

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Der Maschinenbau**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1862**

Vernietungen

[urn:nbn:de:bsz:31-270970](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270970)

Fig. 4. Verbindung mit Einlegscheiben. Diese Verbindung ist wohl die beste, die man überhaupt machen kann. Dieselbe wird auf folgende Weise ausgeführt: Zuerst werden die Platten an den Theilen, die in Berührung kommen sollen, glatt gehobelt. Sodann werden die Platten aufeinander gelegt und die Bolzenlöcher durchgebohrt. Hierauf werden die Platten wiederum auseinander gelegt und werden mittelst einer Fräse die runden Vertiefungen, in welche die Einlegscheiben zu legen sind, ausgearbeitet. Dann werden die glatt zu bearbeitenden Einlegscheiben und Bolzen angefertigt. Ist dies alles geschehen, so werden in eine der beiden Platten die Einlegscheiben eingelegt, die zweite Platte darüber gelegt und werden endlich die Bolzen durchgesteckt und die Schraubenmutter angezogen. Diese Verbindung ist deshalb so vorzüglich, weil bei derselben keine Handarbeit, kein Meiselhieb oder Feilenstrich vorkommt.

Fig. 5 bis 8 zeigen Gefässwände-Bildungen aus gusseisernen Platten und zwar für solche Gefässe, die keinen stärkeren Krafteinwirkungen ausgesetzt sind, und nur gegen das Entweichen der Flüssigkeiten hinreichende Dichtigkeit gewähren sollen.

## Vernietungen.

### Nieten.

**Allgemeine Erklärungen.** Das Eisenblech spielt gegenwärtig im technischen Gebiete eine sehr ausgedehnte Rolle. Die mannigfaltigsten Gegenstände werden daraus gefertigt. Gefässe aller Art, kleine und grössere Röhren, Dampfbehälter, Gasbehälter, Wasserbehälter, Schiffe, ferner Tragbalken, Maschinengestelle, kleinere und grössere Brücken. Diese vielseitige Verwendung des Bleches für mannigfaltige Konstruktionen ist durch die Verbindungsweise der Bleche, ist durch die Vernietung möglich geworden; es ist daher wohl der Mühe werth, diese Verbindung auf das Genaueste zu studiren.

Die Verbindung zweier Bleche mittelst Nieten geschieht auf folgende Weise: Die zu verbindenden Bleche werden längs ihren Rändern mit einer Reihe von äquidistanten Durchlochungen versehen, hierauf aufeinander gelegt und dann durch Nieten verbunden. Jede solche Niete wird in Gesenken geschmiedet, hierauf in glühendem Zustande durch zwei correspondirende Durchlochungen der Bleche getrieben, worauf dann mittelst Hämmern aus dem in

glühendem Zustande befindlichen, aus dem Blech hervorragenden Ende des Bolzens ein halbkugelförmiger oder konischer Kopf geschmiedet wird.

Fig. 1, Tafel VII. zeigt die durch die Bleche gesteckte Niete, Fig. 2 die fertige Niete. Um den Kopf *c* der Niete zu bilden, werden gewöhnlich Handhämmer, zuweilen auch Nietmaschinen gebraucht. Im ersten Falle wird das Blech auf eine feste Unterlage gelegt, oder es wird gegen den bereits vor dem Durchstecken des Bolzens durch die Bleche an dem Bolzen befindlichen Kopf *a* ein Hammer angedrückt und wird hierauf aus dem über die Bleche hervorragenden glühenden Theil des Bolzens durch geeignet geformte Hämmer der Kopf *c* allmählig gebildet. Zuletzt wird gewöhnlich noch ein Setzhammer angewendet, theils um die Form des Kopfes regelmässiger auszubilden, theils um den unteren Rand des Kopfes bei *b* fest in das Material des Bleches einzutreiben. Zuletzt, wenn auf diese Weise eine Reihe von Nietten angefertigt worden ist, wird noch das eine Blech bei *d* mit seinem Rande mittelst Stemmeisen in das andere Blech hineingetrieben.

Die Bedingungen einer guten Vernietung sind: 1) Eine angemessene Entfernung der in den Reihen aufeinander folgenden Nietten. 2) Angemessene Dimension des Bolzens und der Bolzenköpfe im Verhältniss zur Blechdicke. 3) Genaues Aufeinanderpassen der Durchlochungen, durch welche ein Bolzen getrieben wird. 4) Genaues Einpassen der Bolzen in die Durchlochungen.

Was die Dimensionen der Nietten und ihre Entfernungen in der Vernietung anbelangt, so werden in Folgendem die geeigneten Untersuchungen hierüber folgen. Die Durchlochung der Bleche geschieht gewöhnlich mittelst einer sogenannten Lochmaschine. Diese ist mit einem Stempel von Stahl versehen und drückt denselben durch das Blech. Für sehr wichtige Konstruktionen und wenn eine sehr vollkommene Verbindung gefordert wird, ist es jedoch das Beste, wenn die zu verbindenden Bleche mit ihren Rändern auf einander gelegt werden und wenn dann die Durchlochung durch einen Bohrer einer vertikalen Bohrmaschine geschieht. Nur auf diese Weise ist es möglich, ganz runde und genau aufeinander passende Durchlochungen mit ganz reinen, nicht aufgerissenen Rändern zu erhalten. Damit der Bolzen die Durchlochungen vollkommen ausfüllt, muss der Durchmesser desselben so gross sein, dass bereits einige Kraft nothwendig ist, wenn man den Bolzen im kalten Zustande durch die Löcher treiben will, so dass also ziemlich kräftige Hammerschläge nothwendig sind, um die glühend gemachten Bolzen durch die Löcher zu treiben.

L. Drapenbyalt

Was den Durchmesser der Bolzen und ihre Entfernung betrifft, so richten sich diese nach der Bestimmung des Gegenstandes, der durch die Vernietung entstehen soll. Es kann nämlich von der Vernietung 1) Festigkeit, 2) Dichtigkeit, oder 3) Festigkeit und Dichtigkeit gefordert werden. Das erstere ist der Fall bei Tragbalken, Tragröhren, Blechbrücken, und das zweite bei Gasbehältern, das letzte endlich bei Dampfkesseln, Dampfschiffen etc.

Wir wollen nun die Festigkeitsverhältnisse verschiedener Vernietungsweisen untersuchen.

**Einfache Vernietung zweier Bleche.** Fig. 3 und 4, Tafel VII. Es seien U und O zwei durch eine einfache Nietreihe verbundene Bleche, die durch zwei Kräfte nach entgegengesetzten Richtungen gezogen werden.

Nennen wir:

- T das Nietemittel*
- $\delta$  die Dicke der Bleche,
  - $d$  den Durchmesser eines Nietbolzens,
  - $e$  Fig. 4, die Entfernung der Mittelpunkte zweier unmittelbar aufeinander folgenden Niete,
  - $e_1$  die Entfernung eines Bolzenrandes vom Rand des Bleches,
  - $f$  das Verhältniss zwischen der Festigkeit des Bleches und der Festigkeit der Vernietung.

Denkt man sich die verbundenen Bleche der Einwirkung der Kräfte ausgesetzt, so kann diese Verbindung möglicher Weise aufgehoben werden, 1) wenn die Blechstücke zwischen den Niete abreißen; 2) wenn die Nietbolzen abgescheert werden; 3) wenn durch die Bolzen die Blechränder bei  $a, b$  hinausreißen. Offenbar müssen wir von einer guten Vernietung fordern, dass keine dieser drei Möglichkeiten eher eintritt als die andere, und da wir den Abscheerungswiderstand der absoluten Festigkeit gleich setzen dürfen, so muss der Querschnitt  $\delta(e-d)$  des Bleches zwischen zwei Niete gleich gesetzt werden dem Querschnitt  $\frac{d^2 \pi}{4}$  eines Bolzens und gleich gesetzt werden dem Querschnitt  $2 e_1 \delta$ , der durch das Ausreißen eines Bolzens abgescheert werden müsste. Wir erhalten daher:

$$\delta(e-d) = \frac{d^2 \pi}{4} = 2 e_1 \delta \dots \dots \dots (1)$$

Hieraus findet man leicht folgende Beziehungen:

$$\frac{e}{\delta} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d}{\delta} \right)^2 + \frac{d}{\delta} \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{e_1}{\delta} = \frac{\pi}{8} \left( \frac{d}{\delta} \right)^2 \dots \dots \dots (3)$$

Dies sind nun die Bedingungen, die erfüllt werden müssen, damit die Vernietung in allen Theilen einerlei Festigkeit gewähren kann. Was nun die Grösse  $f$  betrifft, so wird diese offenbar durch das Verhältniss  $\frac{e}{e-d}$  bestimmt. Man hat daher:

$$f = \frac{e}{e-d}$$

oder wenn man den Werth von  $e$  mittelst (2) eliminiert:

$$f = 1 + \frac{4}{\pi} \left( \frac{\delta}{d} \right) \dots \dots \dots (4)$$

$$\frac{d}{\delta} = \frac{4}{\pi (f-1)} \dots \dots \dots (5)$$

Die Gleichung (4) zeigt zunächst, dass die Vernietung immer schwächer ist, als das Blech selbst, denn  $f$  ist immer grösser als die Einheit. Auch zeigt diese Gleichung, dass es hinsichtlich der Festigkeit vortheilhaft ist, die Bolzendicke  $d$  im Verhältniss zur Blechdicke  $\delta$  gross zu nehmen, denn wenn  $\frac{d}{\delta}$  gross ist, fällt vermöge (4)  $f$  klein aus.

Die Gleichung (2) zeigt ferner, dass die Bolzendistanz mit dem Verhältniss  $\frac{d}{\delta}$  wächst. Einer festen Vernietung (für welche  $\frac{d}{\delta}$  gross sein muss), entsprechen demnach weit gestellte, einer schwachen Vernietung dagegen (für welche  $\frac{d}{\delta}$  klein ist), eng gestellte Bolzen.

Hieraus ergibt sich, wie das Verhältniss  $\frac{d}{\delta}$  unter verschiedenen Umständen gewählt werden soll.

Wenn nämlich eine Vernietung nur allein Festigkeit gewähren soll, ist es vortheilhaft, starke aber weit gestellte Bolzen zu nehmen. Handelt es sich dagegen nicht um Festigkeit, sondern nur allein um Dichtigkeit, so ist es vortheilhafter, kleine und eng gestellte Bolzen zu nehmen. Soll endlich die Vernietung sowohl Festigkeit als auch Dichtigkeit gewähren, so muss man eine Vernietung wählen mit Bolzen von mittlerer Dicke und mittlerer Entfernung.

Aus den aufgestellten Gleichungen folgt:

für $\frac{d}{\delta} =$	1.0	1.5	2	2.5	3
$f =$	2.27	1.85	1.64	1.51	1.42
$\frac{e}{\delta} =$	1.78	3.26	5.14	7.41	10.06
$\frac{e_1}{\delta} =$	0.39	0.88	1.56	2.44	3.51

Eine Vergleichung der Zahlen dieser Tabelle mit verschiedenen Vernietungen an Dampfkesseln, Dampfschiffen, Gasometern und Brückenconstruktionen hat gezeigt, dass die Annahmen

$\frac{d}{\delta} = 2.5$  für Vernietungen, die nur Festigkeit erfordern,

$\frac{d}{\delta} = 1.5$  „ „ „ „ Dichtigkeit erfordern,

$\frac{d}{\delta} = 2.0$  „ „ „ Festigkeit und Dichtigkeit erfordern,

angemessen sind. Die Festigkeiten dieser drei Vernietungen sind 0.7, 0.61, 0.54 von der Festigkeit des Bleches.

In Bezug auf die Entfernung  $e_1$  ist zu bemerken, dass dieselbe etwas grösser genommen werden kann, als die Rechnung gibt, denn diese bestimmt eigentlich nur die kleinsten Werthe von  $e_1$ ; es ist jedoch andererseits nicht gut,  $e_1$  zu gross zu nehmen, weil sich sonst die Blechwand nicht gut verstemmen lässt.

**Doppelte und mehrfache Vernietung zweier Bleche.** Fig. 5 und 6, Tafel VII. Damit eine Vernietung mit zwei Nietreihen, in allen Theilen einerlei Festigkeit gewährt, muss offenbar der Querschnitt  $\delta(e-d)$  des Bleches zwischen zwei Bolzen einer Reihe gleich sein der Summe der Querschnitte zweier Bolzen oder gleich sein  $2 \frac{d^2 \pi}{4}$ , vorausgesetzt, dass die Festigkeit eines Materials gegen das Abscheeren gleich ist seiner absoluten Festigkeit. Man hat daher für eine solche doppelte Vernietung zu setzen:

$$\delta(e-d) = 2 \frac{d^2 \pi}{4}$$

woraus folgt:

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{2} \left( \frac{d}{\delta} \right)^2 \dots \dots \dots (6)$$

Das Festigkeitsverhältniss ist hier wie früher  $f' = \frac{e}{e-d}$ , oder, wenn man für  $e$  aus (6) seinen Werth setzt:

$$f = 1 + \frac{2}{\pi} \left( \frac{\delta}{d} \right) \dots \dots \dots (7)$$

Dieser Werth von  $f$  ist für den gleichen Werth von  $\left(\frac{d}{\delta}\right)$  kleiner, als derjenige (4), den wir früher für die einfache Vernietung gefunden haben, oder die Vernietung mit zwei Nietreihen gewährt im Allgemeinen eine grössere Festigkeit, als die Vernietung mit einer Nietreihe. Aus den Gleichungen (6) und (7) folgt:

für $\frac{d}{\delta} =$	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$\frac{c}{\delta} =$	2.6	5.0	8.3	11.3	14.1
$\frac{1}{f} =$	0.60	0.70	0.75	0.80	0.83

Wenn die Vernietung mit mehr als zwei, z. B. im Allgemeinen mit  $i$  Nietreihen in allen Theilen einerlei Festigkeit gewähren soll, muss der Querschnitt  $\delta (e - d)$  des Bleches zwischen zwei unmittelbar aufeinander folgenden Nieten einer Reihe gleich sein dem  $i$ -fachen Querschnitt eines Bolzens und man hat daher in diesem Falle zu setzen:

$$\delta (e - d) = i \frac{d^2 \pi}{4}$$

$$f = \frac{c}{e - d}$$

und daraus findet man leicht:

$$\frac{c}{\delta} = \frac{d}{\delta} + i \frac{\pi}{4} \left( \frac{d}{\delta} \right)^2 \dots \dots \dots (8)$$

$$f = 1 + \frac{4}{i \pi} \left( \frac{\delta}{d} \right) \dots \dots \dots (9)$$

Aus dieser Gleichung (9) sieht man, dass zwar die Festigkeit einer Vernietung mit der Anzahl der Nietreihen fort und fort wächst, dass jedoch, wie gross man auch  $i$  annehmen mag, niemals  $f = 1$  werden kann, d. h. dass die Festigkeit jeder Vernietung kleiner ist, als die Blechfestigkeit.

Vergleichung einer einfachen Vernietung mit einer doppelten. Wir wollen uns die Frage zur Beantwortung vorlegen, wie sich die Festigkeiten

einer einfachen und einer doppelten Vernietung verhalten, wenn in beiden Vernietungen gleich viel Nietbolzen angewendet werden.

Bezeichnen wir für die doppelte Vernietung mit  $d_1$ ,  $e_1$ ,  $f_1$  die analogen Grössen, die bei der einfachen Vernietung mit  $d$ ,  $e$ ,  $f$  bezeichnet werden, so haben wir vermöge (2) und (4):

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{4} \left( \frac{d}{\delta} \right)^2 \dots \dots \dots (10)$$

$$f = 1 + \frac{4}{\pi} \left( \frac{\delta}{d} \right) \dots \dots \dots (11)$$

und vermöge (6) und (7):

$$\frac{e_1}{\delta} = \frac{d_1}{\delta} + \frac{\pi}{2} \left( \frac{d_1}{\delta} \right)^2 \dots \dots \dots (12)$$

$$f_1 = 1 + \frac{2}{\pi} \left( \frac{\delta}{d_1} \right) \dots \dots \dots (13)$$

Die Anzahl der Nieten, welche auf einen Meter oder 100 Centimeter Länge der Vernietungen vorkommen, sind für die einfache Vernietung  $\frac{100}{e}$ , für die doppelte Vernietung dagegen  $2 \frac{100}{e_1}$ .

Beide Vernietungen haben daher gleich viel Nieten, wenn:

$$\frac{100}{e} = 2 \cdot \frac{100}{e_1}$$

oder wenn:

$$e_1 = 2 e \dots \dots \dots (14)$$

ist. Führen wir diesen Werth von  $e_1$  in (12) ein und suchen hierauf  $\frac{d_1}{\delta}$ , so findet man mit Berücksichtigung von (10):

$$\frac{d_1}{\delta} = -\frac{1}{\pi} + \sqrt{\left( \frac{1}{\pi} \right)^2 + \frac{4}{\pi} \left( \frac{d}{\delta} \right) + \left( \frac{d}{\delta} \right)^2} \dots \dots (15)$$

Durch diese Gleichung wird der Durchmesser eines Bolzens der doppelten Vernietung bestimmt, hat man denselben berechnet; so findet man aus (11) und (13):

$$\frac{f_1}{f} = \frac{\pi + 2 \left( \frac{\delta}{d_1} \right)}{\pi + 4 \left( \frac{\delta}{d} \right)} \dots \dots \dots (16)$$



Es sei z. B. für die einfache Vernietung  $\frac{d}{\delta} = 2$ , so folgt aus der Gleichung (15):

$$\frac{d_1}{\delta} = -\frac{1}{3 \cdot 14} + \sqrt{\left(\frac{1}{3 \cdot 14}\right)^2 + \frac{4}{3 \cdot 14} \cdot 2 + 4} = 2 \cdot 26$$

und nun findet man aus (16):

$$\frac{f_1}{f} = 0 \cdot 82$$

Die doppelte Vernietung ist daher, wenn sie eben so viel Niete erhält als die einfache und wenn ferner jede der beiden Vernietungen in allen Theilen einerlei Festigkeit gewährt, im Verhältniss  $\frac{1}{0 \cdot 82} : 1 = 1 \cdot 22 : 1$  fester, als die einfache Vernietung; die doppelte Vernietung erfordert jedoch etwas stärkere Bolzen als die einfache, denn für die Annahme  $\frac{d}{\delta} = 2$  haben wir gefunden  $\frac{d_1}{\delta} = 2 \cdot 26$  und diese stärkeren Niete verursachen etwas mehr Arbeit. Für wichtige Verbindungen verdient daher die doppelte Vernietung den Vorzug.

**Die Bandvernietung.** Fig. 7 und 8, Tafel VII. Bandvernietung wollen wir eine Vernietung nennen, bei welcher die Bleche stumpf an einander gestossen und mit einem längs der Stossfuge hinlaufenden Blechband vernietet werden. Bei dieser Vernietung bildet demnach die eine Seite der Verbindung eine continuirlich fortlaufende Ebene, was in vielen Fällen wünschenswerth oder nothwendig ist. Werden die beiden Bleche durch die auf sie einwirkenden Kräfte auseinander gezerzt, Fig. 7, so ist klar, dass jede der beiden Nietreihen nach der Regel construirt werden muss, welche wir für die einfache Vernietung aufgestellt haben, dass also im Ganzen diese Bandvernietung zwei mal so viel Niete erfordert, als eine einfache Vernietung, daher nicht angewendet werden soll, ausgenommen dann, wenn die eine Seite der Verbindung eine fortlaufende Ebene darbieten soll.

Wenn dagegen die beiden Bleche durch die auf sie einwirkenden Kräfte nicht auseinander gezerzt, sondern wie in Fig. 8, Tafel VII., angedeutet ist, gegen einander gepresst werden, kann diese Bandvernietung allerdings sehr zweckmässig werden, weil in diesem Falle die Niete durch die auf die Bleche einwirkenden Kräfte gar nicht affizirt werden; man kann daher in diesem Fall mit wenigen und schwachen Bolzen vollkommen ausreichen, und es genügt jedenfalls, wenn man die Bolzendistanz doppelt so gross nimmt, als bei

einer einfachen Vernietung. Ich stelle daher für eine solche Bandvernietung, bei welcher die Bleche gegen einander gedrückt werden, die Regel auf:

Durchmesser eines Bolzens . . . . . =  $1.5 \delta$

Entfernung zweier Bolzen in einer Bolzenreihe . . =  $10 \delta$

Diese Bandvernietung wird unter anderen in den Wandconstruktionen der Dampfschiffe angewendet, was auch ganz angemessen ist, weil da die Bleche gegen einander gedrückt werden.

**Die Kettenvernietung.** Fig. 9, Tafel VII. Kettenvernietung wollen wir eine Vernietung nennen, bei welcher die beiden Bleche stumpf aneinander gestossen und gegen zwei längs der Stossfuge herlaufende Blechbänder genietet werden. Jeder Bolzen widersteht hier mit zweien seiner Querschnitte gegen das Abscheeren, daher erhält man zur Bestimmung der Dimensionen dieser Vernietung dieselben Gleichungen, welche für die doppelte Vernietung aufgestellt wurden. Diese Kettenvernietung ist also eben so fest und braucht eben so viel (jedoch längere) Nieten, als die doppelte Vernietung, ist daher dieser letzteren (wegen der Bolzenlänge und vieler Durchlochungen) nicht vorzuziehen.

Für den Fall, dass die Kräfte die Bleche nicht auseinander zerren, sondern gegen einander drücken, ist der einfachen Bandvernietung der Vorzug zu geben.

**Leichte Vernietungen.** Leichte Vernietungen wollen wir solche nennen, bei welchen die Nieten nicht gegen eine Verschiebung zu schützen, sondern nur die zu verbindenden Theile zusammen zu halten haben. Oder mit anderen Worten solche Verbindungen, bei welchen die Nieten gar nicht oder nur sehr wenig dem Abscheeren ausgesetzt sind. Derlei Vernietungen kommen sehr viele vor. So z. B. bei den Blechträgern, von welchen später die Rede sein wird, die Verbindung der Winkeleisen mit dem Bleche. Bei diesen leichten Vernietungen können ziemlich dünne und weitgestellte Nieten angewendet werden. Durch eine Vergleichung von ausgeführten Vernietungen dieser Art habe ich gefunden, dass man für dieselben die Regel aufstellen darf:

Durchmesser eines Nietbolzens . . . . .  $d = 1.5 \delta$

Entfernung zweier unmittelbar auf einander folgenden Nieten  $e = 10 \delta$