

Zu b. Für die Dichtheit der Naht ist die Möglichkeit, die Blechkante zu verstemmen, entscheidend; ist die Nietteilung zu groß, so federt das Blech. Als Grenze darf $e_{\max} = 8 t_1$ gelten, wenn t_1 die Stärke des zu verstemmenden Bleches oder der Lasche bedeutet. Den Abstand der ersten Nietreihe von der Blechkante wählt man meist zu $1,5 \dots 1,6 d$, an dünnen Laschen geht man auf $1,35 d$ herunter.

Punkt c) verlangt möglichst große Teilung, namentlich in den äußeren Nietreihen und führt zu den verjüngten Nietungen, Abb. 470.

Wird dabei die Entfernung der Niete größer als nach Bedingung b) zulässig ist, so müssen die Bleche oder Laschen ausgeschweift werden. Eine teure und umständliche

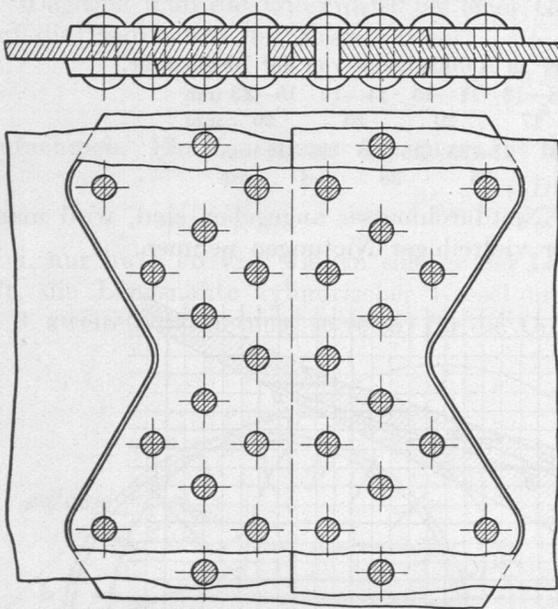


Abb. 470. Verjüngte Nietung mit ausgeschweiften Laschen.

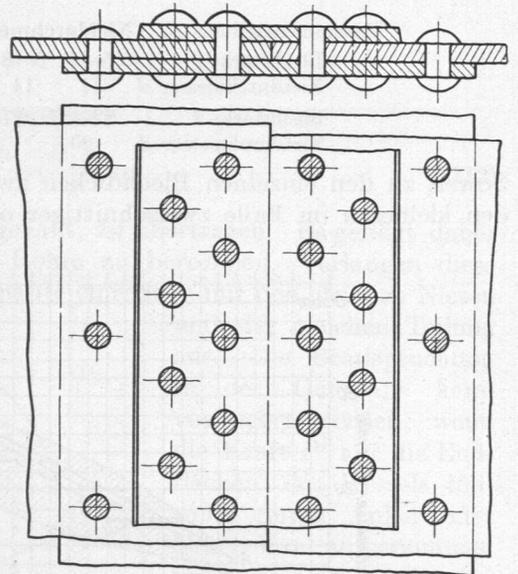


Abb. 471. Verjüngte Nietung mit ungleichbreiten Laschen.

Arbeit, die man nach Abb. 471 vermeiden kann, wenn man eine der Laschen schmaler hält, wobei allerdings die äußersten Niete einschnittig werden. Nur die schmalere Lasche, die die inneren, engeren Nietreihen umfaßt, kann verstemmt werden.

Kesselbleche. Über Anforderungen in bezug auf Festigkeit und Proben, vgl. S. 84, über den Wert großer Zähigkeit bei Kesselbaustoffen S. 5.

Bei der Ermittlung der Blechstärken sind für Schweißstahl und die drei Flußstahl-sorten I, II, III die folgenden einheitlichen Berechnungsfestigkeiten zu benutzen, deren Berechtigung aus dem Umstande hergeleitet wird, daß alle Bleche einer Gruppe, z. B. mit 3400 bis 4100 kg/cm² Festigkeit annähernd das gleiche Arbeitsvermögen haben.

$K_z = 3300 \text{ kg/cm}^2$ bei Schweißstahl,

$K_z = 3600 \text{ kg/cm}^2$ bei Flußstahl I von 3400 bis 4100 kg/cm² Zugfestigkeit.

$K_z = 4000 \text{ kg/cm}^2$ bei Flußstahl II von 4000 bis 4700 kg/cm² Zugfestigkeit.

$K_z = 4400 \text{ kg/cm}^2$ bei Flußstahl III von 4400 bis 5100 kg/cm² Zugfestigkeit.

3. Einschnittige Nietverbindungen.

Sie können als Überlappungs- oder als einseitige Laschennietungen, Abb. 472 und 473, ausgeführt werden. Bei der ersten Art sind die Bleche unmittelbar übereinander gelegt und müssen dementsprechend vorgebogen sein. Die zweite Verbindung ist durch die Bearbeitung einer besonderen Lasche und durch die doppelt so große Zahl der Niete teurer und wegen des Wegfalls des auf Klemmung wirkenden Kräftepaars ungünstiger.

Sie wird deshalb selten angewendet. Bei beiden Arten treten Biegemomente im Blech oder in der Lasche auf, welche die Wahl einer geringeren Beanspruchung auf Zug oder eine Zugabe zur Wandstärke, namentlich bei dünneren Blechen verlangen. Bezüglich der Berechnung beider Nietungen besteht kein Unterschied.

a) **Einschnittige, einreihige Vernietung**, Abb. 449. Wird die Teilung e zwischen den einzelnen Nieten nach Bach zu

$$e = 2d + 0,8 \text{ cm} \quad (113)$$

angenommen, so läßt sich die Schwächung des Bleches für die verschiedenen Nietdurchmesser im voraus berechnen. Auf einen Blechstreifen von der Breite e kommt ein Nietloch, daher ist das Verhältnis φ des Blechquerschnittes in der Nietnaht zum ungeschwächten Bleche, die Schwächungszahl,

$$\varphi = \frac{e-d}{e} = \frac{d+0,8}{2d+0,8}. \quad (113a)$$

Für	$d = 1,1$	1,4	1,7	2,0	2,3 cm
wird	$\varphi = 0,63$	0,61	0,59	0,58	0,57,

so daß z. B. bei Verwendung von 11 mm starken Nieten nur noch 63% des Blechquerschnittes zur Übertragung der Kraft zur Verfügung stehen.

Der in der Nietnaht vorhandene Querschnitt muß nach Formel (110) die Kraft

$$P_e = \frac{D \cdot e \cdot \varphi}{2}$$

durch seine Festigkeit aufnehmen, falls man sicherheitshalber den Gleitwiderstand vor dem Niet vernachlässigt. Unter Einführung des Wertes φ ist dieser Querschnitt $t \cdot e \cdot \varphi$, und damit muß $P_e = t \cdot e \cdot \varphi \cdot k_z$ sein, wenn k_z die zulässige Beanspruchung des Bleches auf Zug bedeutet. Durch Gleichsetzen der beiden Werte für P_e findet man die Blechstärke

$$t = \frac{D \cdot \varphi}{2 \varphi \cdot k_z}. \quad (114)$$

Diese Grundformel läßt sich auch an einem aus dem Kessel herausgeschnittenen Streifen von einem Zentimeter Breite leicht ableiten. Die zu übertragende Kraft ist

$$\frac{D \cdot 1 \cdot \varphi}{2}$$

und die Widerstandsfähigkeit des im Verhältnis φ geschwächten Querschnittes $1 \cdot t \cdot \varphi \cdot k_z$; daraus folgt, wie oben:

$$t = \frac{D \cdot \varphi}{2 \varphi \cdot k_z}.$$

Nach den polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Kesseln [VI,3,4] soll zur errechneten Blechstärke ein Zuschlag von 0,1 cm gegeben werden, so daß die Formel für die Berechnung der Wandstärke von Dampfkesseln lautet:

$$t = \frac{D \cdot \varphi}{2 \varphi \cdot k_z} + 0,1 \text{ cm}. \quad (115)$$

Für φ wird man bei der ersten Berechnung, um sicher zu gehen, einen der kleineren Werte, z. B. 0,58, wählen, wenn der Nietdurchmesser nicht geschätzt und damit φ genauer festgelegt werden kann.

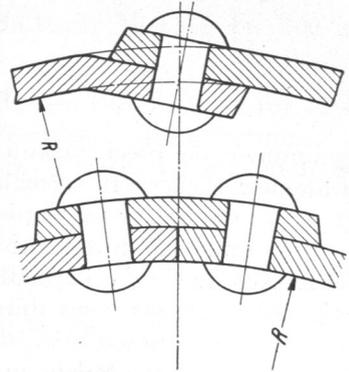


Abb. 472 und 473. Einschnittige Überlappungs- und einseitige Laschennietung.

Die Zugbeanspruchung k_z darf nach den polizeilichen Bestimmungen, wenn K_z die Zugfestigkeit der Bleche bedeutet, und die Löcher gebohrt sind,

$$\text{bei Handnietung zu } \frac{K_z}{4,75},$$

$$\text{bei Maschinennietung zu } \frac{K_z}{4,5}$$

genommen, die Blechstärke also, ohne Berücksichtigung des Zuschlages, mit $\zeta = 4,75$ - und $4,5$ facher Sicherheit errechnet werden. Sind die Nietlöcher an schwächeren Blechen ($t \leq 27$ mm) gelocht worden, so ist der Sicherheitsgrad um $0,25$ zu erhöhen. Bei gelochten und mindestens um $\frac{1}{4}$ des Nietlochdurchmessers aufgebohrten Löchern kann dieser Zuschlag auf $0,1$ ermäßigt werden. Auch zu befürchtendes starkes Abrosten oder sonstige Abnutzungen sind durch entsprechende Zuschläge auszugleichen. Ausschnitte für Mannlöcher, Stutzen usw., durch welche die Wandung geschwächt wird, können stärkere Bleche verlangen. Solche unter 7 mm Dicke sollen für gewöhnliche Kessel nicht Verwendung finden; sie sind nur an kleinen Kesseln für Feuerspritzen, Kraftfahrzeuge u. dgl. zulässig.

Mit der Blechstärke t ist auch der Nietdurchmesser d nach der Zusammenstellung 75 S. 273 und die Teilung e nach der Formel (113) gegeben. Letztere wird abgerundet oder bei bestimmter Länge der Naht so gewählt, daß eine ganze Zahl von Teilungen entsteht. Schließlich ist die Verbindung auf Gleiten und, da φ zunächst geschätzt war, die Zugbeanspruchung in dem schwächsten Blechquerschnitt nochmals nachzurechnen und gegebenenfalls abzuändern, wobei die tatsächliche Beanspruchung unter Abzug des Zuschlags von $0,1$ cm zur Blechstärke aus

$$\sigma_z = \frac{P_e}{(t-0,1)(e-d)} = \frac{D \cdot e \cdot p}{2(t-0,1)(e-d)} \quad (116)$$

folgt, einer Formel, die sich auch durch Umformen von (115) unter Benutzung von (113a) ergibt. σ_z darf das in den Bestimmungen festgelegte k_z nicht überschreiten.

Der Gleitwiderstand der vorliegenden Verbindung beträgt, da auf die Breite e ein Niet kommt,

$$\frac{\pi d^2}{4} k_n \text{ kg.}$$

Durch Gleichsetzen mit der zu übertragenden Kraft

$$P_e = \frac{D \cdot e \cdot p}{2}$$

ergibt sich die spezifische Belastung auf Gleiten

$$k_n = \frac{D \cdot e \cdot p}{2 \frac{\pi}{4} d^2} \quad (117)$$

k_n darf nach den polizeilichen Bestimmungen [VI, 3, 4] unabhängig von der Zahl der Nietreihen bei einschnittigen Nieten höchstens 700 kg/cm^2 betragen, sofern keine höhere Zugfestigkeit des Werkstoffes der Niete als 3800 kg/cm^2 nachgewiesen wird. Trifft das aber zu, so kann die Beanspruchung entsprechend der Wurzel aus dem Quotienten der nachgewiesenen Festigkeit und der Zahl 3800 erhöht werden. Da z. B. nach den Vorschriften Nieteisen bis zu 4700 kg/cm^2 Zugfestigkeit zugelassen ist, so folgt die zulässige Höchstbeanspruchung der aus solchem Stahl gefertigten Niete:

$$700 \cdot \sqrt{\frac{4700}{3800}} = 777 \text{ kg/cm}^2.$$

Bach empfiehlt, bei einreihigen, einschnittigen Nietungen $k_n = 600$ bis 700 kg/cm^2 zu nehmen.

Um einen Vergleich der einzelnen Nietverbindungen untereinander zu ermöglichen, ist es zweckmäßig, die Kraft anzugeben, welche ein Zentimeter Nahtlänge nach Formel (111) übertragen kann. $P_{1\text{cm}} = \frac{D \cdot p}{2}$ darf bei einreihiger, einschnittiger Nietung bis 500 kg betragen.

Zahlenbeispiel. Längsnaht an einem Dampfrohr von 500 mm Durchmesser für 12 at Überdruck. Werkstoff: Flußstahlblech von 3800 kg/cm² Festigkeit. Handnietung.

Da für die Berechnung nach S. 274, $K_z = 3600$ kg/cm², gesetzt werden muß, ist

$$k_z = \frac{K_z}{\zeta_H} = \frac{3600}{4,75} = 758 \text{ kg/cm}^2.$$

Blechstärke gemäß (115):

$$t = \frac{D \cdot p}{2 \varphi \cdot k_z} + 0,1 = \frac{50 \cdot 12}{2 \cdot 0,58 \cdot 758} + 0,1 = 0,78 \text{ cm.}$$

Wegen Abrostens werde gewählt:

$$t = 9 \text{ mm.}$$

Nietdurchmesser: $d = 17$ mm, Teilung $e = 2d + 0,8 = 2 \cdot 1,7 + 0,8 = 4,2$ cm.

Kraft, die auf eine Teilung entfällt:

$$P_e = \frac{D \cdot e \cdot p}{2} = \frac{50 \cdot 4,2 \cdot 12}{2} = 1260 \text{ kg.}$$

Beanspruchung auf Gleiten:

$$k_n = \frac{P_e}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1260}{\frac{\pi}{4} \cdot 1,7^2} = 555 \text{ kg/cm}^2,$$

Beanspruchung in der Nietnaht (116):

$$\sigma_z = \frac{P_e}{(t - 0,1)(e - d)} = \frac{1260}{(0,9 - 0,1)(4,2 - 1,7)} = 630 \text{ kg/cm}^2.$$

b) Einschnittige, zweireihige Vernietung. Abb. 474: Parallelnietung, Abb. 475: Zickzacknietung.

Die Teilung kann bei letzterer etwas größer gewählt werden, weil durch die gegeneinander versetzten Niete die Dichtheit besser gewährleistet ist. Bach gibt an:

$$\text{für Parallelnietung} \quad e = 2,6d + 1,0 \text{ cm,} \quad (118)$$

$$\text{für Zickzacknietung} \quad e = 2,6d + 1,5 \text{ cm.} \quad (119)$$

Der Gang der Berechnung entspricht ganz dem voranstehenden. Die Schwächung des Bleches ist dargestellt durch:

$$\text{für Parallelnietung} \quad \varphi_p = \frac{e - d}{e} = \frac{1,6d + 1,0}{2,6d + 1,0},$$

$$\text{für Zickzacknietung} \quad \varphi_z = \frac{e - d}{e} = \frac{1,6d + 1,5}{2,6d + 1,5}.$$

Bei	$d = 1,7$	2,0	2,3	2,6	2,9 cm
wird	$\varphi_p = 0,69$	0,68	0,67	0,67	0,66
	$\varphi_z = 0,71$	0,70	0,69	0,69	0,68

Im Mittel kann man für die erste Berechnung

$$\varphi_p = 0,67, \quad \varphi_z = 0,69$$

annehmen. Damit ergibt sich die Blechstärke zu

$$t = \frac{D \cdot p}{2 \cdot \varphi \cdot k_z} + 0,1 \text{ cm,} \quad (115)$$

wobei wiederum im Falle gebohrter Löcher $k_z = \frac{K_z}{4,75}$ bei Handnietung und $= \frac{K_z}{4,5}$ bei

Maschinennietung gesetzt werden darf.

Aus t folgt an Hand der Zusammenstellung 75, S. 273 der Nietdurchmesser d , aus Formel (118 oder 119) die Teilung e . Für die Nachrechnung auf Gleiten kommen zwei Querschnitte in Betracht; daher wird:

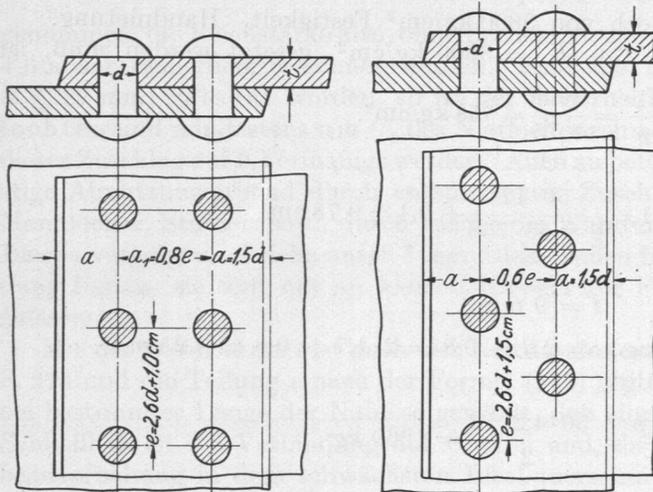


Abb. 474 und 475. Einschnittige, zweireihige Parallel- und Zickzacknietung.

$$k_n = \frac{P_e}{2 \cdot \frac{\pi}{4} d^2} = \frac{D \cdot e \cdot p}{4 \cdot \frac{\pi}{4} d^2} \quad (120)$$

k_n soll nach den polizeilichen Bestimmungen [VI, 3, 4] 700 kg/cm² nicht überschreiten. Bach empfiehlt wegen des geringeren Gleitwiderstandes, den zweireihige Nietungen auf Grund seiner Versuche ergaben, k_n zwischen 550 und 650 kg/cm² zu nehmen.

Für die Nachrechnung der Zugbeanspruchung des Bleches gilt Formel (116).

Einschnittige zweireihige Verbindungen gestatten im Vergleich mit einreihigen die Übertragung größerer Kräfte auf einen Zentimeter Nietnaht:

$$P_{1cm} = \frac{D \cdot p}{2} = \begin{array}{l} 390 \text{ bis } 950 \text{ kg bei Zickzacknietung,} \\ 390 \text{ bis } 1000 \text{ kg bei Parallelnietung.} \end{array}$$

Angaben über weitere einschnittige Verbindungen sind in der Zusammenstellung 76 enthalten.

4. Zweischnittige Verbindungen, doppelseitige Laschennietungen.

Die Herstellung zweier Laschen verteuert die Verbindungen, die deshalb nur für größere Drücke und Durchmesser bei Blechstärken von mehr als 12 mm verwendet werden. Ein wichtiger Vorteil ist, daß das Biegemoment im Bleche an der Nietstelle wegfällt, so daß die Mantelbleche, wenn sie genau zylindrisch sind, nur auf Zug beansprucht werden, und daß deshalb geringere Sicherheitsgrade \mathcal{S} gegen Bruch eingesetzt werden können. Nach den polizeilichen Bestimmungen [VI, 3, 4] gilt für \mathcal{S} in der Formel

$$k_z = \frac{K_z}{\mathcal{S}}, \quad (2)$$

gebohrte Löcher vorausgesetzt,

$\mathcal{S} = 4,35$ bei zweireihigen, doppeltgelaschten, handgenieteten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist, Abb. 471,

$\mathcal{S} = 4,25$ bei doppeltgelaschten, handgenieteten Nähten,

$\mathcal{S} = 4,1$ bei zweireihigen, doppeltgelaschten, maschinengenieteten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist, Zusammenstellung 76, lfde Nr. 7,

$\mathcal{S} = 4,0$ bei doppeltgelaschten, maschinengenieteten Nähten.

Die Werte $\mathcal{S} = 4,25$ und $4,0$ können auch dann in die Rechnung eingeführt werden, wenn bei drei- und mehrreihigen Doppellaschennietungen die eine Lasche eine Nietreihe weniger besitzt als die andere.

Wegen der im Falle gestanzter Löcher vorgeschriebenen Erhöhung des Sicherheitsgrades vgl. S. 276.