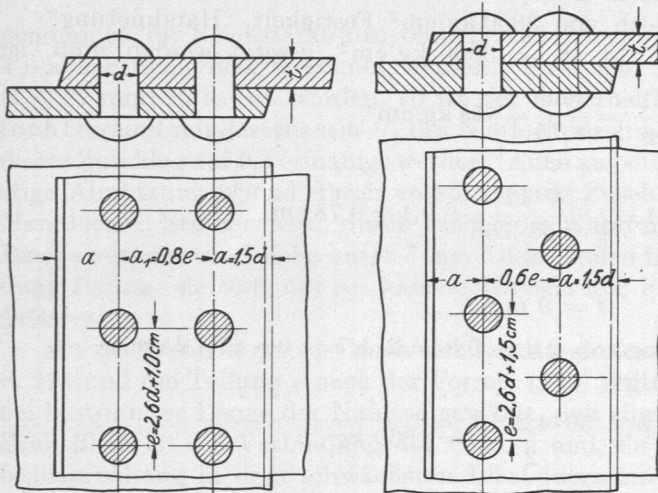


wobei wiederum im Falle gebohrter Löcher  $k_z = \frac{K_z}{4,75}$  bei Handnietung und  $= \frac{K_z}{4,5}$  bei Maschinennietung gesetzt werden darf.

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:



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

$k_n$  soll nach den polizeilichen Bestimmungen [VI, 3, 4] 700 kg/cm<sup>2</sup> nicht überschreiten. Bach empfiehlt wegen des geringeren Gleitwiderstandes, den zweireihige Nietungen auf Grund seiner Versuche ergaben,  $k_n$  zwischen 550 und 650 kg/cm<sup>2</sup> zu nehmen.

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

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

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.

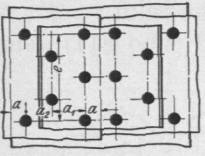

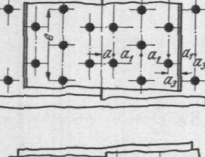

Zusammenstellung 76. Feste und dichte Nietverbindungen nach Bach u. a.

Lfd. Nr.	Reihen- zahl	$P_{1\text{cm}} = \frac{D \cdot p}{2} \text{ kg}$	$\mathcal{S}_H^{(1)}$	$\mathcal{S}_M^{(1)}$	$\varphi$	$d$ cm	$e$ cm	$k_n$ kg/cm <sup>2</sup>	$a$ cm	$a_1$ cm	$a_2$ cm	$a_3$ cm	Lasche $t_1$ cm
Einschnittige Überlappungsnietzungen													
1	1	bis 500	4,75	4,5	0,58	$\sqrt{5s}-0,4$	$2d + 0,8$	700 (600 bis 700) <sup>2)</sup>	$1,5d$	—	—	—	—
2	2	390—950	4,75	4,5	0,69	$\sqrt{5s}-0,4$	$2,6d + 1,5$	700 (550 bis 650) <sup>2)</sup>	$1,5d$	$0,6e$	—	—	—
3	2	390—1000	4,75	4,5	0,67	$\sqrt{5s}-0,4$	$2,6d + 1$	700 (550 bis 650) <sup>2)</sup>	$1,5d$	$0,8e$	—	—	—
4	3	700—1350	4,75	4,5	0,74	$\sqrt{5s}-0,4$	$3d + 2,2$	700 (500 bis 600) <sup>2)</sup>	$1,5d$	$0,5e$	—	—	—
Zweischrittige Laschen- nietzungen													
5	1	350—850	4,25	4,0	0,68	$\sqrt{5s}-0,5$	$2,6d + 1$	1400 (1000 bis 1200) <sup>2)</sup>	$1,5d$	—	—	$1,35d$	$0,6-0,7t$
6	1½	850—1600	4,25	4,0	0,82	$\sqrt{5s}-0,6$	$5d + 1,5$	1400 (950 bis 1150) <sup>2)</sup>	$1,5d$	$0,4e$	—	$1,5d$	$0,8t$
7	1½	850—1600	4,35	4,1	0,82	$\sqrt{5s}-0,6$	$5d + 1,5$	1400 bzw. 700 (950 bis 1150 bzw. 700) <sup>2)</sup>	$1,5d$	$0,4e$	—	$1,5d$	$0,8t$
8	2	650—1350	4,25	4,0	0,76	$\sqrt{5s}-0,6$	$3,5d + 1,5$	1400 (950 bis 1150) <sup>2)</sup>	$1,5d$	$0,5e$	—	$1,35d$	$0,6-0,7t$

<sup>1)</sup>  $\mathcal{S}_H$  ist die Sicherheit im Falle von Handnietung,  $\mathcal{S}_M$  im Falle von Maschinennietung, beide Male unter Voraussetzung gebohrter Nietlöcher.

<sup>2)</sup> Die eingeklammerten Werte nach Bach.

Zusammenstellung 76 (Fortsetzung).

Lfd. Nr.	Reihen- zahl	$P_{1\text{cm}} = \frac{D \cdot p}{2} \text{ kg}$	$\left(\frac{1}{S}\right)_H$	$\left(\frac{1}{S}\right)_M$	$\varphi$	$d$ cm	$e$ cm	$k_n$ kg/cm <sup>2</sup>	$a$ cm	$a_1$ cm	$a_2$ cm	$a_3$ cm	Lasche $t_1$ cm	
9		2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1300—2300	4,25	4,0	0,85	$\sqrt{5}s - 0,7$	$6d + 2$	1400 bzw. 700 (900 bis 1100 bzw. 700) <sup>2</sup> )	1,5 $d$	0,38 $e$	0,3 $e$	1,5 $d$	0,8 $t$
10		3	1100—2400	4,25	4,0	0,81	$\sqrt{5}s - 0,7$	$3d + 1$	1400 (900 bis 1100) <sup>2</sup> )	1,5 $d$	0,6 $e$	—	1,5 $d$	0,8 $t$
11		3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1900—3100	4,25	4,0	0,87	$\sqrt{5}s - 0,8$	$6d + 2$	1400 bzw. 700 (850 bis 1050 bzw. 700) <sup>2</sup> )	1,5 $d$	0,38 $e$	—	1,5 $d$	0,8 $t$
12		4	1800—3200	4,25	4,0	0,83	$\sqrt{5}s - 0,8$	$3d + 1$	1400 (850 bis 1050) <sup>2</sup> )	1,5 $d$	0,6 $e$	—	1,5 $d$	0,8 $t$

a) Zweischnittige, einreihige Vernietung, einreihige Laschennietung.

Zusammenstellung 76, lfde Nr. 5.

Theoretisch würde als Laschenstärke  $t_1 = t/2$  genügen; wegen des Verstemmens, des größeren Einflusses des Abrostens und wegen etwaiger ungleichmäßiger Übertragung der Kräfte pflegt sie etwas größer:

$$t_1 = 0,6 \dots 0,7 \dots 0,8 t \quad (121)$$

gewählt zu werden.

Bei der Herstellung der Laschen soll beachtet werden, daß nicht allein die Art und Beschaffenheit des Werkstoffs, sondern daß auch die Walzrichtung der Lasche die gleiche ist wie im Hauptbleche, letzteres, weil die Elastizität in der Walzrichtung und quer dazu verschieden ist. Als Teilung kann nach Bach

$$e = 2,6 d + 1 \text{ cm}, \quad (122)$$

als Abstand der Nietreihe von der Laschenkante wegen der geringeren Stärke der zu verstemmenden Lasche  $1,35 d$  genommen werden. Für einreihige Laschennietungen kommen Nietdurchmesser von 1,7 bis 2,6 cm in Betracht; damit berechnet sich die Schwächungszahl

$$\varphi = \frac{e - d}{e} = \frac{1,6 d + 1}{2,6 d + 1},$$

für $d = 1,7$	2,0	2,3	2,6 cm,
zu $\varphi = 0,69$	0,68	0,67	0,67

In der Formel für die Blechstärke

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

darf  $\varphi = 0,68$  als Mittelwert eingesetzt werden, da die größeren Nietdurchmesser selten verwendet werden.

<sup>1</sup>)  $S_H$  ist die Sicherheit im Falle von Handnietung,  $S_M$  im Falle von Maschinennietung, beide Male unter Voraussetzung gebohrter Nietlöcher.

<sup>2</sup>) Die eingeklammerten Werte nach Bach.



Für die Nachrechnung auf Gleiten betrachten wir wiederum einen Streifen von der Breite der Teilung  $e$ , auf welchen ein Niet kommt; daher ist  $k_n$  nach der Gleichung

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

nachzurechnen.  $k_n$  darf nach den polizeilichen Bestimmungen [VI, 3, 4] das doppelte wie bei einschnittigen Nieten, also bis zu 1400 kg/cm<sup>2</sup> betragen. Nach den oben erwähnten Versuchen [VI, 9 bis 11] zeigen freilich mehrschnittige Niete verhältnismäßig geringeren Gleitwiderstand als einschnittige. Bach empfiehlt daher bei zweischnittigen einreihigen Nietungen  $k_n$  nur zwischen 1000 und 1200 kg/cm<sup>2</sup> zu nehmen.

Die Berechnung der wirklichen Beanspruchung des Bleches in der Naht unter Berücksichtigung des Zuschlages von 0,1 cm erfolgt nach Formel (116). Auf einen Zentimeter Nahtlänge lassen sich 350 bis 850 kg übertragen.

#### b) Zweischnittige, mehrreihige Verbindungen.

Angaben über mehrreihige zweischnittige Verbindungen enthält die Zusammenst. 76.

Bei mehrreihigen Nietungen werden häufig die verjüngten in sehr mannigfaltigen Anordnungen angewendet. Sie haben den Vorteil geringerer Schwächung des Bleches, verlangen aber, daß die zu verstemmende Lasche ausgeschweifert oder schmaler gehalten wird, Abb. 470 und 471. Im zweiten Falle umfaßt sie nur die inneren Nietreihen, um die Entfernung der Niete  $8t_1$  nicht überschreiten zu lassen. Bei derartigen Verbindungen dürfen für den Gleitwiderstand in den inneren Reihen 1400, nach Bach 950 bis 1150, in den äußeren mit einschnittigen Nieten versehenen Reihen 700 kg/cm<sup>2</sup> angenommen werden. Vgl. Berechnungsbeispiel Nr. 1, S. 298.

Daß die 1½-reihige, zweischnittige Nietung nach der Übersicht größere Kräfte zu übertragen vermag, ist in der geringeren Schwächung des Bleches begründet.

Zur Berechnung einer Nietverbindung, für die eine bestimmte Anordnung von vornherein nicht vorgeschrieben ist, kann vorteilhafterweise die Zusammenstellung 76 benutzt werden. Die Gebiete der einzelnen Nietungsarten, gekennzeichnet durch die Kraft  $P_{1\text{cm}}$ , die sie auf einen Zentimeter Nahtlänge zu übertragen vermögen, übergreifen einander, so daß z. B. eine Verbindung für  $P_{1\text{cm}} = 480$  kg auf vier verschiedene Arten, nämlich als ein- oder zweireihige Zickzack- oder Parallelnietung oder als einreihige, zweischnittige Nietung ausgeführt werden kann. Zu diesen verschiedenen Möglichkeiten ist allgemein das Folgende zu bemerken. Die Bleche fallen um so dünner und die Beschaffungskosten um so niedriger aus, je mehr Nietreihen angeordnet werden, weil das Blech in geringerem Maße geschwächt wird. Dagegen steigt die Zahl der Niete; die Ausführung der Verbindungen wird teurer. Bei den zweischnittigen Nietungen werden die Blechstärken geringer, da die zulässige Beanspruchung höher sein darf; dafür steigen die Arbeitskosten durch die Herstellung der Laschen und durch die größere Zahl von Löchern und Nieten. Die Entscheidung, welche Verbindung auszuführen ist, muß nach den Gesamtkosten, in manchen Fällen aber auch nach dem Gewicht, so z. B. im Falle schwieriger Beförderungsverhältnisse oder in Rücksicht auf den Zoll getroffen werden. Ein Beispiel geben die folgenden Zahlen für die vier Arten, nach denen die Belastung  $P_{1\text{cm}} = 480$  kg aufgenommen

	$k_z$ kg/cm <sup>2</sup>	$t$ mm	$d$ mm	$e$ mm	Anzahl der Niete auf 1 m
Einschnittige, einreihige Nietung . . . . .	$\frac{K_z}{4,75} = 758$	11,9	20	48	20,8
„ zweireihige Zickzacknietung . . . . .	$\frac{K_z}{4,75} = 758$	10,2	17	59	34
„ „ Parallelnietung . . . . .	$\frac{K_z}{4,75} = 758$	10,5	17	54	37
Zweischnittige, einreihige Nietung . . . . .	$\frac{K_z}{4,25} = 847$	9,4	17	54	37

werden kann. Die Festigkeit des Bleches ist mit  $K_z = 3600 \text{ kg/cm}^2$  angenommen, ferner Handnietung vorausgesetzt und die berechnete Blechstärke auf Zehntelmillimeter genau angegeben, um die Unterschiede deutlicher zu machen.

### 5. Auf Zug beanspruchte Niete.

Auf Zug beanspruchte Niete, wie sie an Dömen, Stützen usw. vorkommen, sollen nur gering, mit höchstens 150 bis 200  $\text{kg/cm}^2$ , belastet werden. Das ist, wie schon oben erörtert, darin begründet, daß sich die Beanspruchung des Schaftes aus den Spannungen, die beim Einziehen und Verstemmen entstehen und aus der Zugbeanspruchung durch die Belastung zusammensetzt. Da die Niete schon durch die ersteren bis nahe an die Fließgrenze in Anspruch genommen sind, können große zusätzliche Beanspruchungen leicht bleibende Verlängerungen der Nietschäfte und Undichtwerden der Naht hervorrufen.

### 6. Die Teile einfacher Kessel.

Im Anschluß an die Berechnung der Vernietungen seien die wichtigeren Teile, aus denen sich Kessel einfacher Gestalt zusammensetzen, kurz besprochen. Wegen der Einzelheiten über Flamm- und Siederöhre, Rohrplatten, Platten ungewöhnlicher Form usw. muß auf das einschlägige Schrifttum verwiesen werden [VI, 18].

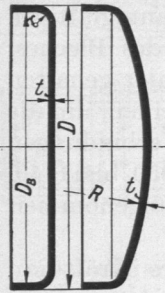


Abb. 476 u. 477. Ebener und gewölbter voller Kesselboden.

#### a) Kesselböden und ihre Berechnung.

Die Endflächen der Kessel werden je nach den Umständen durch ebene Bleche, gekrempte flache oder gewölbte Böden gebildet, deren Hauptformen die Abb. 476 bis 481 zeigen und deren normale Abmessungen Zusammenstellung 77 angibt. Ebene Böden sind ungünstiger beansprucht als die nach einer Kugelfläche gewölbten, bieten aber den Vorteil, daß sie sich besser bohren lassen und daß die Wasser- oder Feuerrohre die gleiche Länge bekommen und leichter eingezogen werden können.

Zusammenstellung 77. Normalböden (Schulz-Knautd, Essen).

1. Volle Böden, für einreihige Rundnaht (Abb. 476 und 477).  
(Werden auf Bestellung auch mit eingepreßten Mannlöchern versehen.)

D	h <sup>1)</sup>	H <sub>fl.</sub> <sup>1)</sup>	H <sub>gew.</sub> <sup>1)</sup>	R	t <sup>2)</sup>	D	h <sup>1)</sup>	H <sub>fl.</sub> <sup>1)</sup>	H <sub>gew.</sub> <sup>1)</sup>	R	t <sup>2)</sup>
300	65	90	110	400	6—16	1450	80	125	240	1700	8—26
350	65	90	115	500	6—16	1500	80	125	270	1800	9—26
400	65	90	120	550	6—16	1550	80	125	270	1800	9—26
450	65	95	125	600	6—16	1600	80	125	270	2000	10—26
500	65	95	135	650	6—16	1650	80	125	275	2000	10—26
550	65	105	135	700	6—16	1700	80	125	275	2200	10—26
600	65	105	160	750	6—16	1750	80	130	275	2200	11—26
650	65	105	175	800	6—26	1800	80	130	275	2400	11—26
700	65	105	175	850	6—26	1850	85	130	275	2400	12—26
750	65	105	175	900	6—26	1900	85	130	290	2600	12—26
800	70	110	185	950	6—26	1950	85	130	300	2600	13—26
850	70	110	185	1000	6—26	2000	90	130	300	2800	13—26
900	70	110	200	1100	6—26	2100	90	130	300	3300	13—26
950	70	110	200	1200	6—26	2200	90	130	300	3300	14—26
1000	70	110	200	1300	6—26	2300	90	130	315	3300	15—26
1050	70	110	205	1400	6—26	2400	90	130	330	3300	15—26
1100	70	115	215	1400	6—26	2500	90	130	350	3300	15—26
1150	70	115	215	1450	6—26	2600	90	130	370	3300	15—26
1200	75	115	230	1500	6—26	2700	90	130	380	3500	15—26
1250	75	115	230	1600	7—26	2800	90	130	400	3500	15—26
1300	75	115	230	1600	7—26	2900	90	130	420	3500	15—26
1350	75	120	235	1700	8—26	3000	90	130	445	3500	15—26
1400	75	120	235	1700	8—26						

<sup>1)</sup> h ist die Höhe des zylindrischen Teils der Krempe, H<sub>fl.</sub> die lichte Höhe des flachen, H<sub>gew.</sub> die lichte Scheitelhöhe des gewölbten Bodens. Für Blechstärken unter 9 mm sind h, H<sub>fl.</sub>, H<sub>gew.</sub> um 25 mm kleiner.

<sup>2)</sup> Die angegebenen Werte sind normale Blechstärken, für die der Grundpreis für Böden gilt.