die Schrauben, Bolzen und Keile, und zwar können die Keil- und Schraubenverbindungen regulierbar ausgeführt werden, während die Bolzen feste lösliche Verbindungen ergeben.

Als unlösliche Verbindungsmittel sind zu nennen: das Schweißen, das Löten und die Niete. Das Schweißen und Löten hat für die eigentlichen tragenden Eisenkonstruktionen keine Bedeutung.

Das Schweißen wird nur bei Schweißeisen und Stahl vorgenommen und darf nur da Anwendung finden, wo die Schweißstelle als schwacher Punkt keine Gefahr bietet. Es dient hauptsächlich zur Verlängerung von Flacheisen und Rundeisen und wird vielfach auch dann verwendet, wenn einfache Profileisen scharf im Winkel gebogen werden sollen, z. B. bei Geländern, Verzierungen usw.

Bei dem Löten, der Verbindung zweier Metallstücke durch ein flüssiges Metall, unterscheidet man das Weichlöten und das Hartlöten. Das Weichlöten findet besonders Anwendung bei Spenglerarbeiten, das Hartlöten meist bei Kupferschmiedearbeiten und in der Kunstschlosserei.

Die für die tragenden Eisenkonstruktionen fast nur in Frage kommenden unlöslichen Verbindungsmittel sind die Niete. Die Nietverbindungen sind nur bei Schmiedeeisen und Stahl anwendbar; bei Gußeisen sind sie zu vermeiden, da dieses zu spröde ist, um die für das Nieten nötigen Hammerschläge oder Stöße der Nietmaschinen sicher auszuhalten.

Von den löslichen Verbindungsmitteln sind die wichtigsten: die Schrauben. Diese finden, wie schon erwähnt, bei der Verbindung gußeiserner Teile Anwendung, wo mit Rücksicht auf die Sprödigkeit des Materials Niete ausgeschlossen sind. Ferner treten sie an die Stelle der Niete in allen Fällen, bei denen der nötige Arbeitsraum zur Herstellung der Vernietung nicht vorhanden ist, oder bei denen die Länge der Niete zu groß werden würde; des weiteren auch dann, wenn die Bolzen nicht nur auf Abscherung, sondern noch auf Zug beansprucht werden. Außerdem finden Schrauben besonders Verwendung zu denjenigen Verbindungen, bei denen auf eine Beweglichkeit, Löslichkeit und Nachstellbarkeit Wert gelegt wird. Für Verbindungen zwischen Holz und Eisen, Eisen und Stein usw. kommen sehr oft nur Schrauben in Betracht.

Statt der Schrauben kann man Bolzen verwenden in denjenigen Fällen, bei denen es auf ein Anziehen und Nachstellen nicht ankommt. An Stelle der drehbaren Schraubemutter tritt ein einfacher Splint, wodurch die Verbindung einfacher und billiger wird.

Die Keile lassen sich mitunter dann praktisch verwenden, wenn die Verbindung rasch oder plötzlich gelöst werden soll oder wenn es sich um eine Verbindung handelt, bei der auf eine unter gewissen Umständen selbständig eintretende Lösung oder Nachspannung Wert gelegt wird, z. B. wenn die Keile bei der Unterbrechung einer Druckübertragung herausfallen sollen (selbständige Lösung) oder bei Vergrößerung des Spielraumes für die Keile nachrutschen sollen (selbständiges Anspannen). Die Keilverbindungen können auch nachstellbar ausgeführt werden.

§ 13. Die unlöslichen Verbindungsmittel.

1. Das Schweißen. Das schmiedbare Eisen wird durch genügende Erhitzung weich und teigartig und läßt sich in diesem Zustande schweißen, d. h. zwei Stücke lassen sich durch Druck oder Hammerschläge verbinden. Hierbei sind die zu vereinigenden Flächen vorher vollständig zu reinigen, so daß das Metall rein und ohne Oxyd vorliegt. Eine mechanische Reinigung allein durch Abfeilen und Beizen mit Säuren genügt nicht, da das Eisen beim Glühen sich sofort wieder mit einer Oxydschicht  berziehen würde; es muß deshalb das Eisen während der Schweißarbeit vor Oxydation gesch tzt werden.

Zu diesem Zwecke bestreut man die zu schweißenden Stellen mit »Schweißpulver«, aus dem sich in der Glühhitze eine leicht schmelzbare Schlacke bildet, die das Eisen umhüllt und so durch Abschluß von der Luft eine weitere Oxydation verhindert. Diese Schlacke darf natürlich in der Schweißstelle nicht verbleiben und muß bei der Schweißung durch die Hammerschläge wieder herausgepreßt werden.

Die Fuge, in der die beiden Stücke vereinigt sind, in der also die Schweißung erfolgt ist, nennt man Schweißfuge. Die Schweißhitze ist bei Schmiedeeisen und Stahl verschieden. Bei Schmiedeeisen muß bis auf Weißglut erhitzt werden, und es kann deshalb als Schweißpulver ein schwerflüssiges Material, das erst in der Weißglut schmilzt, Verwendung finden, z. B. reiner Quarzsand.

Stahl darf nur bis zur Hellrotglut erhitzt werden; es muß deshalb hierbei ein dementsprechend leichter schmelzbares Schweißpulver gewählt werden. Die Güte der Schweißung hängt davon ab, ob das Schweißmittel bei der Schweißung auch wieder vollständig aus der Schweißfuge ausfließt. Ist die Schweißarbeit noch so gut gelungen, so muß man doch bedenken, daß auch die beste Schweißung niemals die Festigkeit des ungeschweißten Materials hat.

Gußeisen läßt sich im eigentlichen Sinne nicht schweißen. Es gibt jedoch ein Mittel, welches gestattet, schadhafte Stellen im Gußeisen auszubessern oder kleine Ansätze anzugießen, und das manchmal auch mit dem Namen Schweißen bezeichnet wird.

2. Das Löten. Das Löten besteht darin, daß zwei gleiche oder verschiedene Metallflächen mittels einer leichter schmelzbaren Legierung, dem Lot, verbunden werden. Vor dem Löten müssen die Metallflächen durch Abfeilen oder Abschaben gut gereinigt werden, da sonst das Lot nicht anhaftet. Auch hier ist während des Lötens die Luft abzuhalten, um eine Oxydation des heißen Metalls zu verhindern. Dies geschieht ähnlich wie beim Schweißen durch einen schützenden Überzug. Beim Weichlöten verwendet man hierzu Kolophonium oder Lötwater, d. h. eine gesättigte Lösung von Zink in Salzsäure, beim Hartlöten meist Boraxpulver.

Das zum Löten verwendete Verbindungsmittel, das Lot, ist je nach der Art der zu verbindenden Metalle in seiner Zusammensetzung verschieden. Das gewöhnliche dünnflüssige Weichlot besteht aus 60 Teilen Zinn und 40 Teilen Blei, schmilzt bei 180° und dient zur Verbindung der leicht schmelzbaren Metalle: Blei, Zink und Zinn. Das Lot wird meist mittels eines erhitzten LötKolbens gelöst und aufgetragen.

Das Hart- oder Schlaglot ist strengflüssiger und findet beim Löten schwerer schmelzbarer Metalle, wie Messing, Bronze, Eisen und Kupfer, Anwendung. Die zu verbindenden Teile werden in Holzkohlenfeuer erhitzt, bis das dazwischengebrachte Lot zum Schmelzen kommt und in die Fuge einfließt. Zum Löten von Eisen wird als Lot häufig Kupfer verwendet.

3. Die Vernietungen.

a) *Allgemeines, Ausführung und Untersuchung der Nietung.* Die Niete sind die wichtigsten der für die Eisenkonstruktionen in Betracht kommenden unlöslichen Verbindungsmittel. Die Nietbolzen bestehen aus einem Kopf und Schaft. Die Vernietung wird meist in warmem Zustand vorgenommen, indem der hellglühende Nietbolzen durch das entsprechende, zuvor gereinigte Nietloch gesteckt und der überstehende Teil des Schaftes zu einem zweiten Kopf, dem Schließkopf, »geschlagen« wird. Während der Bildung des Schließkopfes muß der Setzkopf fest angedrückt werden (Vorhalten).

Neben dieser warmen Nietung hat man auch die kalte Vernietung; und zwar kommt diese bei kleinen Nieten unter 1 cm Schaftdurchmesser zur Verwendung, weil die dünnen Schäfte durch die Erhitzung zu stark leiden würden. Die warme Vernietung,

die bei Schaftdurchmessern von mehr als 1 cm immer zu empfehlen ist, und die bei den Hochbau- und Br uckenkonstruktionen fast durchweg verwendet wird, hat den Vorteil, daß sich das Material zwecks Bildung des Schließkopfes leichter und mit geringerem Schaden für das Material formen lässt als im kalten Zustande. Ferner wird durch die Abkühlung des Nietbolzens eine Zusammenpressung der zu verbindenden Teile bewirkt. Die mit dieser Zusammenziehung auftretende Reibung zwischen den Flächen wirkt für die Kraftübertragung günstig, wird aber zu Gunsten der Sicherheit nicht in Rechnung gezogen. Mit der L ngszusammenziehung ist gleichzeitig eine Zusammenziehung in der Querrichtung verbunden, die unvorteilhaft ist, da das Nietloch nach der Abkühlung nicht vollständig ausgef llt wird. Man muß diesen Nachteil durch gutes Ausstauchen beseitigen.

Wenn bei Vernietungen auf die Dichtigkeit Wert gelegt wird, wie z. B. bei Wasser- und Gasbehältern, so werden die Niete und die Blechkanten verstemmt. Bei Blechen mit weniger als 5 mm Stärke ist ein Verstemmen nicht mehr gut auszuführen und eine Dichtung wird hierbei erreicht durch Dazwischenlegen von Leinwand- oder Papierstreifen, die mit Mennigekitt gestrichen sind.

Vor der Vernietung sind die zu vernietenden Teile mit den Nietl chern passend aufeinander zu legen (auszurichten) und durch Bolzen oder Dorne in ihrer richtigen Lage zu halten, bis die Vernietung ausgeführt ist. Damit alle Nietlöcher gut aufeinander passen, müssen die zu verbindenden Bleche übereinstimmend gebohrt sein. Um eine möglichst übereinstimmende Bohrung zu erzielen, werden die Bleche entweder einzeln nach Schablonen gebohrt oder, was besser ist, die zu verbindenden Stücke werden zur Bohrung entsprechend aufeinander gelegt und gemeinsam gebohrt. Aber trotz großer Vorsicht beim Bohren werden sich beim Zusammenlegen (Zusammenfahren) bei der Montage öfters kleine Abweichungen herausstellen. Sind diese Abweichungen zwischen den zusammengehörigen Nietl chern größer als 5% des Nietdurchmessers, so müssen die betreffenden Löcher nachgebessert werden. Dies geschieht meist durch Aufreiben mit der Reibahle; für solche ausgeriebene Nietlöcher sind dann entsprechend stärkere Nietbolzen zu verwenden. Gewaltames Ausrichten mit konischen Stahldornen ist zu verwerfen.

Die Ausführung der Nietung findet durch Hand- und Maschinenarbeit statt. Die Handnietung wird nur für kleinere Konstruktionen angewendet und eventuell auch für kleinere Nacharbeiten bei größeren Konstruktionen. Sie versagt jedoch schon bei mäßig langen Nieten und größeren Nietdurchmessern. Der Schließkopf wird bei der Handnietung durch Aufsetzen eines Schellhammers gebildet, auf den die Hammer-schl ge ausgeführt werden. Während der Nietung ist ein festes Andrücken (Gegenhalten) des Setzkopfes mit einem schweren Vorhalter oder einer Nietwinde erforderlich.

Die Maschinennietung ist besser und allen Anforderungen gewachsen; sie erfolgt in der Regel durch Maschinen, bei denen der zur Bildung des Schließkopfes nötige Druck oder die nötigen Stöße durch Pre wasser bzw. Preßluft erzeugt werden.

Nietmaschinen mit Dampf- oder elektrischem Betrieb sind selten zu finden. Sehr gute und häufig verwendete Maschinen sind die Revolvernietmaschinen mit Pre luftbetrieb. Die Maschinennietung hat gegenüber der Handnietung folgende Vorteile:

1. Sie übt eine größere und schneller wirkende Kraft aus und hiermit ist verbunden:
2. Eine bessere Zusammenstauchung des Nietschaftes, d. h. eine bessere Ausf llung des Nietloches, wodurch eine größere Festigkeit der Nietverbindung erreicht wird.
3. Sie ist bedeutend, zwei- bis dreimal, billiger und erfordert drei- bis fünfmal so wenig Zeit als die Handnietung.

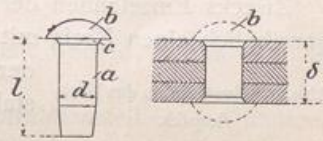
Nachdem die Niete geschlagen sind, müssen sie auf ihre Güte untersucht werden, und zwar muß dies vor Beseitigung der Schönheitsfehler, d. h. vor der Abstimmung der Nietränder, dem Verputzen, geschehen, damit lockere oder schlechte Niete durch Verstemmung nicht scheinbar gut gemacht werden können. Die Niete müssen vollkommen festsitzen und vollständig ausgestaucht sein. Die Prüfung hierauf geschieht am einfachsten durch Anschlagen mit einem kleinen Hammer, dem Nietkontrollhammer.

Bei festsitzenden guten Nieten schnellt der Hammer leicht zurück, und es ergibt sich ein hellklingender Ton, während lose Niete dumpf ertönen. Zweckmäßig und sicher ist es, beim Anschlagen den Daumen an den Nietkopf aufzusetzen und durch das Gefühl festzustellen, ob das Niet fest sitzt.

Ferner müssen die Nietköpfe genau zentrisch zum Nietbolzen sitzen und dürfen keine Risse zeigen. Stichproben durch Herausnehmen von Nieten sind jedenfalls zu empfehlen. Alle Niete, die den obengenannten Bedingungen nicht entsprechen, sind wieder herauszuschlagen und durch vorschriftsmäßige zu ersetzen. Da im Werk geschlagene Niete im Durchschnitt immer besser und außerdem auch billiger werden, als auf der Baustelle, so soll man zweckmäßig das Vernieten auf der Baustelle möglichst beschränken.

b) *Die Niete selbst.* Die Niete werden aus bestem, weichem und zähem Schweiß- oder Flußeisen hergestellt. Jedes Niet besteht aus einem zylindrischen, am Ende etwas konisch gestalteten Schaft *a* (Abb. 71) und einem Kopf, dem Setzkopf *b*. Der Übergang zwischen Setzkopf und Schaft wird gebildet durch ein kegelförmiges Stück *c*, das ein Einschneiden von scharfen Blechkanten in den Nietkopf verhindern und somit die Festigkeit der Nietverbindung vergrößern soll. Dem Schaft entspricht ein Nietloch mit etwas größerem Durchmesser, das an den beiden äußersten Blechoberkanten entsprechend dem kegelförmigen Übergang *c* hohlkegelartig abgefaßt wird (Abb. 72).

Abb. 71 u. 72. Das Niet.



Die Länge *l* des Nietschaftes richtet sich nach der gesamten Dicke der zu verbindenden Teile und ist so zu bemessen, daß noch ein Stück von genügender Länge hervorragt, das zur Bildung des zweiten Kopfes, des Schließkopfes, dient. Die hierzu nötige, aus dem Nietloch hervorragende Länge des Schaftes beträgt ungefähr 1,5 des Schaftdurchmessers *d*. Das genauere Maß der hervorstehenden Schaftlänge ist ferner auch abhängig von der Gesamtblechstärke δ ; denn durch die Ausstauchung des Nietloches und durch die Zusammenziehung bei der Abkühlung wird ein gewisser Teil des hervorstehenden Schaftendes aufgebraucht. Demgemäß wird als genaueres Maß für die Gesamtschaftlänge angegeben:

$$l = 1,1 \cdot \delta + 1,33 d. \quad (23)$$

Hiernach berechnet sich z. B. für $\delta = 6$ cm und $d = 2$ cm, $l = 1,1 \cdot 6 + 1,33 \cdot 2 = 9,26$ cm.

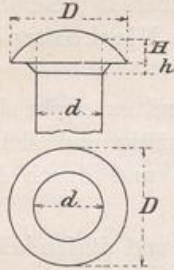
Nach der Form der Nietköpfe unterscheidet man volle, halbversenkte und versenkte Nietköpfe. Die vollen und halbversenkten (erhabenen) Nietköpfe haben ungefähr die Gestalt eines Kugelabschnittes, während die versenkten Nietköpfe kegelförmig in die zu verbindenden Bleche versenkt sind.

Sämtliche Nietköpfe müssen solche Abmessungen haben, daß ein Zerdrücken der Auflagerfläche und ein Abscheren des Kopfes in der Längsrichtung des Schaftes nicht eher eintreten kann, als ein Zerreißen des Nietschaftes. Aus der ersten Bedingung

ergibt sich, wenn der Durchmesser des Nietkopfes mit D (Abb. 73) bezeichnet wird, f ur die erhabenen Nietk opfe die Gleichung:

Abb. 73. Abmessungen des Nietkopfes.

$$\left(\frac{D^2 - d^2}{4}\right) \cdot \pi \cdot k_d = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s,$$



$k_d = k_s$, folglich $D = d \cdot \sqrt{2} = \text{rd.} \cdot 1,5 d$.

Ein Maß f ur die Höhe des Nietkopfes folgt aus der zweiten Bedingung:

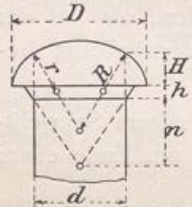
$$d \cdot \pi (H + h) \cdot k_s = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s.$$

F ur $k_s = \frac{4}{5} k_z$ wird hiernach $H + h = \frac{5}{16} d$. In der Praxis wählt man etwas mehr und zwar $H + h = \frac{1}{2} d$ und zwar

$$H = \frac{3}{8} d \text{ und } h = \frac{1}{8} d.$$

Abb. 74. Normalform des Nietkopfes.

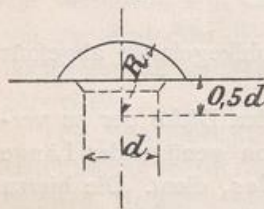
Als Normalform f ur erhabene Nietk opfe ist allgemein folgende Gestalt festgesetzt (Abb. 74):



$$\begin{aligned} D &= 1,5 d \\ H &= \frac{3}{8} d \\ h &= \frac{1}{8} d \\ r &= 0,5 d \\ R &= d \\ n &= \frac{3}{4} d. \end{aligned}$$

Zwecks Einzeichnen der Nietk opfe in die Konstruktionszeichnungen beschreibt man gewöhnlich einen Kreis mit einem Radius $R = d$, dessen Mittelpunkt um $0,5 d$ unter der Anlagefläche des Kopfes liegt (Abb. 75). Im kleinen Maßstab wird die Versenkung nicht gezeichnet.

Abb. 75 Einzeichnen des Nietkopfes.

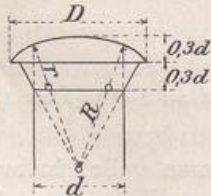
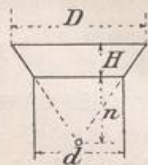


Versenkte Nietk opfe werden in einzelnen Fällen nötig, wenn z. B. f ur die Ausbildung des erhabenen Nietkopfes kein Raum vorhanden ist, wie bei Unterlagsplatten f ur Auflager, bei Gleitflächen usw. Sie sind wenn möglich zu vermeiden, werden aber mitunter nötig. Der Kopf hat eine ebene Oberfläche und ist in einen Hohlkegel des Bleches versenkt. Wenn der Schließkopf auch versenkt gebildet werden soll, dann wird das Material

des vorstehenden Nietschaftes in einen entsprechend gleichen Hohlkegel des Bleches zusammengestaucht; meist muß dann die Oberfläche durch Abstemmen oder Abfeilen

Abb. 76. Versenkter Nietkopf.

Abb. 77. Halbversenkter Nietkopf.



noch nachgearbeitet werden. Ein gutes Nacharbeiten ist besonders dann erforderlich, wenn, wie bei Gleitflächen, auf eine glatte Fläche Wert zu legen ist. Die Abmessungen f ur den versenkten Nietkopf (Abb. 76) sind folgende:

$$\begin{aligned} D &= 1,5 d \\ H &= \frac{3}{8} d; \quad n = \frac{3}{4} d \\ H &\text{ auch oft } = 0,4 d \text{ bis } 0,5 d. \end{aligned}$$

Halbversenkte Nietk opfe (Abb. 77) werden manchmal statt der erhabenen da ausgeführt, wo es sich darum handelt, bei sehr langen Nieten die Schaftlänge wegen der Zusammenziehung etwas zu verkürzen, ferner auch an Stelle von versenkten Nietk opfen, wenn die Oberfläche nicht ganz eben sein muß, jedoch der Platz f ur einen vollen Nietkopf nicht ausreicht.

c) *Die Nietverbindungen.* Man unterscheidet einschnittige (Abb. 78 u. 79), zweischnittige (Abb. 80) und mehrschnittige Vernietungen, je nachdem bei einer etwaigen Zerstörung der Verbindung ein Niet in einem, zwei oder mehreren Querschnitten abgesichert werden würde.

Abb. 78 u. 79. Einschnittige Vernietungen.

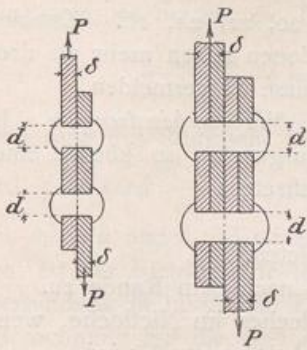


Abb. 80. Zweischnittige Vernietung.

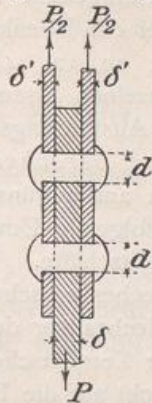
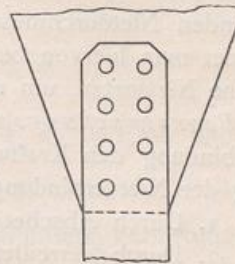


Abb. 81. Zweireihige Vernietung.



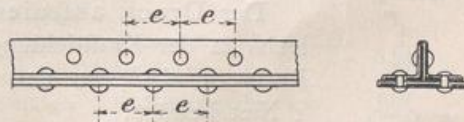
Die Anordnung der Niete wird je nach der Nietanzahl in einer Reihe oder in mehreren Reihen vorgenommen und man unterscheidet demgemäß einreihige und mehrreihige Vernietungen (Abb. 81). Viele Niete hintereinander in einer Reihe sind zu vermeiden, da sie dann nicht alle gleichgütig mitwirken; es ist deshalb bei einer großen Nietzahl die Anordnung in mehreren Reihen vorzuziehen.

Nach den Anforderungen, die an die Vernietungen gestellt werden, lassen sich die Niete einteilen in:

a) *Kraftniete*, die hauptsächlich Kräfte von einem Konstruktionsteil in den anderen zu übertragen haben. Man verwendet dabei starke Niete bei entsprechender Teilung. Die Anzahl der Niete ergibt sich durch Rechnung, der Abstand schwankt von $2,5 d$ bis $5 d$.

β) *Heftniete* sollen nur das Zusammenhalten der verbundenen Teile eines Stabes oder Säule usw. bewirken und übertragen keine Kräfte; ein Zug- oder Druckstab z. B., der aus mehreren Teilen besteht, ist auf seine ganze Länge zu vernieten. Der Abstand der Niete wird im allgemeinen nicht durch Rechnung festgelegt, sondern ein verhältnismäßig weiter Nietabstand genommen, und zwar wählt man den Nietabstand für gedrückte Stäbe kleiner als für gezogene, um bei Druck ein Ausbeulen der einzelnen Teile zu verhindern. Auch bei Konstruktionsteilen, die der Witterung ausgesetzt sind, ist der Abstand der Heftniete nicht zu groß zu nehmen, damit die Feuchtigkeit nicht so leicht dazwischen treten kann, und die Rostbildung möglichst verhindert wird. Je nach den vorliegenden Verhältnissen schwanken die Abstände der Heftniete, wenn mit d der Nietbolzendurchmesser bezeichnet wird, zwischen $6 d$ bis $10 d$. Der Abstand der Randniete vom Blechrande soll nicht größer als $2,5 d$ bis $2,8 d$ sein. Abb. 82 stellt die Vernietung eines Fachwerkstabes dar, der aus 2 Winkleisen und 1 Lamelle (Blech) zusammengesetzt ist.

Abb. 82. Vernietung eines Fachwerkstabes.



γ) *Verschlußniete* sollen eine vorwiegend dichte Verbindung abgeben und haben nur verhältnismäßig geringe Kräfte auszuhalten, wie z. B. bei Wasser- und Gasbehältern. Die Niete werden hierbei schwächer gewählt und enger gestellt als bei Kraftnietungen.

δ) Dampfkesselniete m ussen zugleich fest und dicht sein.

F ur die Eisenkonstruktionen des Hochbaues kommen nur die unter α) und β) genannten Niete in Betracht.

d) *Der Nietdurchmesser.* Die Starke der im Hochbau gewöhnlich zur Verwendung kommenden Eisensorten schwankt zwischen 0,5 und 1,3 cm und der Durchmesser der Niete wird bei Kraftnietungen meist ungefaher gleich der doppelten Blechstarke gewahlt, d. h. $d = 2 \delta$. Demgema kommen im Hochbau Nietdurchmesser zwischen 1 bis 2,6 cm vor. Die bei den Eisenkonstruktionen zu empfehlenden und vorkommenden Nietdurchmesser sind: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26. Zweckmaig verwendet man hiervon bei den einzelnen Eisenkonstruktionen selten mehr als drei verschiedene Nietsorten, um unnotige Ausf uhrungerschwernisse zu vermeiden.

e) *Beanspruchungsarten und Berechnung der Nietverbindungen.* Ist die Nietverbindung den Kraftwirkungen am ungünstigsten ausgesetzt, so konnte eine Zerstorung der Nietverbindung durch folgende Umstande auftreten:

1. Durch Abscheren der Nietschafte.
2. Durch Zerreien des Bleches zwischen den Nieten.
3. Durch Aufreien des Bleches vor den Nieten nach dem Rande zu.
4. Durch Aufstauchen oder Zerquetschen des Bleches im Nietloche, wenn der Druck (Lochleibungsdruck) auf die Flacheneinheit zu gro wird.

Die Berechnung der Nietquerschnitte, der Nietabstande, der Anzahl der Niete, sowie der kleinsten Abstande vom Rand, mu so vorgenommen werden, da f ur diese vier Falle vollkommene Sicherheit vorhanden ist. Hierbei wird zugunsten der Sicherheit auf die Reibung zwischen den Abscherungsflachen der Bleche keine Rücksicht genommen.

Die Durchmesser oder die Anzahl der Niete sind so zu bemessen, da einerseits die zulassige Abscherspannung in den Abscherungsquerschnitten der Niete nicht überschritten wird und andererseits kein Zerdrücken in den Lochwandungen stattfindet. In Folgendem sei:

d = Nietdurchmesser in cm.

δ = Blechstarken der zu verbindenden Teile, wobei bei verschiedenen Blechstarken die dünnere zu wahlen ist.

k_s = zulassige Scherspannung des Nietmaterials.

k_L = zulassiger Lochleibungsdruck.

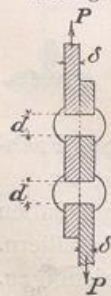
P = maximale Kraft, die durch die Nietverbindung übertragen werden soll.

n = erforderliche Nietanzahl.

Bei einschnittigen Vernietungen (Abb. 83) ergibt sich mit Rücksicht auf die Abscherung:

$$I. \quad n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s \geq P. \quad (24)$$

Abb. 83. Einschnittige Vernietung.



Im allgemeinen ist $k_s = 0,8 k_s$, doch wird bei Nieten manchmal auch $k_s = k_s$ gesetzt, da f ur diese das beste Material zu verwenden ist.

Der Druck auf die Lochleibung wird auf die Projektion des Nietlochs in der Krafrichtung gleichmaig verteilt angenommen, also auf ein Rechteck $d \cdot \delta$; so da der ganze zulassige Lochleibungsdruck f ur 1 Niet betragt:

$$d \cdot \delta \cdot k_L.$$

Die Bedingungsgleichung f ur die Nietanzahl n ist also:

$$II. \quad n \cdot d \cdot \delta \cdot k_L \geq P. \quad (25)$$

F ur beide Bedingungen (Abscherung und Lochleibung) mu die Nietverbindung gen ugen, d. h. es ist die Berechnung nach beiden Gleichungen vor-

zunehmen, und zwar kann man d annehmen und das zugehörige n berechnen oder auch n annehmen und das zugehörige d berechnen.

Das erstere ist in den meisten Fällen zweckmäßiger. In diesem Fall ist also die Anzahl zu berechnen auf Abscherung und dann diejenige auf Lochleibung, und der größte Wert für n der Konstruktion zugrunde zu legen. Braucht man z. B. auf Lochleibung 3 und auf Abscherung 2 Niete, so sind mindestens 3 Niete zu wählen. Man gibt zur Sicherheit gewöhnlich 1 bis 2 Niete, bei größerem n oft auch noch mehr, zu.

Soll eine einschnittige Verbindung gleichfest gegen Lochleibungsdruck und Abscherung sein, so besteht die Bedingung:

$$n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s = n \cdot d \cdot \delta \cdot k_L \quad \text{oder} \quad \frac{d \cdot \pi}{4} \cdot k_s = \delta \cdot k_L.$$

Setzt man mit Rücksicht auf das gute Nietmaterial $k_s = k$, $k_L = 1,5 k$ und ferner $\pi = \text{rd. } 3$, so wird $\frac{d \cdot 3}{4} = \delta \cdot 1,5$, oder $d = \frac{4}{3} \cdot 1,5 \delta$, woraus sich ergibt $d = 2 \cdot \delta$.

Bei $k_s = k$ und $k_L = 1,5 k$ ($k_s = 1,5 k_L$) gilt also für einschnittige Vernietungen folgendes: Ist der Nietdurchmesser gleich der doppelten Blechstärke, d. h. $d = 2 \delta$, so ist die Verbindung in bezug auf Lochleibung und Abscherung gleich gut; es ist dann nur eine Berechnung auf die eine Art nötig.

Ist $d > 2 \delta$, dann wird die Lochleibung den größten Wert für n ergeben und es genügt, n nur nach Gleichung II zu berechnen.

Ist $d < 2 \delta$, so hat man nur auf Abscherung nach Gleichung I zu berechnen. Sind die Blechstärken der zu verbindenden Teile verschieden, dann ist der kleinere Wert für δ zugrunde zu legen.

Bei zweischnittigen Vernietungen wirken auf Abscherung zwei Querschnitte pro Niet also:

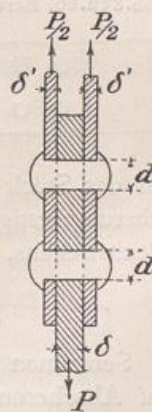
$$\text{I. } n \cdot \frac{2 d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s \geq P. \tag{26}$$

Auf Lochleibung ergibt sich, wenn $\delta = 2 \delta'$ ist,

$$\text{II. } n \cdot d \cdot \delta \cdot k_L \geq P.$$

Ist die gesamte Blechstärke in der einen Krafrichtung nicht gleich der Blechstärke in der anderen Krafrichtung, so ist immer die schwächere dieser beiden Blechstärken in Gleichung II einzusetzen. Der größere, der aus den Gleichungen I und II sich ergebenden Werte für n ist maßgebend. Soll die zweischnittige Nietverbindung in bezug auf Abscherung und Lochleibung unter Voraussetzung von $k_L = 1,5 k$ wieder gleich fest sein, so muß $d = \delta = 2 \delta'$ gewählt werden und es ist dann nur nach einer der beiden Gleichungen zu rechnen. Bei $d < \delta$ braucht nur auf Abscherung, bei $d > \delta$ nur auf Lochleibung berechnet zu werden.

Abb. 84. Zweischnittige Vernietung.



Zusammenstellung.

Beanspruchung	Anzahl der Niete	
	bei einschnittiger Verbindung	bei zweischnittiger Verbindung
Auf Abscherung	$n \geq \frac{4 P}{d^2 \cdot \pi \cdot k_s}$	$n \geq \frac{2 P}{d^2 \cdot \pi \cdot k_s}$
Auf Lochleibung	$n \geq \frac{P}{d \cdot \delta \cdot k_L}$	$n \geq \frac{P}{d \cdot \delta \cdot k_L}$

Für δ ist die kleinste gesamte Blechstärke in der einen oder anderen Krafrichtung einzusetzen.

Die folgenden Tabellen enthalten die Kräfte, die je ein Niet mit den verschiedenen Durchmessern auf Abscherung bzw. Lochleibung aufnehmen kann.

Tabelle für die Abscherungskraft für 1 Niet in Tonnen; für $k_s = 1000 \text{ kg/qcm}$.

Durchmesser in mm	10	12	14	16	18	20	22	24	26
für einschnittiges Niet	0,79	1,13	1,53	2,01	2,54	3,14	3,80	4,52	5,31
für zweischnittiges Niet	1,58	2,26	3,06	4,02	5,08	6,28	7,60	9,04	10,62

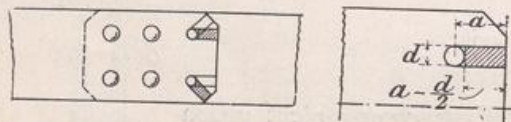
Aus diesen Werten lassen sich die zulässigen Nietkr fte für ein anderes k_s ohne weiteres berechnen, z. B. für $k_s = 800 \text{ kg/qcm}$ sind die betreffenden Zahlen nur mit 0,8 zu multiplizieren.

Lochleibungsdruck-Kraft für 1 Niet in t für $k_L = 1,5 k = 1500 \text{ kg/qcm}$.

Durchmesser in mm.	10	12	14	16	18	20	22	24	26
für einschnittiges Niet mit $d = 2\delta$. . .	0,75	1,08	1,47	1,92	2,43	3,00	3,63	4,32	5,07
für zweischnittiges Niet mit $d = \delta$. . .	1,50	2,16	2,94	3,84	4,86	6,00	7,26	8,64	10,14

f) *Berechnung der Nietabst nde.* Die Entfernungen der einzelnen Niete voneinander, sowie vom Blechrande sind ebenfalls von Einfluß auf die Festigkeit der Nietverbindungen. Bei der Berechnung des Nietabstandes vom belasteten Rande, d. h. dem Rande senkrecht oder schräg zur Krafrichtung ist die Gefahr des Aufschlitzens des Bleches zu berücksichtigen. Diese Abstände müssen so groß sein, daß die hinter dem Niet liegenden Blechstreifen (in Abb. 85 u. 86 schraffiert) nicht herausgeschert werden. Bei der Berechnung auf Herausscheren der Blechstreifen wird nur

Abb. 85 u. 86. Berechnung des Nietabstandes vom Rand.

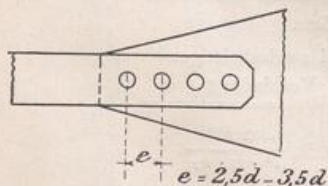


auf das Stück von der Länge $a - \frac{1}{2}d$ (Abb. 86) Rücksicht genommen. Soll die Abscherungsfestigkeit des Nietes gerade so groß sein, wie diejenige des dahinter liegenden Blechstreifens, so muß sein:

$$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_{s\text{Niet}} = 2 \cdot (a - \frac{1}{2}d) \cdot \delta \cdot k_{s\text{Blech}} \tag{27}$$

Setzt man $k_{s\text{Niet}} = k$, $k_{s\text{Blech}} = \frac{4}{5}k$ und $d = 2\delta$, d. h. nimmt man gleiche Festigkeit auf Abscherung und Lochleibung an und ferner $\pi = \text{rd. } 3$, so ergibt sich $a = 1,5d$.

Abb. 87. Nietabstand in der Richtung der Kraft.



In der Regel wird $a = 2d$ bis $2,5d$ gewählt. Dasselbe Maß nimmt man auch für den Abstand vom unbelasteten Rande.

Bei der Berechnung des Nietabstandes der einzelnen Niete voneinander ist zu unterscheiden, ob nur eine oder mehrere Nietreihen vorhanden sind.

Bei einer Nietreihe (Abb. 87) ist ferner darauf Rücksicht zu nehmen, ob die Kraft in der Richtung der Nietreihe oder senkrecht zu ihr wirkt. Wirkt die Kraft in der Richtung der Nietreihe, so wird bei vielen Nieten hintereinander wegen der Elastizität

des Eisens die Kraftübertragung ungleichmäßig sein. Deshalb sind in der Regel nicht mehr als 5 bis 6 Niete hintereinander zu setzen. Die Entfernung der einzelnen Niete in der Längsachse wird hierbei zu rd. $2,5d$ bis $3,5d$ gewählt.

Wirkt die Kraft senkrecht zur Nietreihe (Abb. 88), so ergibt sich eine Bedingung für die Berechnung der Abstände dadurch, daß die Abscherfestigkeit der Niete ungefähr gleich der Festigkeit des durch die Niete geschwächten Blechquerschnitts sein soll. Die Abscherfestigkeit eines Niets muß also ungefähr gleich der Zugfestigkeit des Blechquerschnitts zwischen zwei Nietlöchern sein, d. h.

$$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s = (e - d) \cdot \delta \cdot k. \quad (28)$$

Für $d = 2\delta$, oder $\delta = \frac{1}{2}d$, $k_s = k$ und $\pi = \text{rd. } 3$ ergibt sich hieraus $e = 2,5d$. Gewöhnlich $e = \text{rd. } 3d$ ($e = 2,5d$ bis $3d$ bis $3,5d$) gewählt.

Sind mehrere Nietreihen vorhanden, so müssen die Kräfte an jeder Stelle durch das Blech sicher aufgenommen werden können. Denkt man sich nach SCHWEDLER die Kraft eines jeden Niets durch einen, wie ein Seil um das betreffende Niet gelegten Blechstreifen von der Breite β aufgenommen, so müssen diese Streifen an jeder Stelle des Bleches untergebracht werden können, und die Breite des Bleches, die hierzu nötig wird, ist abhängig von der Streifenbreite β , sowie von der Anzahl der Niete in der ersten Reihe. Jeder Streifen muß eine Nietkraft aufnehmen können; seine Breite β bestimmt sich daher aus:

$$2\beta \cdot \delta \cdot k = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s; \quad (29)$$

für $d = 2\delta$, $k_s = k$ und $\pi = \text{rd. } 3$ wird $\beta = \frac{3}{4}d$.

Die erforderliche Gesamtlechbreite wird also bei einer Anordnung mit einem Niet in der ersten Reihe (Abb. 89)

$$b = n \cdot 2\beta + d = n \cdot 2 \cdot \frac{3}{4}d + d = d \cdot (\frac{3}{2}n + 1);$$

bei mehr als 1 Niet in der ersten Reihe muß b größer sein, z. B. bei 3 Nieten (Abb. 90)

$$b = n \cdot 2\beta + 3d, \text{ oder für } \beta = \frac{3}{4}d \\ b = d(\frac{3}{2}n + 3).$$

Mit Rücksicht auf eine geringe erforderliche Blechbreite ist daher die Nietzahl in der ersten Reihe möglichst niedrig zu halten; hiermit ist gleichzeitig noch der Vorteil verbunden, daß eine geringere Nietzahl in der ersten Reihe eine geringere Querschnittschwächung bei gezogenen Stäben zur Folge hat.

Bei der Anordnung der Niete ist darauf zu achten, daß sie zur Krafrichtung symmetrisch sitzen zwecks Vermeidung exzentrischer Kraftangriffe. Die Entfernung der einzelnen Nietreihen voneinander wählt man gewöhnlich zu

Abb. 89. Gesamtlechbreite bei einem Niet in der ersten Reihe.

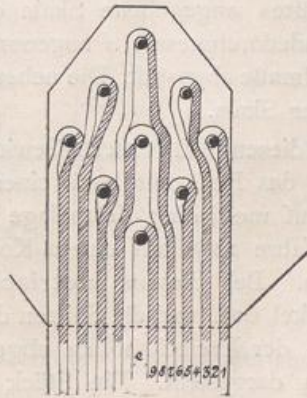
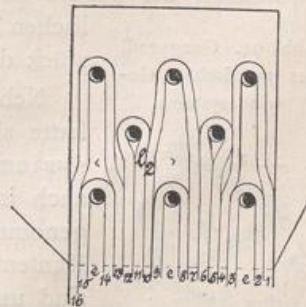
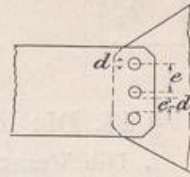


Abb. 90. Gesamtlechbreite bei drei Nieten in der ersten Reihe.



$$e_1 = 2,5d \text{ bis } 3,5d.$$

Abb. 88. Nietabstand bei einer Nietreihe senkrecht zur Kraft.



Den kleineren Wert kann man nehmen bei verschränkter Nietstellung (Abb. 91), den größeren bei Parallelstellung (Abb. 92).

Abb. 91. Verschränkte Nietstellung.

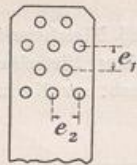
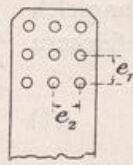


Abb. 92. Parallelstellung der Niete.



Der Nietabstand senkrecht zur Krafrichtung (e_2) ist abhängig von der Anzahl der vorhin erwähnten Seilstränge, die zwischen den Nieten durchgeführt zu denken sind; diese Anzahl wächst mit der Anzahl der hintereinander befindlichen Nietreihen, desgleichen also auch der Nietabstand e_2 . Als Mittelwert wird für einfache Stabanschlüsse eingeführt

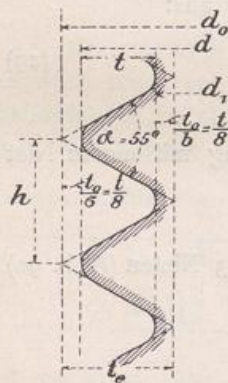
$$e_2 = 3d \text{ bis } 3,5d.$$

Ebenso groß kann auch der schräge Abstand für Nieten bei verschränkter Stellung gewählt werden.

§ 14. Die löslichen Verbindungsmittel.

1. Die Verschraubungen. Als lösliche Verbindungsmittel für Bauzwecke kommen von den Schrauben nur die scharfgängigen und eingängigen in Anwendung, d. h. solche, bei denen der Gewindequerschnitt dreieckig ist und bei denen bei einer Umdrehung der in der Richtung der Achse zurückgelegte Weg gleich der Ganghöhe des Gewindes ist. Flachgängige Schrauben, d. h. solche mit rechteckigem Querschnitt spielen beim Bauwesen keine Rolle und sollen deshalb hier nicht besprochen werden.

Abb. 93. Gangprofil des WITWORTH-Gewindes.

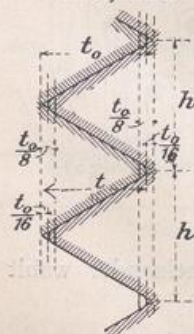


Für die scharfgängigen Schrauben, die Befestigungsschrauben, ist als Schraubensystem das WITWORTHSche noch meistens eingeführt. Bei diesem WITWORTH-Gewinde bilden die Gewinde-Querschnitte gleichschenklige Dreiecke, die an der Spitze sowie am Grunde je um ein Sechstel ihrer Höhe abgerundet sind; der Kantenwinkel beträgt 55° . Das Gangprofil ist durch Abb. 93 dargestellt. Hierin bedeutet:

d_0 den Bolzendurchmesser, d den äußeren Gewindedurchmesser, d_1 den inneren Gewinde- oder Kerndurchmesser, t die Gewindetiefe, h die Ganghöhe und α den Kantenwinkel.

Für die auch in der »Hütte« angegebene Skala des WITWORTH-Gewindes ist als Grundmaß der äußere Gewindedurchmesser d angenommen und dieser nach dem englischen Zollmaße abgestuft. Die nebenstehende Tabelle I gibt ein Bruchstück dieser Skala.

Abb. 94. Gangprofil des metrischen Gewindesystems.



Neben diesem WITWORTH-Gewinde auf englischer Zollgrundlage hatte sich das Bedürfnis nach einem internationalen Gewindesystem auf metrischer Grundlage geltend gemacht, und es wurde auch im Jahre 1898 auf einem Kongreß in Zürich ein solches angenommen. Bei diesem metrischen Gewindesystem ist der Kantenwinkel 60° , und die Spitzen der gleichseitigen Gewindedreiecke sind um $\frac{1}{8}$ der Dreieckshöhen abgeschnitten. Das Gangprofil ist in Abb. 94 dargestellt. Ein Stück der Skala ist aus Tabelle II auf folgender Seite ersichtlich.

Auf die anderen Gewindearten kann Raummangels wegen hier nicht näher eingegangen werden.