

## D. Kupfer.

Für kupferne Dampfleitungen ist eine Materialbeanspruchung von höchstens  $\frac{1}{10}$  der Zugfestigkeit zulässig. Die letztere kann bei Temperaturen bis  $120^\circ\text{C}$ , wenn größere Festigkeit nicht nachgewiesen wird, zu  $22\text{ kg/qmm}$  angenommen werden. Bei höherer Temperatur ist die Zugfestigkeit für je  $20^\circ\text{C}$  um  $1\text{ kg/qmm}$  niedriger zu wählen.

Gegenüber überhitztem Wasserdampf von  $250^\circ\text{C}$  und mehr ist die Verwendung von Kupfer zu vermeiden.

## 3. Zylindrische Kesselmäntel.

### A. Bezeichnungen.

- $K_z$  = Zugfestigkeit in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $K_s$  = Schubfestigkeit in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $\sigma_z$  = Zugspannung bei beliebiger Belastung in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $\sigma_s$  = Schubspannung bei beliebiger Belastung in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $\sigma_b$  = Biegungsspannung bei beliebiger Belastung in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $\sigma_n$  = Belastung von  $1\text{ qcm}$  Nietquerschnitt, als Gleitwiderstand oder als Schubspannung angesehen.  
 $k_z$  = zulässige Zugbeanspruchung in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $k_s$  = „ Schubbeanspruchung in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $k_b$  = „ Biegungsbeanspruchung in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $k_n$  = zulässiger Gleitwiderstand auf  $1\text{ qcm}$  Nietquerschnitt.  
 $\ominus = \frac{K_z}{k_z}$  = Sicherheitsfaktor.  
 $\varphi$  = Festigkeitsverhältnis  
 $= \frac{\sigma_z \text{ im vollen Blech}}{\sigma_z \text{ in der Niet- oder Schweißnaht}}$   
 $D$  = lichter Durchmesser in  $\text{cm}$ .  
 $p$  = höchster Betriebsüberdruck in  $\text{kg/qcm}$ .  
 $s$  = Blechstärke in  $\text{cm}$  bzw.  $\text{mm}$ .  
 $d$  = Nietlochdurchmesser in  $\text{cm}$  bzw.  $\text{mm}$ .  
 $q$  = Nietquerschnitt in  $\text{qcm}$ .  
 $n$  = Zahl der tragenden Nietquerschnitte.

### B. Beanspruchungen zylindrischer Kesselwandungen mit innerem Überdruck.

Der innere Druck beansprucht nur die Zugfestigkeit eines Rohres, und zwar:

a) In einem Querschnitt  $I-I$  senkrecht zur Rohrachse (Fig. 367).

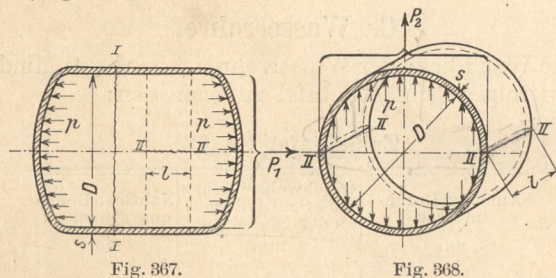


Fig. 367.

Auf diesen Querschnitt wirkt eine vom Dampfdruck  $p$  herrührende Zugkraft von der Größe

$$P_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p.$$

Die in der Querschnittsfläche des Bleches von der annähernden Größe  $\pi D s$  auftretende Widerstandskraft ist

$$W_1 = \pi D s \sigma_z.$$

Aus der Gleichgewichtsbedingung  $W_1 = P_1$  ergibt sich die Spannung im Bleche zu

$$\sigma_z = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p \cdot \frac{1}{\pi D s} = \frac{D p}{4 \cdot s}.$$

b) In einem Querschnitt  $II-II$  parallel zur Rohrachse (Fig. 368).

Um den Einfluß der Böden auszuschalten, denkt man sich ein Stück von der Länge  $l$  aus dem Rohr herausgeschnitten. Auf die beiden so erhaltenen Blechquerschnitte wirkt die Zugkraft

$$P_2 = D \cdot l \cdot p;$$

die im Blech auftretende Widerstandskraft ist

$$W_2 = 2 l s \sigma_z,$$

woraus sich

$$\sigma_z = \frac{D l p}{2 l s} = \frac{D p}{2 s} \text{ berechnet.}$$

Man erkennt, daß die Spannung im Querschnitt  $I-I$  nur halb so groß ist wie im Querschnitt  $II-II$ . Für die Bemessung der Blechstärke ist also nur die letztere maßgebend, welche man aus der letzten Gleichung mit

$$s = \frac{p D}{2 \sigma_z}$$

erhält.

Anstatt mit einer gewählten zulässigen Beanspruchung  $k_z$  zu rechnen, wie sonst bei Festigkeitsrechnungen üblich ist, legt man bei der Berechnung der Blechstärken die Zugfestigkeit  $K_z$  und den Sicherheitsgrad  $\ominus$  zugrunde. Ferner ist zu beachten, daß die größte Spannung nicht im vollen Blech, sondern in der durch die Nietlöcher geschwächten Nietnaht auftritt, was man durch den Faktor  $\varphi$  berücksichtigt. Schließlich gibt man einen gesetzlich vorgeschriebenen Zuschlag von  $0,1\text{ cm}$ , um dem Angriff durch Anfrassungen und Rost Rechnung zu tragen. Danach ist die Blechstärke

$$s = \frac{D p \ominus}{2 \varphi K_z} + 0,1 \text{ cm.} \quad (76)$$

Für nahtlos gewalzte Kesselschüsse ist  $\varphi = 1$ , für überlappt geschweißte Nähte kann  $\varphi = 0,7$  gesetzt werden, jedoch kann den gesetzlichen Bestimmungen entsprechend in besonderen Fällen verlangt werden, daß die Schweißung durch aufgenietete Laschen gesichert wird. Für die Nietnähte werden die Werte von  $\varphi$  im nächsten Abschnitt ermittelt. Ferner sind zu wählen:

- $K_z = 3300\text{ kg/qcm}$  bei Schweißeisen,  
 $K_z = 3600, 4000, 4400\text{ kg/qcm}$  bei Flußeisen (s. S. 263).

Bei Schiffsdampfkesseln:  $K_z = 3600$  bei Flußeisen von  $3400$  bis  $4100\text{ kg/qcm}$  Zugfestigkeit und, sofern Flußeisen von höherer Festigkeit als  $4100\text{ kg/qcm}$  benutzt werden soll, die vom Erbauer anzugebende und in die Kesselzeichnung oder Beschreibung einzutragende Mindestfestigkeit.

Der Sicherheitsfaktor  $\ominus$  ist wie folgt in Rechnung zu setzen:

- $\ominus = 4,75$  bei überlappten oder einseitig gelaschten, handgenieteten Nähten,  
 $\ominus = 4,5$  bei überlappten oder einseitig gelaschten, maschinengenieteten Nähten und bei geschweißten Nähten,  
 $\ominus = 4,35$  bei zweireihigen, doppelt gelaschten, handgenieteten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist,



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

$\mathcal{S} = 4,1$  bei zweireihigen, doppelt gelaschten, maschinengenieteten Nähten, deren eine Lasche nur einreihig genietet ist,

$\mathcal{S} = 4$  bei doppelt gelaschten maschinengenieteten Nähten.

Die Werte  $\mathcal{S} = 4,25$  und  $\mathcal{S} = 4$  können auch dann in die Rechnung eingeführt werden, wenn bei drei- und mehrreihigen Doppellaschennietungen die eine Lasche eine Nietreihe weniger besitzt als die andere, z. B. Fig. 385.

Die Blechdicke soll nicht geringer genommen werden als 7 mm; nur bei kleinen Kesseln sind allenfalls dünnere Bleche zulässig.

Die Zugbeanspruchung des Bleches darf unter Annahme gleichmäßiger Spannungsverteilung über den Querschnitt in keiner Nietreihe die Grenze  $k_z = \frac{K_z}{\mathcal{S}}$  überschreiten.

Für Schiffskessel gilt besonders:

Überschreitet die Plattendicke 12,5 mm, so sind die Rundnähte doppelt und bei 25,0 mm und darüber die mittleren Rundnähte dreifach zu nieten.

Sind in den Mantelblechen Stehbolzen angeordnet, so ist darauf zu achten, daß die Festigkeit des Bleches in den Stehbolzenreihen nicht geringer wird als diejenige in der Längsnietung des Kesselmantels.

Die Dicke jeder Doppellasche sei  $s_1 \geq \frac{3}{4} s$ ; die Dicke der einfachen Laschen sei  $s_1 \geq s + 3$  mm.

Der Nietdurchmesser darf nicht größer als  $2s$  und nicht kleiner als  $s$  sein.

Überschreitet die Nietteilung achtmal Mantel- oder Laschendicke, so müssen die Laschenränder zickzackförmig ausgeschnitten werden, um ein zuverlässiges Verstemmen zu ermöglichen.

### C. Die Nietverbindungen.

Man unterscheidet am Niet den Setzkopf, den Nietschaft und den Schließkopf. Die Form des Nietes ist im allgemeinen die in Fig. 369 dargestellte.

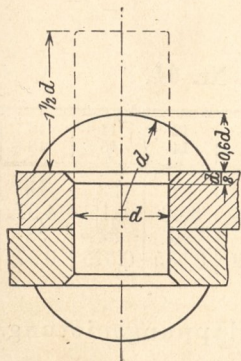


Fig. 369.

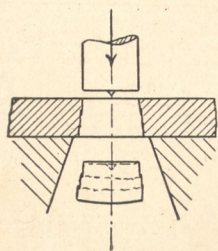


Fig. 370.

Dampfkesselniete werden nur warm (hellrot) vernietet. Damit der warme Niet in das Loch hineingeht, nimmt man den Schaft im Durchmesser um 1 bis 1,5 mm, in der Regel um 1 mm kleiner als das Loch.

Bei der Berechnung der Vernietungen wird stets der fertige Nietdurchmesser, d. h. der Lochdurchmesser in Rechnung gesetzt, in der Voraussetzung, daß durch die Stauchung des Nietschaftes die genau aufeinander passenden Löcher der zu nietenden Teile vollständig ausgefüllt werden.

Die Löcher können durch Stanzen oder durch Bohren hergestellt werden. Beim Stanzen ist der Vorgang etwa folgender: Unter dem Stempel (Fig. 370) wird zunächst das Material des Bleches etwas zusammengedrückt, bis in einer Zylindermantelfläche die Molekularkräfte über-

wunden sind. Der Druck pflanzt sich jedoch nicht genau senkrecht nach unten fort, sondern breitet sich zugleich seitwärts aus; deshalb wird das Loch nicht genau zylindrisch, sondern etwas kegelförmig und das Blech am Lochrande etwas nach unten durchgedrückt, was das glatte Aufeinanderlegen gelochter Blechränder und somit das spätere Dichthalten der Nähte im Betriebe sehr erschwert. Ferner wird das Blech in der Umgebung des Loches durch Überanstrengung und feine Haarrisse verschlechtert. Aus obigen Gründen sollten Löcher für Dampfkesselnietungen nur durch Bohren hergestellt werden.

Nach den „Bauvorschriften“ ist zwar das Loch bei Blechen mit geringerer Zugfestigkeit als  $K_z = 4100$  kg/qcm und bei geringerer Dicke als  $s = 27$  mm noch zugelassen, wobei die Werte  $\mathcal{S}$  einen Zuschlag von 0,25 erhalten müssen, welcher auf 0,1 ermäßigt werden kann, wenn die gestanzten Löcher mindestens um  $\frac{1}{4}$  des Durchmessers aufgebohrt werden. In ersten Werkstätten werden die Nietlöcher jedoch ohne Ausnahme gebohrt.

Man unterscheidet, je nachdem das Abscheren des Nietes in einem Querschnitte oder in zwei erfolgen würde, einschnittige Nietverbindungen oder Überlappungs- und einfache Laschennietungen und zweischnittige Nietverbindungen oder Doppellaschennietungen;

in beiden Fällen hat man ein- und mehrreihige Verbindungen.

#### a) Beanspruchungen des Nietes und der Nietverbindung.

In dem durch Fig. 371 veranschaulichten einfachsten Falle einer einreihigen Überlappungsnietung erkennt man, wenn von der Reibung abgesehen und auch die Biegung vernachlässigt wird, folgende Beanspruchungen:

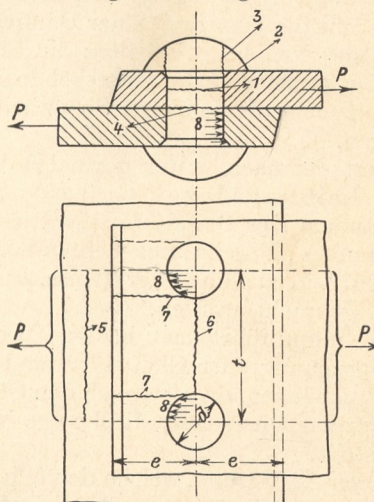


Fig. 371.

1. Beanspruchung des Nietes auf Zug im Querschnitt des Schaftes infolge der Zusammenziehung beim Erkalten.
2. Beanspruchung auf Druck in der ringförmigen Auflagerfläche des Kopfes.
3. Beanspruchung auf Abscheren in einer zylindermantelförmigen Fläche des Kopfes.
4. Beanspruchung auf Abscheren des Schaftes in der Berührungsfläche beider Bleche

$$\sigma_s = \frac{P}{\pi d^2} \cdot \frac{4}{4}$$



5. Beanspruchung des vollen Bleches auf Zug

$$\sigma_z = \frac{P}{t \cdot s}$$

6. Beanspruchung des Bleches auf Zug in der Nietnaht

$$\sigma_z = \frac{P}{(t - d) s}$$

7. Beanspruchung des Bleches auf Abscheren in zwei Querschnitten hinter dem Niet

$$\sigma_s = \frac{P}{2 s \cdot e}$$

In Wirklichkeit wird hier jedoch nicht ein Abscheren in zwei Querschnitten, sondern ein Aufreißen in einem Querschnitt infolge von Biegungsspannungen auftreten.

8. Beanspruchung auf Druck zwischen Nietschaft und Lochwand, Leibungsdruck

$$\sigma = \frac{P}{d \cdot s}$$

Vorstehend aufgeführte Beanspruchungen sind maßgebend für die Abmessungen und Formen der Nietverbindungen. Die Beanspruchungen 2 und 3 bestimmen Form und Größe des Nietkopfes, wobei noch berücksichtigt ist, daß der Rand des Kopfes sich unter einem kleineren Winkel als 90° auf das Blech aufsetzt, damit er verstemmt werden kann. 6 ist in Gl. (76) (S. 264) berücksichtigt, 5 kommt nicht in Betracht, weil kleiner als 6.

Das Auftreten der Beanspruchungen 4 und 8 setzt dagegen voraus, daß sich die Bleche gegeneinander frei verschieben können. Dies ist jedoch nicht der Fall, im Gegenteil beruht die Festigkeit einer Dampfkesselnietung darauf, daß der Niet beim Erkalten die Bleche so stark gegeneinander zieht, daß die entstehende Reibung groß genug ist, mit mehr als doppelter Sicherheit die Kraft *P* zu übertragen.

Es kommt demnach, unter normalen Verhältnissen, weder ein Leibungsdruck noch eine Schubspannung zustande. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Theorie ist in den „Maschinenelementen von C. v. Bach, 10. Aufl. 1907“ in ausführlicher Weise, durch Versuche unterstützt, gebracht worden.

Die Berechnung führt nach beiden Theorien, ob man Schubbeanspruchung oder Gleitwiderstand annimmt, zu denselben Ergebnissen, da man auch den Gleitwiderstand im Verhältnis zur Querschnittsfläche des Nietschaftes in Rechnung stellt.

Nach dieser Auffassung, welche den folgenden Berechnungen zugrunde gelegt ist, ergibt sich der Nietdurchmesser aus der Bedingung, daß der in Rechnung zu stellende Gleitwiderstand auf 1 qcm Nietquerschnitt, *k<sub>n</sub>*, eine bestimmte Größe nicht überschreiten soll. Bei zweischnittigen Nietverbindungen rechnet man auf jeden Niet zwei tragende Querschnitte, weil der Gleitwiderstand in zwei Flächenpaaren auftritt.

Nach den „Bauvorschriften“ ist *k<sub>n</sub>* = 700 kg/qcm, wenn das Nieteisen keine höhere Zugfestigkeit als *K<sub>z</sub>* = 3800 kg/qcm hat; ist jedoch für dasselbe eine höhere Zugfestigkeit *K'<sub>z</sub>* nachgewiesen, so darf der mit *k<sub>n</sub>* = 700 kg/qcm berechnete Nietdurchmesser mit  $\sqrt{\frac{3800}{K'_z}}$  multipliziert werden. In den nachstehenden Berechnungsangaben folgen wir den Vorschlägen von Bach,

welcher mit Rücksicht auf den Umstand, daß bei mehrreihigen Vernietungen die Nietquerschnitte nicht gleichmäßig belastet werden — die äußeren mehr, die inneren weniger —, empfiehlt, den Wert *k<sub>n</sub>* für die

einreihige Überlappungs-nietung auf höchstens 700 kg/qcm				
zweireihige	„	„	„	650
dreireihige	„	„	„	600
einreihige Laschennietung	„	„	„	600
zweireihige	„	„	„	575
dreireihige	„	„	„	550

zu ermäßigen.

b) Die Vernietungsarten.

Es folgen nun die einzelnen Vernietungen mit Angabe der Bachschen Formeln, jedoch sind die berechneten Nietlochdurchmesser in den Zahlentafeln so abgestuft, daß sich ungerade Zahlen für dieselben ergeben. Dadurch verringert sich für die Werkstatt die Zahl der auf Lager zu haltenden Nietsorten, deren Durchmesser infolgedessen nur nach geraden Zahlen abgestuft sind.

Überlappungs-nietungen.

$$d = \sqrt{5s} - 0,4 \text{ cm,} \tag{77}$$

$$e = 1,5 d,$$

$$\varphi = \frac{t - d}{t}$$

α) Einreihige Überlappungs-nietung.

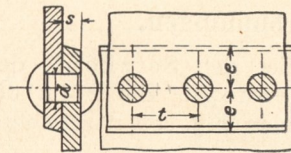


Fig. 372.

$$t = 2d + 0,8 \text{ cm,} \tag{78}$$

$$k_n = 700 \text{ kg/qcm,}$$

$$n = 1.$$

Zahlentafel Nr. 64.

s { von . . mm bis . . mm	7	8	10	12	14	16	18
	8	10	12	14	16	18	20
d . . . mm	15	17	19	21	23	25	27
q . . . qcm	1,77	2,27	2,84	3,46	4,15	4,91	5,73
t . . . mm	38	42	46	50	54	58	62
φ . . . . .	0,61	0,595	0,59	0,585	0,575	0,57	0,565

β) Zweireihige Überlappungs-nietung.

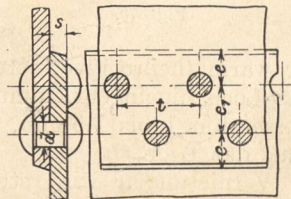


Fig. 373.

$$t = 2,6d + 1,5 \text{ cm,} \tag{79}$$

$$e_1 = 0,6 t,$$

$$k_n = 650 \text{ kg/qcm,}$$

$$n = 2.$$

Zahlentafel Nr. 65.

s { von mm bis mm	10	12	14	16	18	20	23	26
	d . . mm	17	19	21	23	25	27	29
q . . qcm	2,27	2,84	3,46	4,15	4,91	5,73	6,61	7,55
t . . mm	59	64	70	75	80	85	90	96
φ . . . . .	0,712	0,704	0,70	0,693	0,688	0,683	0,678	0,677



γ) Dreireihige Überlappungsniertung.

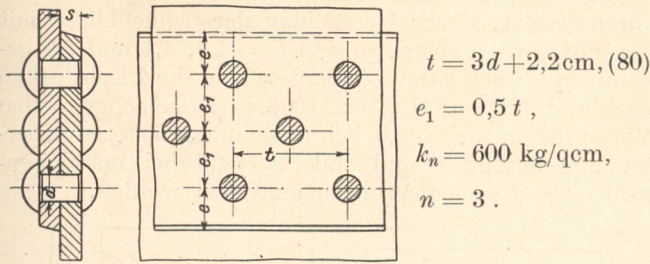


Fig. 374.

$$t = 3d + 2,2 \text{ cm}, (80)$$

$$e_1 = 0,5 t,$$

$$k_n = 600 \text{ kg/qcm},$$

$$n = 3.$$

Zahlentafel Nr. 66.

$s$ { von . mm	16	18	20	23	26	29
{ bis . mm	18	20	23	26	29	32
$d$ . . . mm	25	27	29	31	33	35
$q$ . . . qcm	4,91	5,73	6,61	7,55	8,55	9,6
$t$ . . . mm	97	103	109	115	121	127
$\varphi$ . . . . .	0,742	0,736	0,733	0,73	0,728	0,724

Laschennietungen.

$$s_1 = \frac{5}{8} s \text{ bis } 0,8 s, \quad e = 1,5 d.$$

δ) Einreihige Laschennietung.

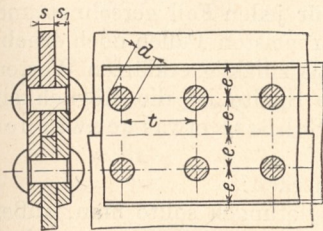


Fig. 375.

$$d = \sqrt{5s} - 0,5 \text{ cm}, (81)$$

$$t = 2,6 d + 1,0 \text{ cm}, (82)$$

$$k_n = 600 \text{ kg/qcm},$$

$$n = 2,$$

$$\varphi = \frac{t - d}{t}.$$

Zahlentafel Nr. 67.

$s$ { von . mm	7	9	11	12	14,5	17	19
{ bis . mm	9	11	12	14,5	17	19	22
$d$ . . . mm	15	17	19	21	23	25	27
$q$ . . . qcm	1,77	2,27	2,84	3,46	4,15	4,91	5,73
$t$ . . . mm	49	54	59	65	70	75	80
$\varphi$ . . . . .	0,695	0,686	0,68	0,677	0,67	0,667	0,66

ε) Zweireihige Laschennietung.

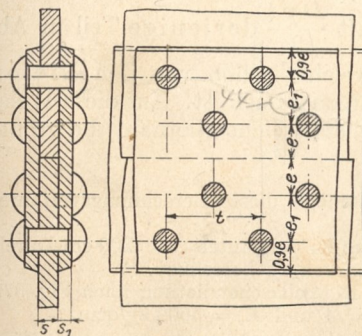


Fig. 376.

$$d = \sqrt{5s} - 0,6 \text{ cm}, (83)$$

$$t = 3,5 d + 1,5 \text{ cm}, (84)$$

$$e_1 = 0,5 t,$$

$$k_n = 575 \text{ kg/qcm},$$

$$n = 4,$$

$$\varphi = \frac{t - d}{t}.$$

Zahlentafel Nr. 68.

$s$ { von . mm	13	15,5	18	20,5	23	26
{ bis . mm	15,5	18	20,5	23	26	29
$d$ . . . mm	21	23	25	27	29	31
$q$ . . . qcm	3,46	4,15	4,91	5,73	6,61	7,55
$t$ . . . mm	88	95	102	109	116	123
$\varphi$ . . . . .	0,762	0,758	0,755	0,752	0,75	0,746

ζ) Dreireihige Laschennietung.

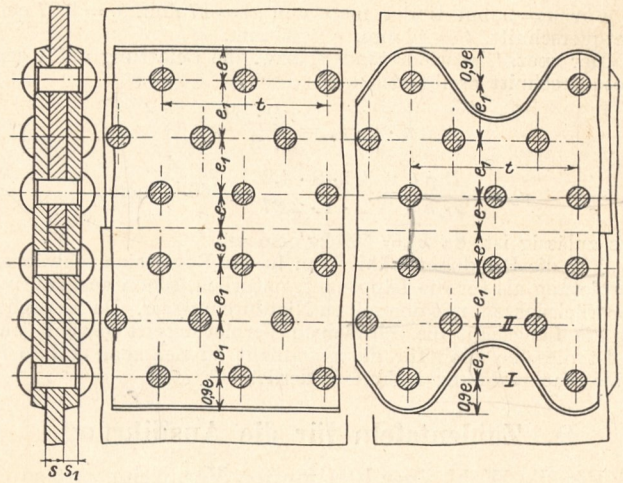


Fig. 377.

$$n = 12,$$

$$\varphi = \frac{t - 2d}{t},$$

Fig. 378.

$$n = 10,$$

$$\varphi_I = \frac{t - d}{t},$$

$$\varphi_{II} = \frac{5}{4} \cdot \frac{t - 2d}{t};$$

$$d = \sqrt{5s} - 0,7, \quad (85)$$

$$t = 6d + 2,0 \text{ cm}, \quad (86)$$

$$e_1 = \frac{3}{8} t,$$

$$k_n = 550 \text{ kg/qcm}.$$

Zahlentafel Nr. 69.

$s$ { von . mm	20	22	24,5	27,5	30	34
{ bis . mm	22	24,5	27,5	30	34	36
$d$ . . . mm	25	27	29	31	33	35
$q$ . . . qcm	4,91	5,73	6,61	7,55	8,55	9,6
$t$ . . . mm	170	182	194	206	218	230
$\varphi$ (Fig. 377)	0,706	0,704	0,702	0,70	0,698	0,695
$\varphi_{II}$ (Fig. 378)	0,848	0,844	0,842	0,84	0,838	0,835

Die Berechnung der Nietverbindungen erfolgt nun so, daß man zunächst mittels der Gl. (76) die Blechstärke bestimmt. Zu dem Zweck ist an Hand der Erfahrung oder durch Proberechnungen die Entscheidung über die Art der Nietverbindung zu treffen, von der die Größe des Faktors  $\varphi$  abhängt. Man nehme zunächst schätzungsweise einen der Werte  $\varphi$  der Zahlentafel an. Danach werden die Maße für  $d$ ,  $t$ ,  $e$ ,  $e_1$  ermittelt und geprüft, ob der zulässige spez. Gleitwiderstand  $k_n$  nicht überschritten ist.

Für  $\varphi$  gilt, wenn auf die Länge  $t$  in der betreffenden Reihe ein Niet kommt,

$$\varphi = \frac{\sigma_{zv}}{\sigma_z} = \frac{D p t}{2 s t} \cdot \frac{D p t}{2 s (t - d)} = \frac{t - d}{t}. \quad (87)$$

Beispiel 23. Die Vernietung eines Kesselmantels von  $D = 900$  mm Durchmesser für  $p = 8$  at Überdruck ist zu berechnen.

Es werde einreihige Überlappungsniertung gewählt und vorläufig  $\varphi = 0,57$ ,  $K_z = 3600$  kg/qcm und  $\mathcal{C} = 4,5$  angenommen.

Dann ist die Blechstärke

$$s = \frac{D \cdot p \cdot \mathcal{C}}{2 \varphi \cdot K_z} + 0,1 \text{ cm} = \frac{90 \cdot 8 \cdot 4,5}{2 \cdot 0,57 \cdot 3600} + 0,1 = 0,79 + 0,1 = 0,89 \text{ cm}$$

Dafür zunächst angenommen

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

Da man nun in der Zahlentafel 64 für  $s = 9$  mm  $\varphi = 0,595$  findet, so war dieser Wert zu gering angenommen. Eine Nachrechnung mit  $\varphi = 0,595$  ergibt  $s = 8,6$  mm; trotzdem wird man



meistens  $s = 9$  mm ausführen, wenn nicht besondere Umstände die äußerste Ausnutzung des Baustoffes bedingen.

Für  $s = 9$  mm findet man nun  $d = 17$  mm,  $q = 2,27$  qcm Nietquerschnitt,  $t = 42$  mm,  $e = 25$  mm.

Der spez. Gleitwiderstand  $\sigma_n$  bzw. die Belastung auf 1 qcm Nietquerschnitt ergibt sich aus:

$$n \cdot q \cdot \sigma_n = \frac{D \cdot p \cdot t}{2}$$

zu 
$$\sigma_n = \frac{D p t}{2 \cdot n q} = \frac{90 \cdot 8 \cdot 4,2}{2 \cdot 1 \cdot 2,27} = 666 \text{ kg/qcm,}$$

was zulässig ist, da  $k_n = 700$  kg/qcm ist.

Für die Rundnaht wählt man in der Regel eine schwächere Vernietung als für die Längsnaht, natürlich, schon aus Fabrikationsrücksichten, mit demselben Nietdurchmesser. Da hier schon für die Längsnaht die schwächste Vernietungsart gewählt war, so ist dieselbe auch für die Rundnaht zu nehmen, und es ist keine Nachrechnung mehr erforderlich.

### D. Zahlentafeln für die Ausführung.

Für die Wahl einer bestimmten Vernietungsart sowie für die Bemessung von Nietdurchmesser und Teilung ist im allgemeinen maßgebend, daß unter Beachtung der gesetzlichen Anforderungen die Gesamtkosten für Bleche und Niete und für Arbeitslöhne möglichst gering werden.

Nun nimmt zwar, indem man von den schwächeren zu den stärkeren Vernietungsarten, z. B. von der zweireihigen zur dreireihigen Überlappungsnietsung, ansteigt, das Festigkeitsverhältnis  $\varphi$  zu und damit die erforderliche Blechstärke ab, dafür ist aber mehr Material für die Überlappung oder die Laschen aufzuwenden und eine größere Zahl von Nieten zu setzen.

Bleibt man aber bei derselben Vernietungsart und demselben Nietdurchmesser, so ist aus der Gleichung

$$\varphi = \frac{t-d}{t}$$

ersichtlich, daß man mit möglichst großer

Teilung zu geringen Blechdicken gelangt. Das Maximum für  $t$  würde sich aus der Forderung ergeben, daß die Beanspruchungen  $\sigma_z$  und  $\sigma_n$  die zulässigen Grenzen  $k_z$  und  $k_n$  erreichen, ersteres unter Berücksichtigung des Zuschlages von 1 mm zur Blechdicke. Es wäre also mit  $s' = s - 0,1$  cm

$$s'(t-d) k_z = n \cdot q \cdot k_n,$$

und somit

$$t = \frac{n \cdot q \cdot k_n}{s' \cdot k_z} + d. \tag{88}$$

Im Beispiel 23 erhalten wir danach

$$t = \frac{1 \cdot 2,27 \cdot 700}{0,8 \cdot 800} + 1,7 \text{ cm} = 4,2 \text{ cm,}$$

welcher Wert mit demjenigen der Zahlentafel übereinstimmt.

Nach diesem Verfahren kann man jedoch im allgemeinen nicht rechnen, da die Rücksicht auf ein gutes Dichthalten der Nähte in der Regel eine engere Teilung erfordert.

Man gelangt aber dadurch zu günstigen Werten von  $\varphi$ , wenn man Nietbilder wählt, in denen die Abstände der einzelnen Niete jeder Reihe von innen nach außen zunehmen. Derartige Nietbilder findet man in mannigfacher Weise bei den Laschennietsungen von Schiffskesseln<sup>1)</sup> (Fig. 379 u. 380).

Folgende Zahlentafeln sollen nun in Anlehnung an praktische Ausführungen Werte geben, welche direkt für die Aufzeichnung von Vernietungen für die im Landdampfkesselbau am häufigsten vorkommenden Manteldurchmesser und Dampfdrücke verwendet werden können.

<sup>1)</sup> W. Mentz, Schiffskessel. R. Oldenbourg, München; H. Dieckhof, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 880.

Dazu sei allgemein folgendes bemerkt:

Als Material ist Flußeisen mit  $K_z = 3600$  kg/qcm vorausgesetzt, ferner Herstellung der Schließköpfe mit Maschinennietsung, so daß  $\mathfrak{S} = 4,5, 4,1$  und  $4,0$  genommen werden kann. Außerdem sind die Blechstärken nach der bis zum 18. Dez. 1908 in Preußen geltenden Vorschrift mit  $\mathfrak{S} = 5,0$  bei maschinengenietseten Überlappungsnietsungen und mit  $\mathfrak{S} = 4,5$  bei maschinengenietseten Laschennietsungen gerechnet worden.

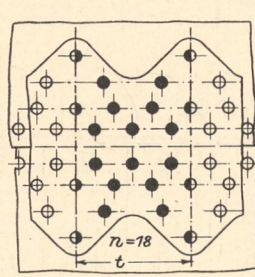


Fig. 379.

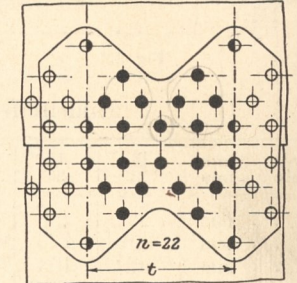


Fig. 380.

Für jeden Manteldurchmesser ist eine weiteste Teilung, die etwa der Bachschen Formel entspricht, und darunter eine engste Teilung verzeichnet; für die Praxis empfiehlt es sich, mit Mittelwerten zu rechnen. Zur Nachprüfung sind die entsprechenden Blech- und Nietbelastungen  $\sigma_z$  und  $\sigma_n$  für jeden Fall gerechnet und es findet sich, daß  $\sigma_n$  in den meisten Fällen noch erheblich unter den von Bach als zulässig erklärten Werten bleibt. In einer besonderen Spalte ist die Möglichkeit berücksichtigt, die engen Schüsse etwas schwächer als die weiten auszuführen.

Im einzelnen ist zu bemerken:

Einreihige Überlappungsnietsungen sollte man, außer bei Dommänteln, für Längsnähte möglichst vermeiden. Neben jedem Vernietungsbild sind zunächst die für dasselbe gültigen Formeln und Berechnungsdaten angegeben sowie die Zahlentafeln für  $s, d, q$  und  $t$  wiederholt.

Bei den Laschennietsungen gibt man zweckmäßig der inneren Lasche eine Nietreihe mehr als der äußeren.

Bei den Vernietungen, welche in den äußeren Nietreihen einen größeren Abstand der Nietlöcher voneinander als in den inneren Reihen aufweisen, kann zwar die äußere Reihe nicht ohne weiteres als maßgebend für  $\varphi$  angesehen werden, da die nächstinnere eine größere Schwächung erfährt; aber es kann von der diese Naht beanspruchenden Zugkraft  $\frac{D p t}{2}$  derjenige Teil in Ab-

zug gebracht werden, welcher schon von den Nieten der äußeren Reihe aufgenommen ist. Auf diese Weise ist zunächst zu untersuchen, welche Nietnaht die größte Beanspruchung erfährt.

Folgendes Beispiel 24 möge dieses Berechnungsverfahren erläutern:

Es ist die Längsnaht eines Kesselmantels von 200 cm Durchmesser und  $p = 13$  at Überdruck zu berechnen.

Gewählt sei zweireihige Doppelaschennietsung nach Fig. 376, entsprechend  $\varphi = 0,75$ ,  $\mathfrak{S} = 4$  und  $K_z = 3600$  kg/qcm.

Dann ist

$$s = \frac{D p \mathfrak{S}}{2 \varphi K_z} + 0,1 \text{ cm} = \frac{200 \cdot 13 \cdot 4}{2 \cdot 0,75 \cdot 3600} + 0,1 = 2,03 \text{ cm.}$$

Dafür gewählt:  $s = 20,5$  mm.

Dazu aus der Tabelle Nr. 68 entnommen:  $d = 25$  mm,  $q = 4,91$  qmm und  $t = 102$  mm,  $n = 4$ .

Demnach beträgt der Gleitwiderstand

$$\sigma_n = \frac{D p t}{2 n q} = \frac{200 \cdot 13 \cdot 10,2}{2 \cdot 4 \cdot 4,91} = 675 \text{ kg/qcm.}$$



Wählen wir nach der Tabelle

$d = 27 \text{ mm}, q = 5,73 \text{ qcm}, t = 109 \text{ mm}, n = 4,$   
 so ist  $\sigma_n = \frac{200 \cdot 13 \cdot 10,9}{2 \cdot 4 \cdot 5,73} = 615 \text{ kg/qcm}.$

In beiden Fällen ist die Nietbelastung nach den „Bauvorschriften“ noch zulässig, nach Bach jedoch schon zu groß, da für diese Vernietung

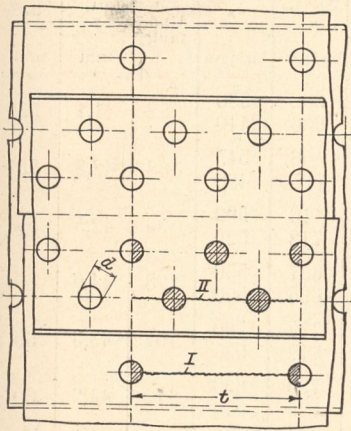


Fig. 381.

$k_n = 575 \text{ kg/qcm}$

ist. Wir wählen daher eine stärkere Vernietung: die Doppellaschennietung mit dreireihiger innerer und zweireihiger äußerer Lasche (Fig. 381).

Man könnte hier zunächst  $\varphi$  bestimmen unter Annahme der gleichmäßig auf alle Nietquerschnitte verteilten Last. Dann erhielte man für die äußere Nietreihe I

$\varphi_I = \frac{t - d}{t},$

für Nietreihe II

$\varphi_{II} = \frac{9}{8} \frac{t - 2d}{t},$

weil von den Nieten der äußeren Reihe schon  $\frac{1}{5}$  der gesamten Last aufgenommen wird.

Schärfer rechnet man jedoch mit der Annahme, daß die äußeren Niete (auch als Überlappungsniete gerechnet) mit  $k_n = 700 \text{ kg/qcm}$  belastet werden dürfen. Es wird dann durch eine vorläufige Rechnung bestimmt, daß  $s$  etwa gleich  $19 \text{ mm}$  wird, wozu  $d = 25 \text{ mm}$  und  $t = 168 \text{ mm}$  aus der Zahlentafel Nr. 76 zu entnehmen sind.

Dann erhalten wir genau:

$$s = \frac{\frac{D p t}{2} - 1 \cdot q \cdot k_n}{(t - 2d) \frac{K_z}{\varnothing}} + 0,1 \text{ cm}, \tag{89}$$

$$s = \frac{\frac{200 \cdot 13 \cdot 16,8}{2} - 4,91 \cdot 700}{(16,8 - 2 \cdot 2,5) \cdot \frac{3600}{4}} + 0,1 \text{ cm} = 1,84 \text{ cm},$$

wofür gewählt wird:  $s = 18,5 \text{ mm}.$

Wir erhalten also eine um  $2 \text{ mm}$  geringere Blechdicke, welcher Unterschied bei einem  $10 \text{ m}$  langen Kessel einem Eisengewichte von  $\approx 1000 \text{ kg}$  entspricht. Dagegen braucht man im ersten Falle nur  $2$  Laschen von je  $255 \text{ mm}$  Breite; im zweiten eine äußere Lasche von  $245 \text{ mm}$  und eine innere von  $395 \text{ mm}$  Breite. Auf  $1 \text{ m}$  Nahtlänge kommen im ersten Falle  $37$ , im zweiten  $60$  Niete, dafür ist aber auch im letzteren eine größere Dichtigkeit der Naht gewährleistet.

Die Blechbelastungen und Festigkeitsverhältnisse ergeben sich für  $s = 18,5 \text{ mm}$  wie folgt:

Belastung des vollen Bleches:

$\sigma_{zv} = \frac{D p}{2 s} = \frac{200 \cdot 13}{2 \cdot 1,85} = 703 \text{ kg/qcm};$

Belastung des Bleches in Nietreihe I:

$\sigma_{zI} = \frac{D p t}{2 s (t - d)} = \frac{200 \cdot 13 \cdot 16,8}{2 \cdot 1,85 \cdot (16,8 - 2,5)} = 826 \text{ kg/qcm},$

$\varphi_I = \frac{\sigma_{zv}}{\sigma_{zI}} = \frac{703}{826} = 0,85;$

Belastung des Bleches in Nietreihe II:

$\sigma_{zII} = \frac{\frac{D p t}{2} - 1 \cdot q \cdot k_n}{s (t - 2d)} = \frac{\frac{200 \cdot 13 \cdot 16,8}{2} - 4,91 \cdot 700}{1,85 (16,8 - 5,0)} = 844 \text{ kg/qcm},$

$\varphi_{II} = \frac{\sigma_{zv}}{\sigma_{zII}} = \frac{703}{844} = 0,832.$

Um die Kesselmäntel im Betriebe dauernd dicht halten zu können, sollten Mäntel von mehr als  $10$  bis  $11 \text{ m}$  Länge und von  $2200$  bis  $2300 \text{ mm}$  Durchmesser aufwärts schon bei  $8 \text{ at}$  in der Rundnaht  $1\frac{1}{2}$ fach besser noch doppelt genietet werden, selbst wenn die Rechnung ergibt, daß man noch mit einfacher Rundnaht auskommt. Aus demselben Grunde sollten alle Kesselmäntel von einschließlich  $1600 \text{ mm}$  Durchmesser und  $9 \text{ at}$  aufwärts doppelt genietete Rundnaht erhalten. Die  $1\frac{1}{2}$ fache Rundnaht wird von einzelnen Kesselschmiedern selbst bei Drücken bis  $12 \text{ at}$  und Kesseldurchmessern bis  $2300 \text{ mm}$  der doppelten Rundnaht vorgezogen, in der Hauptsache wohl, weil die Nietung billiger ist. Besser und richtiger ist es jedoch, statt der  $1\frac{1}{2}$ fachen überhaupt doppelte Nietung in der Rundnaht größerer Kesselmäntel und bei Betriebsdrücken von  $9 \text{ at}$  aufwärts vorzusehen.

Überlappungsnietung.

Zweifache Längsnaht, einfache Rundnaht.

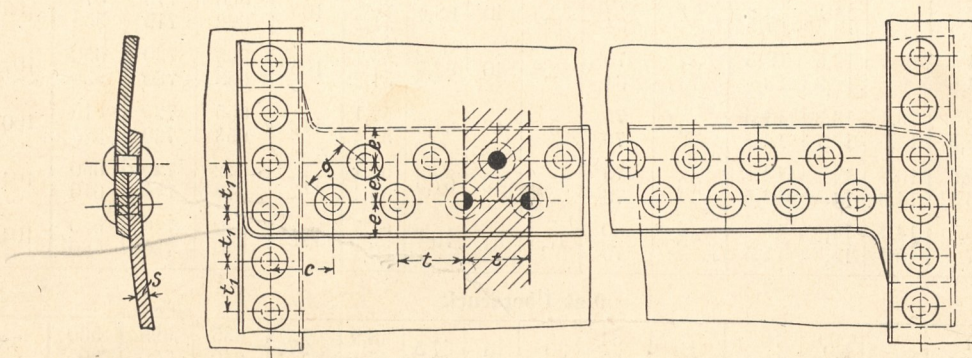


Fig. 382.

Zahlentafel Nr. 70.

$s$ { von . . . . . mm bis . . . . . mm	8	10	12	14	16
	10	12	14	16	18
$d$ . . . . . mm	17	19	21	23	25
$q$ . . . . . qcm	2,27	2,84	3,46	4,15	4,91
Weite $f t$ . . . mm	59	64	70	75	80
Teilung $\varphi$ . . .	0,712	0,703	0,70	0,693	0,687
Enge $f t$ . . . mm	52	58	64	70	75
Teilung $\varphi$ . . .	0,673	0,672	0,672	0,671	0,671

$K_z = 3600 \text{ kg/qcm},$

$\varnothing = 5, k_z = 720 \text{ kg/qcm},$

$\varnothing = 4,5, k_z = 800 \text{ kg/qcm},$

$k_n = 650 \text{ kg/qcm},$

$n = 2,$

$s = \frac{D p \varnothing}{2 \varphi K_z} + 0,1 \text{ cm},$

$\sigma_z = \frac{D p}{2 s \varphi},$

$\sigma_n = \frac{D p t}{2 n q}.$



Zahlentafel Nr. 71.

Kessel- mantel Durch- messer D mm	Zweifache überlappte Längsnaht															Einfache Rundnaht			
	Blechstärken s						Nietloch		Entfernungen				Über- lap- pung 2e + e <sub>1</sub> mm	Blechbelastung bei		Niet- be- lastung σ <sub>n</sub> kg/qcm	Zahl der Niete im Um- fang	Teil- lung t <sub>1</sub> mm	Über- lap- pung 2e mm
	bei ε = 5		bei ε = 4,5		gerechnet	für die Ausfüh- rung	Durch- messer d mm	w weite e enge Teilung t mm	e	e <sub>1</sub>	c	g		ε = 5 σ <sub>z</sub> kg/qcm	ε = 4,5 σ <sub>z</sub> kg/qcm				
	enger Schuß mm	weiter Schuß mm	enger Schuß mm	weiter Schuß mm															
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	mm	mm		
1100		8,6	9		7,8	9	17	w 59	27,5	35	52,5	45,8	90	602	602	500	82	41,1	55
		9	9		8,2	9		e 52						43,6	636	636			
1200		9,2	9,5		8,4	9	17	w 59	27,5	35	52,5	45,8	90	622	656	545	88	42,8	55
		9,7	10		8,8	9		e 52						43,6	625	695			
1300		9,9	10		9	9	17	w 59	27,5	35	52,5	45,8	90	640	710	590	96	42,5	55
		10,4	10,5		9,5	9,5		e 52						43,6	645	712			
1400		10,7	11		9,6	10	19	64	30	37	57,5	48,9	97	632	697	550	98	44,9	60
		11,2	11,5		10,1	10,5		58						47,1	635	695			
1500		11,4	11,5		10,4	10,5	19	64	30	37	57,5	48,9	97	650	712	590	104	45,3	60
		11,9	12		10,8	11		58						47,1	652	712			
1600		12,1	12,5		11	11	19	64	30	37	57,5	48,9	97	638	725	630	112	44,9	60
		12,6	13		11,4	11,5		58						47,1	642	725			
1700		12,8	13		11,6	12	21	70	32,5	40	62,5	53,1	105	655	710	600	108	49,5	65
		13,3	13,5		12,1	12,5		64						51,2	656	710			
1800		13,5	13,5		12,3	12,5	21	70	32,5	40	62,5	53,1	105	668	720	640	116	48,8	65
		14,1	14,5		12,8	13		64						51,2	647	723			
1900	14,2	14,4	14,5	12,7	12,9	13	23	75	35	43	67,5	57,1	113	662	739	602	112	53,3	70
	14,6	14,8	15	13,2	13,4	13,5		70						55,4	661	735			
2000	14,9	15,1	15,5	13,4	13,6	14	23	75	35	43	67,5	57,1	113	652	722	635	116	54,2	70
	15,3	15,5	15,5	13,9	14,1	14,5		70						55,4	673	720			
2100	15,6	15,8	16	14,1	14,3	14,5	23	75	35	43	67,5	57,1	113	664	709	600	124	53,3	70
	16	16,2	16,5	14,5	14,7	15		70						55,4	665	730			
2200	16,4	16,6	17	14,7	14,9	15	23	75	35	43	67,5	57,1	113	654	741	630	132	52,3	70
	16,9	17,1	17,5	15,2	15,4	15,5		70						55,4	655	741			

8 at Überdruck

1100		9,6	10		8,8	9	17	59	27,5	35	52,5	45,8	90	620	686	575	82	41,1	55
		10,1	10,5		9,2	9,5		52						43,6	620	690			
1200		10,5	10,5		9,6	10	19	64	30	37	57,5	48,9	97	640	675	540	84	44,9	60
		11	11		10	10		58						47,1	650	715			
1300		11,3	11,5		10,3	10,5	19	64	30	37	57,5	48,9	97	635	695	590	92	44,1	60
		11,8	12		10,7	11		58						47,1	645	705			
1400	11,9	12,1	12,5		11	11	19	64	30	37	57,5	48,9	97	636	725	630	100	44	60
	12,4	12,6	13		11,4	11,5		58						47,1	640	725			
1500	12,7	12,9	13		11,7	12	21	70	32,5	40	62,5	53,1	105	660	715	610	96	49,1	65
	13,2	13,4	13,5		12,2	12,5		64						51,2	662	715			
1600	13,6	13,8	14		12,5	12,5	21	70	32,5	40	62,5	53,1	105	665	730	650	104	48,3	65
	14,1	14,3	14,5		12,9	13		64						51,2	658	730			
1700	14,5	14,7	15	13,1	13,3	13,5	23	75	35	43	67,5	57,1	113	655	725	615	100	53,4	70
	14,9	15,1	15,5	13,5	13,7	14		70						55,4	653	720			
1800	15,2	15,4	15,5	13,8	14	14	23	75	35	43	67,5	57,1	113	672	740	650	104	54,4	70
	15,7	15,9	16	14,3	14,5	14,5		70						55,4	670	740			
1900	16,1	16,4	16,5	14,7	14,9	15	25	80	37,5	47	75	61,7	122	670	740	620	104	57,4	75
	16,6	16,9	17	15,1	15,3	15,5		75						60,1	670	735			

9 at Überdruck

1100		10,8	11		9,8	10	19	64	30	37	57,5	48,9	97	635	695	560	78	44,3	60
		11,2	11,5		10,2	10,5		58						47,1	640	700			
1200		11,7	12		10,7	11	19	64	30	37	57,5	48,9	97	640	700	610	84	44,9	60
		12,2	12,5		11,1	11,5		58						47,1	643	700			
1300	12,4	12,6	13		11,5	11,5	21	70	32,5	40	62,5	53,1	105	645	730	595	84	48,6	65
	12,9	13,1	13,5		11,9	12		64						51,2	645	725			
1400	13,3	13,5	13,5	12,1	12,3	12,5	21	70	32,5	40	62,5	53,1	105	667	720	640	92	47,8	65
	13,9	14,1	14,5	12,6	12,8	13		64						51,2	648	720			
1500	14,3	14,6	15	13	13,2	13,5	23	75	35	43	67,5	57,1	113	650	722	610	88	53,6	70
	14,7	15	15	13,4	13,6	14		70						55,4	670	718			
1600	15,2	15,5	15,5	13,8	14	14	23	75	35	43	67,5	57,1	113	670	745	650	96	52,4	70
	15,6	15,9	16	14,3	14,5	14,5		70						55,4	670	740			



Zahlentafel Nr. 71 (Fortsetzung).

10 at Überdruck

Kessel- mantel Durch- messer <i>D</i> mm	Zweifache überlappte Längsnaht													Einfache Rundnaht					
	Blechstärken <i>s</i>						Nietloch		Entfernungen				Über- lap- pung $2e + e_1$ mm	Blechbelastung bei		Niet- be- lastung $\sigma_n$ kg/qcm	Zahl der Niete im Um- fang	Teil- lung $t_1$ mm	Über- lap- pung $2e$ mm
	bei $\mathcal{C} = 5$		bei $\mathcal{C} = 4,5$		Durch- messer <i>d</i> mm	<i>w</i> weite <i>e</i> enge Teilung <i>t</i> mm	<i>e</i> mm	<i>e</i> <sub>1</sub> mm	<i>c</i> mm	<i>g</i> mm	$\mathcal{C} = 5$ $\sigma_z$ kg/qcm	$\mathcal{C} = 4,5$ $\sigma_z$ kg/qcm							
	gerechnet enger Schuß mm	für die Ausfüh- rung weiter Schuß mm	gerechnet enger Schuß mm	für die Ausfüh- rung weiter Schuß mm															
1100	11,9	12	10,8	11	19	64	30	37	57,5	48,9	97	654	711	620	78	44,3	60		
	12,4	12,5	11,3	11,5		58	30	37	57,5	47,1									
1200	12,9	13	11,8	12	21	70	32,5	40	62,5	53,1	105	660	714	608	80	47,1	65		
	13,4	13,5	12,2	12,5		64	32,5	40	62,5	51,2									
1300	13,9	14	12,6	13	23	75	35	43	67,5	57,1	113	668	720	588	76	53,7	70		
	14,4	14,5	13,1	13,5		70	35	43	67,5	55,4									
1400	15	15	13,7	14	23	75	35	43	67,5	57,1	113	675	723	633	84	52,4	70		
	15,5	15,5	14,1	14,5		70	35	43	67,5	55,4									

11 at Überdruck

1100	13	13	11,8	12	21	70	32,5	40	62,5	53,1	105	666	722	613	72	48	65
	13,5	13,5	12,3	12,5		64	32,5	40	62,5	51,2							
1200	14,1	14,5	12,8	13	23	75	35	43	67,5	52,1	113	658	733	599	72	52,2	70
	14,7	15	13,3	13,5		70	35	43	67,5	55,4							
1300	15,4	15,5	13,9	14	23	75	35	43	67,5	57,1	113	665	738	646	76	53,7	70
	15,8	16	14,3	14,5		70	35	43	67,5	55,4							

12 at Überdruck

1100	14,1	14,5	12,8	13	23	75	35	43	67,5	57,1	113	656	734	597	64	54	70
	14,7	15	13,3	13,5		70	35	43	67,5	55,4							
1200	15,5	15,5	14	14	23	75	35	43	67,5	57,1	113	670	743	650	72	52,2	70
	15,9	16	14,5	14,5		70	35	43	67,5	55,4							

13 at Überdruck

1100	15,3	15,5	13,9	14	23	75	35	43	67,5	57,1	113	465	738	646	64	54	70
	15,8	16	14,4	14,5		70	35	43	67,5	55,4							

Überlappungsnetzung.

Dreifache Längsnaht, einfache bzw. 1 1/2 fache Rundnaht.

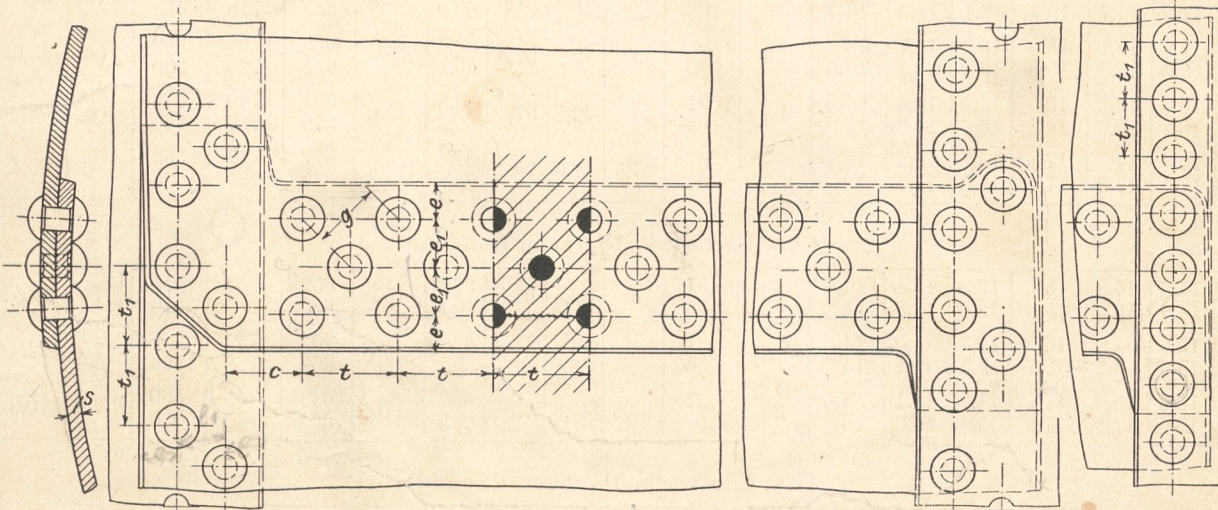


Fig. 383

Zahlentafel Nr. 72.

<i>s</i> von . . . . . mm	14	16	18	20	23	26
bis . . . . . mm	16	18	20	23	26	29
<i>d</i> . . . . . mm	23	25	27	29	31	33
<i>g</i> . . . . . qmm	4,15	4,91	5,73	6,61	7,55	8,55
Weite } <i>t</i> . . . mm	91	97	103	109	115	121
Teilung } $\varphi$ . . .	0,755	0,743	0,737	0,734	0,730	0,726
Enge } <i>t</i> . . . mm	86	92	98	104	110	116
Teilung } $\varphi$ . . .	0,733	0,729	0,725	0,721	0,717	0,715

$K_z = 3600 \text{ kg/qcm,}$

$\mathcal{C} = 5, \quad k_z = 720 \text{ kg/qcm,}$

$\mathcal{C} = 4,5, \quad k_z = 800 \text{ kg/qcm,}$

$k_n = 600 \text{ kg/qcm,}$

$n = 3,$

$s \geq \frac{D p \mathcal{C}}{2 \varphi K_z} + 0,1 \text{ cm,}$

$\sigma_z = \frac{D p}{2 s \varphi},$

$\sigma_n = \frac{D p t}{2 n \cdot q}.$



Zahlentafel Nr. 73.

7 at Überdruck																			
Dreifache überlappte Längsnaht																		Einfache Rundnaht	
Kessel- mantel Durch- messer <i>D</i> mm	Blechstärken <i>s</i>						Nietloch		Entfernungen				Über- lap- pung $2e + e_1$ mm	Blechbelastung bei		Niet- be- lastung $\sigma_n$ kg/qcm	Zahl der Niete im Um- fang	Teil- lung $t_1$ mm	Über- lap- pung $2e$ mm
	bei $\xi = 5$			bei $\xi = 4,5$			Durch- messer <i>d</i> mm	$w$ weite $e$ enge Teilung <i>t</i> mm	<i>e</i> mm	$e_1$ mm	<i>c</i> mm	<i>g</i> mm		bei					
	gerechnet		für die Ausfüh- rung mm	gerechnet		für die Ausfüh- rung mm								$\xi = 5$ $\sigma_z$ kg/qcm	$\xi = 4,5$ $\sigma_z$ kg/qcm				
	enger Schuß mm	weiter Schuß mm		enger Schuß mm	weiter Schuß mm														
einfache Rundnaht																			
<b>2300</b>	15,7 16,1	15,9 16,3	16 16,5	14,2 14,6	14,4 14,8	<b>14,5</b> <b>15</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	155	667 667	736 732	588 555	132	54,7	70
<b>2400</b>	16,5 16,8	16,7 17	17 17	15 15,3	15,2 15,5	<b>15,5</b> <b>15,5</b>	<b>25</b>	97 92	37,5	47,5	75	67,1 66,1	170	665 678	730 745	553 524	128	59	75
<b>2500</b>	17,2 17,5	17,4 17,7	17,5 18	15,5 15,8	15,7 16	<b>16</b> <b>16</b>	<b>25</b>	97 92	37,5	47,5	75	67,1 66,1	170	677 671	740 755	578 549	136	57,8	75
8 at Überdruck																			
<b>2000</b>	15,6 16	15,8 16,2	16 16,5	14,1 14,5	14,3 14,7	<b>14,5</b> <b>15</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	155	663 662	731 729	585 554	116	54,2	70
<b>2100</b>	16,5 16,8	16,7 17	17 17	15 15,3	15,2 15,5	<b>15,5</b> <b>15,5</b>	<b>25</b>	97 92	37,5	47,5	75	67,1 66,1	170	665 678	730 745	553 524	114	57,9	75
<b>2200</b>	17,3 17,6	17,5 17,8	17,5 18	15,6 15,9	16 16,5	<b>16</b> <b>16,5</b>	<b>25</b>	97 92	37,5	47,5	75	67,1 66,1	170	676 657	740 732	579 549	120	57,6	75
8 at Überdruck, 1 1/2 fache Rundnaht																			
<b>2300</b>	18 18,3	18,2 18,6	18,5 19	16,3 16,8	16,5 16,8	<b>16,5</b> <b>17</b>	<b>25</b>	97 92	37,5	47,5	75	67,1 66,1	170	670 665	752 743	605 574	104	69,5	122
<b>2400</b>	18,7 19	19 19,3	19 19,5	17 17,3	17,2 17,5	<b>17,5</b> <b>17,5</b>	<b>27</b>	103 98	40	50	80	71,8 70	180	686 680	745 757	576 548	104	72,5	130
<b>2500</b>	19,5 19,9	19,8 20,2	20 20,5	17,8 18,1	18 18,3	<b>18</b> <b>18,5</b>	<b>27</b>	103 98	40	50	80	71,8 70	180	678 674	754 745	600 572	108	72,7	130
9 at Überdruck, 1 1/2 fache Rundnaht																			
<b>1600</b>	14,1 14,5	14,3 14,7	14,5 15	12,8 13,1	13 13,3	<b>13</b> <b>13,5</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	155	658 655	735 728	527 498	78	64,4	113
<b>1700</b>	14,9 15,3	15,1 15,5	15,5 15,5	13,5 13,9	13,7 14,1	<b>14</b> <b>14,5</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	155	655 674	725 720	560 530	84	63,6	113
<b>1800</b>	16 16,3	16,2 16,5	16,5 16,5	14,2 14,6	14,4 14,8	<b>14,5</b> <b>15</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	155	651 670	740 737	593 560	88	64,3	113
<b>1900</b>	16,8 17,1	17 17,3	17 17,5	15 15,5	15,2 15,7	<b>15,5</b> <b>16</b>	<b>25</b>	97 92	37,5	47,5	75	67,1 66,1	170	677 670	742 733	563 533	86	69,4	122
10 at Überdruck, 1 1/2 fache Rundnaht																			
<b>1500</b>	14,6 14,9	14,8 15,2	15 15,5	13,2 13,6	13,4 13,8	<b>13,5</b> <b>14</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	155	652 660	736 730	550 520	74	63,7	113
<b>1600</b>	15,5 15,9	15,8 16,2	16 16,5	14,1 14,5	14,3 14,7	<b>14,5</b> <b>15</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	155	662 662	732 728	585 553	78	64,4	113
<b>1700</b>	16,6 17	16,9 17,3	17 17,5	14,9 15,4	15,1 15,6	<b>15,5</b> <b>16</b>	<b>25</b>	97 92	37,5	47,5	75	67,1 66,1	170	672 668	738 730	560 530	76	70,3	122
11 at Überdruck, 1 1/2 fache Rundnaht																			
<b>1400</b>	14,9 15,3	15,2 15,6	15,5 16	13,6 14	13,8 14,2	<b>14</b> <b>14,5</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	170	659 656	729 725	563 533	68	64,7	113
<b>1500</b>	15,9 16,4	16,2 16,7	16,5 17	14,4 14,8	14,7 15,1	<b>15</b> <b>15,5</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	170	663 662	730 728	603 570	74	63,7	113
12 at Überdruck, 1 1/2 fache Rundnaht																			
<b>1300</b>	15,1 15,5	15,4 15,8	15,5 16	13,6 14	13,9 14,3	<b>14</b> <b>14,5</b>	<b>23</b>	91 86	35	42,5	67,5	62,3 60,5	155	668 665	740 734	570 539	64	63,8	113
<b>1400</b>	16,4 16,7	16,7 17	17 17	14,6 15	14,9 15,3	<b>15</b> <b>15,5</b>	<b>25</b>	97 92	37,5	47,5	75	67,1 66,1	170	665 679	754 745	553 524	64	68,7	122



Zahlentafel Nr. 73 (Fortsetzung).

13 at Überdruck

Kessel- mantel Durch- messer <i>D</i> mm	Dreifache überlappte Längsnaht															1 1/2 fache Rundnaht			
	Blechstärken <i>s</i>						Nietloch		Entfernungen				Über- lap- pung $2e + e_1$ mm	Blechbelastung bei		Niet- be- lastung $\sigma_n$ kg/qcm	Zahl der Niete im Um- fang	Teil- lung $t_1$ mm	Über- lap- pung $2e$ mm
	bei $\mathcal{C} = 5$		bei $\mathcal{C} = 4,5$		Durch- messer <i>d</i> mm	$\frac{20}{e}$ weite enge Teilung <i>t</i> mm	<i>e</i> mm	$e_1$ mm	<i>c</i> mm	<i>g</i> mm	$\mathcal{C} = 5$ $\sigma_z$ kg/qcm	$\mathcal{C} = 4,5$ $\sigma_z$ kg/qcm							
	gerechnet enger Schuß mm	für die Ausfüh- rung weiter Schuß mm	gerechnet enger Schuß mm	für die Ausfüh- rung weiter Schuß mm															
1200	15,1	15,4	15,5	13,6	13,9	14	23	91	35	42,5	67,5	62,3	155	667	740	571	58	65,0	113
	15,4	15,8	16	14	14,3	14,5		86						86	60,5	665			
1300	16,4	16,8	17	14,7	15	15	25	97	37,5	47,5	75	67,1	170	670	760	556	60	68,1	122
	16,7	17,1	17,5	15,2	15,5	15,5		92						92	66,1	662			

14 at Überdruck

1100	14,8	15,2	15,5	13,5	13,8	14	23	91	35	42,5	67,5	62,3	155	658	730	564	54	64,0	113
	15,2	15,6	16	13,9	14,2	14,5		86						86	60,5	655			
1200	16,3	16,7	17	14,6	14,9	15	25	97	37,5	47,5	75	67,1	170	665	754	553	54	69,8	122
	16,7	17,1	17,5	15,1	15,4	15,5		92						92	66,1	659			

15 at Überdruck

1100	16	16,4	16,5	14,3	14,7	15	23	91	35	42,5	67,5	67,1	155	664	730	603	54	64,0	113
	16,3	16,7	17	14,7	15,1	15,5		86						86	66,1	662			

Doppelaschennietung.

Zweireihige Längsnaht, 1 1/2 fache Rundnaht.

BIBLIOTHEK DER  
TECHN. HOCHSCHULE  
G R A Z.

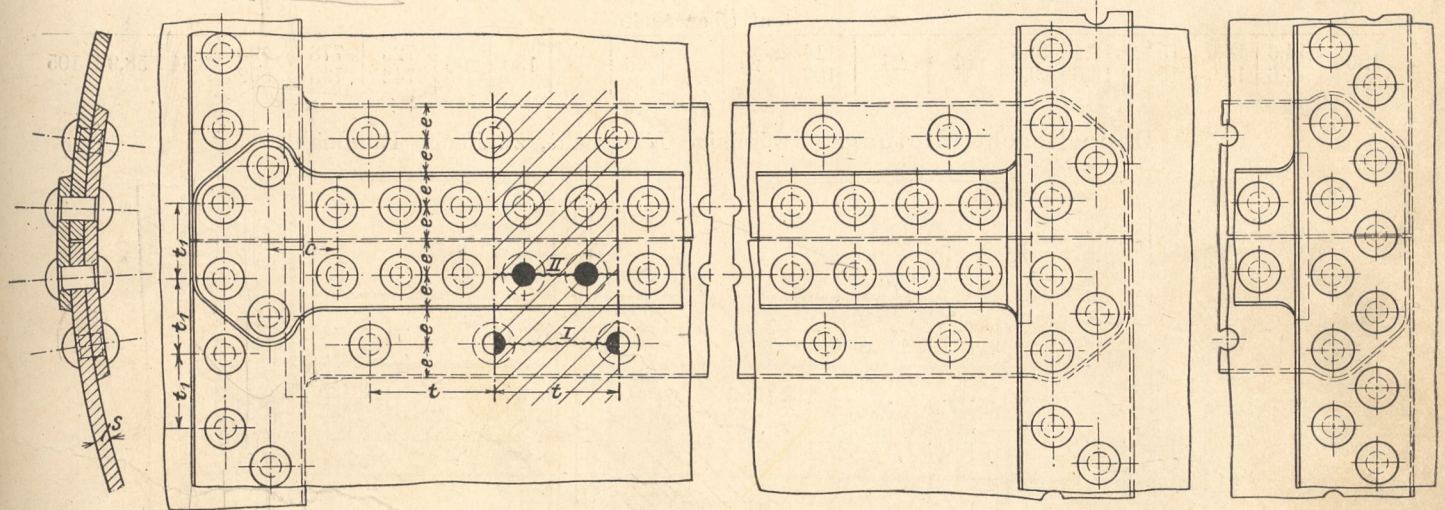


Fig. 384.

Zahlentafel Nr. 74.

<i>s</i> { von . . . . . mm	12	14,5	18	21
bis . . . . . mm	14,5	18	21	23
<i>d</i> . . . . . mm	21	23	25	27
<i>q</i> . . . . . qcm	3,46	4,15	4,91	5,73
Weite } <i>t</i> . . . . . mm	114	123	133	144
Teilung } <i>t</i> . . . . . mm	106	116	126	136

$K_2 = 3600 \text{ kg/qcm,}$   
 $\mathcal{C} = 4,5, \quad k_2 = 800 \text{ kg/qcm,}$   
 $\mathcal{C} = 4,1, \quad k_2 = 880 \text{ kg/qcm,}$   
 $k_n = 600 \text{ kg/qcm,}$   
 $n = 5,$

$$s = \frac{D p t}{2} - 1 \cdot q \cdot 700 + 0,1 \text{ cm,}$$

$$\sigma_z = \frac{D p t}{2} - 1 \cdot q \cdot 700$$

$$\sigma_n = \frac{D p t}{2 n \cdot q}$$



Zahlentafel Nr. 75.

Kessel- mantel Durch- messer <i>D</i> mm	Zweireihige Längsnaht																1 1/2 fache Rundnaht <sup>1)</sup>			
	Blechstärken <i>s</i>						Nietloch		Entfernungen				Laschen- breite		Blechbelastung bei		Niet- be- lastung $\sigma_n$ kg/qcm	Zahl der Niete im Um- fang	Tei- lung $t_1$ mm	Über- lap- pung $2e + e_1$ mm
	bei $\epsilon = 4,5$		bei $\epsilon = 4,1$				Durch- messer <i>d</i> mm	$\omega$ weite <i>e</i> enge Teilung <i>t</i> mm	<i>e</i> mm	<i>e</i> <sub>1</sub> mm	<i>c</i> mm	<i>g</i> mm	außen mm	innen mm	$\epsilon = 4,5$ $\sigma_z$ kg/qcm	$\epsilon = 4,1$ $\sigma_z$ kg/qcm				
	gerechnet	für die Ausfüh- rung	gerechnet	enger Schuß mm	weiter Schuß mm	für die Ausfüh- rung mm														
	enger Schuß mm	weiter Schuß mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm		mm	mm
<b>2000</b>	14,4	14,6	15	13,4	13,6	<b>14</b>	<b>21</b>	114	32,5	65		130	260	726	778	593	108	58,2	105	
	14,7	14,9	15	13,6	13,8	<b>14</b>		106						742	795	552				
<b>2100</b>	15	15,2	15,5	13,8	14	<b>14</b>	<b>23</b>	123	35	70		140	280	732	810	560	102	55,4	113	
	15,2	15,4	15,5	14	14,2	<b>14,5</b>		116						743	796	529				
<b>10 at Überdruck</b>																				
<b>1800</b>	14,4	14,6	15	13,4	13,6	<b>14</b>	<b>21</b>	114	32,5	65		130	260	726	778	593	98	57,7	105	
	14,7	14,9	15	13,6	13,8	<b>14</b>		106						742	795	552				
<b>1900</b>	15,1	15,3	15,5	13,9	14,1	<b>14,5</b>	<b>23</b>	123	35	70		140	280	735	788	563	94	63,5	113	
	15,3	15,5	15,5	14,1	14,3	<b>14,5</b>		116						748	802	531				
<b>11 at Überdruck</b>																				
<b>1600</b>	14	14,2	14,5	12,9	13,1	<b>13,5</b>	<b>21</b>	114	32,5	65		130	260	730	785	570	86	58,4	105	
	14,3	14,5	14,5	13,1	13,3	<b>13,5</b>		106						745	800	540				
<b>1700</b>	14,8	15	15	13,7	13,9	<b>14</b>	<b>23</b>	123	35	70		140	280	745	798	554	84	63,6	113	
	15	15,2	15,5	13,8	14	<b>14</b>		116						733	812	523				
<b>12 at Überdruck</b>																				
<b>1500</b>	14,4	14,6	15	13,4	13,6	<b>14</b>	<b>21</b>	114	32,5	65		130	260	726	778	593	82	57,5	105	
	14,7	14,9	15	13,6	13,8	<b>14</b>		106						742	795	552				
<b>1600</b>	15,2	15,5	15,5	14,1	14,3	<b>14,5</b>	<b>23</b>	123	35	70		140	280	746	796	569	78	64,4	113	
	15,5	15,8	16	14,3	14,5	<b>14,5</b>		116						735	815	536				
<b>13 at Überdruck</b>																				
<b>1400</b>	14,5	14,8	15	13,5	13,7	<b>14</b>	<b>21</b>	114	32,5	65		130	260	736	790	600	76	57,7	105	
	14,9	15,2	15,5	13,8	14	<b>14</b>		106						728	808	558				
<b>14 at Überdruck</b>																				
<b>1300</b>	14,5	14,8	15	13,5	13,7	<b>14</b>	<b>21</b>	114	32,5	65		130	260	736	790	600	70	58,3	105	
	14,9	15,2	15,5	13,8	14	<b>14</b>		106						728	808	558				
<b>15 at Überdruck</b>																				
<b>1200</b>	14,3	14,6	15	13,4	13,6	<b>14</b>	<b>21</b>	114	32,5	65		130	260	726	778	593	64	58,9	105	
	14,6	14,9	15	13,6	13,8	<b>14</b>		106						742	795	552				

Doppelaschennietung. Dreireihige Längsnaht, zweifache Rundnaht.

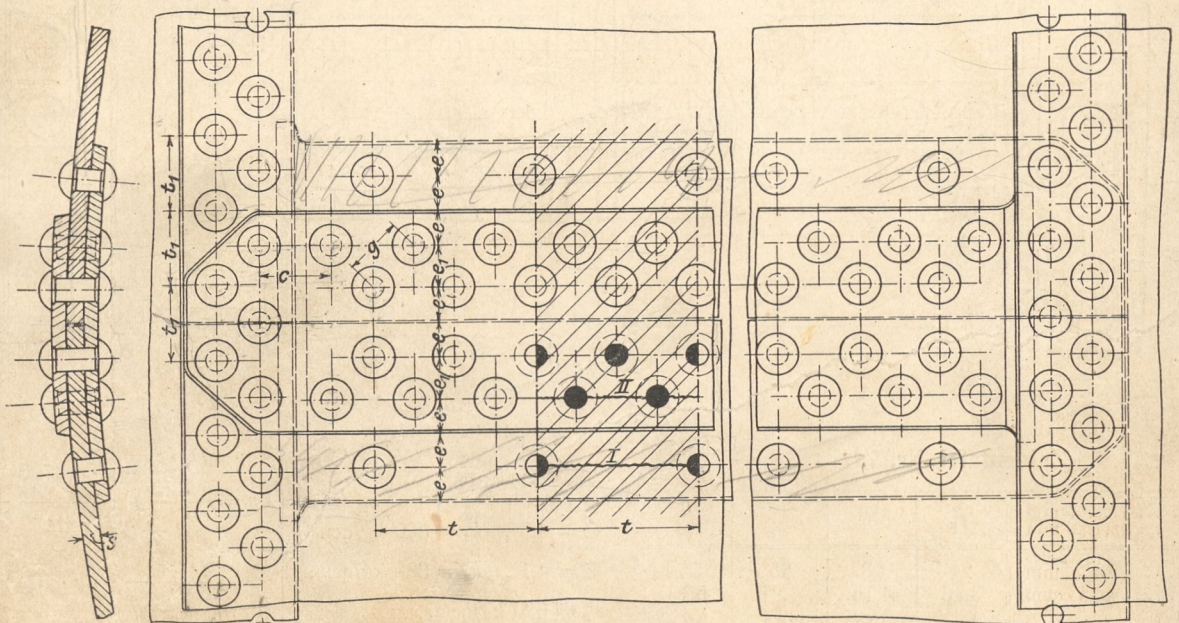


Fig. 385.

<sup>1)</sup> Hierfür wird die doppelte Rundnaht, obwohl teurer, empfohlen; über deren Nietteilungen s. Zahlentafel 77 obere Spalte für 21 und 23 mm Nietlochdurchmesser.



Zahlentafel Nr. 76.

s {	von . . . . mm	13	14,5	18	21
	bis . . . . mm	14,5	18	21	23
d . . . . mm		21	23	25	27
q . . . . qcm		3,46	4,15	4,91	5,73
Weite Teilung } t . mm		144	156	168	180
	Enge Teilung } t . mm		136	148	160

$K_z = 3600 \text{ kg/qcm,}$   
 $\textcircled{C} = 4,5, \quad k_z = 800 \text{ kg/qcm,}$   
 $\textcircled{C} = 4, \quad k_z = 900 \text{ kg/qcm,}$   
 $k_n = 575 \text{ kg/qcm,}$   
 $n = 9,$

$$s = \frac{D p t}{2} - 1 \cdot q \cdot 700 + 0,1 \text{ cm,}$$

$$\frac{(t - 2d) \cdot K_z}{\textcircled{C}}$$

Reihe I:  $\sigma_{zI} = \frac{D p t}{2 s (t - d)},$

$$\frac{D p t}{2} - 1 \cdot q \cdot 700$$

Reihe II:  $\sigma_{zII} = \frac{s (t - 2d)}{s (t - 2d)},$

$$\sigma_n = \frac{D p t}{2 n q}.$$

Zahlentafel Nr. 77.

9 at Überdruck

Kessel- mantel Durch- messer D mm	Dreireihige Längsnaht															Doppelte Rundnaht				
	Blechstärken s						Nietloch		Entfernungen				Laschen- breite		Blechbelastung bei		Niet- be- lastung $\sigma_n$ kg/qcm	Zahl der Niete im Um- fang	Teil- lung $t_1$ mm	Über- lap- pung $2e + e_1$ mm
	bei $\textcircled{C} = 4,5$		bei $\textcircled{C} = 4$		Durch- messer d mm	w weite e enge Teilung t mm	e mm	$e_1$ mm	c mm	g mm	außen mm	innen mm	$\textcircled{C} = 4,5$ $\sigma_z$ kg/qcm	$\textcircled{C} = 4$ $\sigma_z$ kg/qcm						
	gerechnet	für die Ausfüh- rung	gerechnet	für die Ausfüh- rung											enger Schuß mm	weiter Schuß mm				
2200	15,4	15,6	16	13,9	14	21	144	32,5	40	65	53,8	210	340	725	830	459	120	67,8	105	
	15,5	15,7	16	14,1	14,5		136													52,5
2300	15,9	16,1	16,5	14,4	14,5	23	156	35	43	70	58	226	366	732	830	434	98	73,3	113	
	16,1	16,3	16,5	14,6	15		148													56,7
2400	16,7	16,9	17	15,1	15,5	23	156	35	43	70	58	226	366	746	815	453	102	73,9	113	
	16,9	17,1	17,5	15,3	15,5		148													56,7
2500	17,5	17,7	18	15,6	15,8	23	156	35	43	70	58	226	366	740	833	472	108	72,8	113	
	17,7	17,9	18	15,8	16		148													56,7

10 at Überdruck

2000	15,6	15,8	16	13,9	14,1	14,5	21	144	32,5	40	65	53,8	210	340	735	805	463	92	68,3	105
	15,7	15,9	16	14,1	14,3	14,5		136												
2100	16,2	16,4	16,5	14,5	14,7	15	23	156	35	43	70	58	226	366	743	818	441	92	71,7	113
	16,3	16,5	16,5	14,6	14,8	15		148												
2200	17	17,2	17,5	15,2	15,4	15,5	23	156	35	43	70	58	226	366	742	835	462	94	73,5	113
	17,2	17,4	17,5	15,4	15,6	16		148												
2300	17,9	18,1	18,5	16	16,2	16,5	23	156	35	43	70	58	226	366	740	830	483	98	73,3	113
	18,1	18,3	18,5	16,2	16,4	16,5		148												
2400	18,7	19	19	16,8	17	17,5	23	156	35	43	70	58	226	366	758	845	503	102	73,9	113
	19	19,3	19,5	17	17,2	17,5		148												
2500	19,4	19,7	20	17,4	17,6	18	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	745	828	475	102	77	122
	19,6	19,9	20	17,6	17,8	18		160												

11 at Überdruck

1800	15,4	15,6	16	13,7	13,9	14	21	144	32,5	40	65	53,8	210	340	725	830	459	84	67,3	105
	15,5	15,7	16	13,9	14,1	14,5		136												
1900	16,1	16,3	16,5	14,4	14,6	15	23	156	35	43	70	58	226	366	740	812	438	80	74,6	113
	16,3	16,5	16,5	14,5	14,7	15		148												
2000	16,9	17,2	17,5	15,2	15,4	15,5	23	156	35	43	70	58	226	366	742	835	462	86	73,1	113
	17,1	17,4	17,5	15,4	15,6	16		148												
2100	17,9	18,2	18,5	16,1	16,3	16,5	23	156	35	43	70	58	226	366	744	833	485	92	71,7	113
	18,2	18,5	18,5	16,3	16,5	16,5		148												
2200	18,9	19,2	19,5	17	17,2	17,5	23	156	35	43	70	58	226	366	747	830	508	94	73,5	113
	19,2	19,5	19,5	17,2	17,4	17,5		148												
2300	19,6	19,9	20	17,6	17,8	18	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	755	838	481	94	76,9	122
	19,9	20,2	20,5	17,8	18	18		160												
2400	20,6	20,9	21	18,6	18,8	19	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	756	837	502	98	76,9	122
	20,9	21,2	21,5	18,7	18,9	19		160												
2500	21,6	21,9	22	19,3	19,6	20	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	758	835	523	102	77	122
	21,9	22,2	22,5	19,5	19,8	20		160												



Zahlentafel Nr. 77 (Fortsetzung).

32,5  
1300  
40  
170

**12 at Überdruck**

Kessel- mantel- Durch- messer <i>D</i>  mm	Dreireihige Längsnaht																	Doppelte Rundnaht		
	Blechstärken <i>s</i>						Nietloch		Entfernungen				Laschen- breite		Blechbelastung bei		Niet- be- lastung $\sigma_n$	Zahl der Niete im Um- fang	Teil- lung $t_1$	Über- lap- pung $2e + e_1$
	bei $\xi = 4,5$			bei $\xi = 4$			Durch- messer <i>d</i> mm	$w$ weite $e$ enge Teilung <i>t</i> mm	<i>e</i>	$e_1$	<i>c</i>	<i>g</i>	außen	innen	$\xi = 4,5$ $\sigma_z$	$\xi = 4$ $\sigma_z$				
	gerechnet	für die	gerechnet	für die	enger	weiter											enger	weiter		
1700	15,6	15,8	16	14	14,2	14,5	23	156	35	43	70	58	226	366	740	815	428	72	74,2	113
	15,8	16	16	14,1	14,3	14,5														
1800	16,6	16,9	17	14,9	15,1	15,5	23	156	35	43	70	58	226	366	746	815	453	76	74,4	113
	16,8	17,1	17,5	15,1	15,3	15,5														
1900	17,6	17,9	18	15,9	16,1	16,5	23	156	35	43	70	58	226	366	753	820	478	80	74,6	113
	17,9	18,2	18,5	16	16,2	16,5														
2000	18,7	19	19	16,8	17	17	23	156	35	43	70	58	226	366	758	845	503	86	73,1	113
	19	19,3	19,5	17	17,2	17,5														
2100	19,6	19,9	20	17,5	17,8	18	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	750	835	480	84	78,5	122
	19,8	20,1	20,5	17,6	17,9	18														
2200	20,6	20,9	21	18,5	18,8	19	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	756	837	502	88	78,5	122
	20,9	21,2	21,5	18,6	18,9	19														
2300	21,6	22	22	19,3	19,6	20	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	760	838	525	94	76,9	122
	21,8	22,2	22,5	19,6	19,9	20														
2400	22,4	22,8	23	20	20,3	20,5	27	180	40	50	85	67,3	260	420	754	845	502	92	82	130
	22,6	23	23	20,3	20,6	21														
2500	23,5	23,9	24	21	21,3	21,5	27	180	40	50	85	67,3	260	420	760	848	524	94	83,6	130
	23,8	24,2	24,5	21,3	21,6	22														

**13 at Überdruck**

1500	15	15,3	15,5	13,5	13,7	14	21	144	32,5	40	65	53,8	210	340	735	813	452	68	69,3	105
	15,2	15,5	15,5	13,7	13,9	14														
1600	15,9	16,2	16,5	14,3	14,5	14,5	23	156	35	43	70	58	226	366	735	836	437	68	73,9	113
	16,1	16,4	16,5	14,4	14,6	15														
1700	17	17,3	17,5	15,3	15,5	15,5	23	156	35	43	70	58	226	366	746	840	463	72	74,2	113
	17,3	17,6	18	15,5	15,7	16														
1800	18,2	18,5	18,5	16,2	16,5	16,5	23	156	35	43	70	58	226	366	754	845	491	76	74,4	113
	18,4	18,7	19	16,4	16,7	17														
1900	19,2	19,6	20	17,3	17,6	18	23	156	35	43	70	58	226	366	745	828	518	80	74,6	113
	19,5	19,9	20	17,5	17,8	18														
2000	20,1	20,5	20,5	18,1	18,4	18,5	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	760	844	495	82	76,6	122
	20,4	20,8	21	18,3	18,6	19														
2100	21,3	21,7	22	19,1	19,4	19,5	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	750	847	520	84	78,5	122
	21,6	22	22	19,3	19,6	20														

**14 at Überdruck**

1400	15,1	15,4	15,5	13,6	13,8	14	21	144	32,5	40	65	53,8	210	340	740	820	454	64	68,7	105
	15,3	15,6	16	13,7	13,9	14														
1500	16,1	16,4	16,5	14,5	14,7	15	23	156	35	43	70	58	226	366	743	818	441	64	73,6	113
	16,2	16,5	16,5	14,6	14,8	15														
1600	17,3	17,6	18	15,4	15,7	16	23	156	35	43	70	58	226	366	737	827	470	68	73,9	113
	17,5	17,8	18	15,6	15,9	16														
1700	18,4	18,8	19	16,6	16,9	17	23	156	35	43	70	58	226	366	750	840	500	72	74,2	113
	18,7	19,1	19,5	16,7	17	17														
1800	19,5	19,9	20	17,5	17,8	18	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	750	835	480	74	76,4	122
	19,7	20,1	20,5	17,6	17,9	18														
1900	20,7	21,1	21,5	18,6	18,9	19	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	745	843	506	76	78,5	122
	20,9	21,3	21,5	18,8	19,1	19,5														

**15 at Überdruck**

1300	15	15,3	15,5	13,5	13,7	14	21	144	32,5	40	65	53,8	210	340	735	813	452	60	68,1	105
	15,2	15,5	15,5	13,7	13,9	14														
1400	16,1	16,4	16,5	14,4	14,7	15	23	156	35	43	70	58	226	366	743	818	441	60	73,3	113
	16,2	16,5	16,5	14,5	14,8	15														
1500	17,3	17,7	18	15,5	15,8	16	23	156	35	43	70	58	226	366	740	833	472	64	73,6	113
	17,5	17,9	18	15,7	16	16														
1600	18,6	19	19	16,7	17	17	23	156	35	43	70	58	226	366	758	845	503	68	73,9	113
	18,9	19,3	19,5	16,9	17,2	17,5														
1700	19,7	20,1	20,5	17,7	18	18	25	168	37,5	47,5	77,5	63,4	245	395	745	847	485	68	78,5	122
	19,9	20,3	20,5	17,9	18,2	18,5														



Doppelaschennietung.  
Vierreihige Längsnaht, zweireihige Rundnaht.

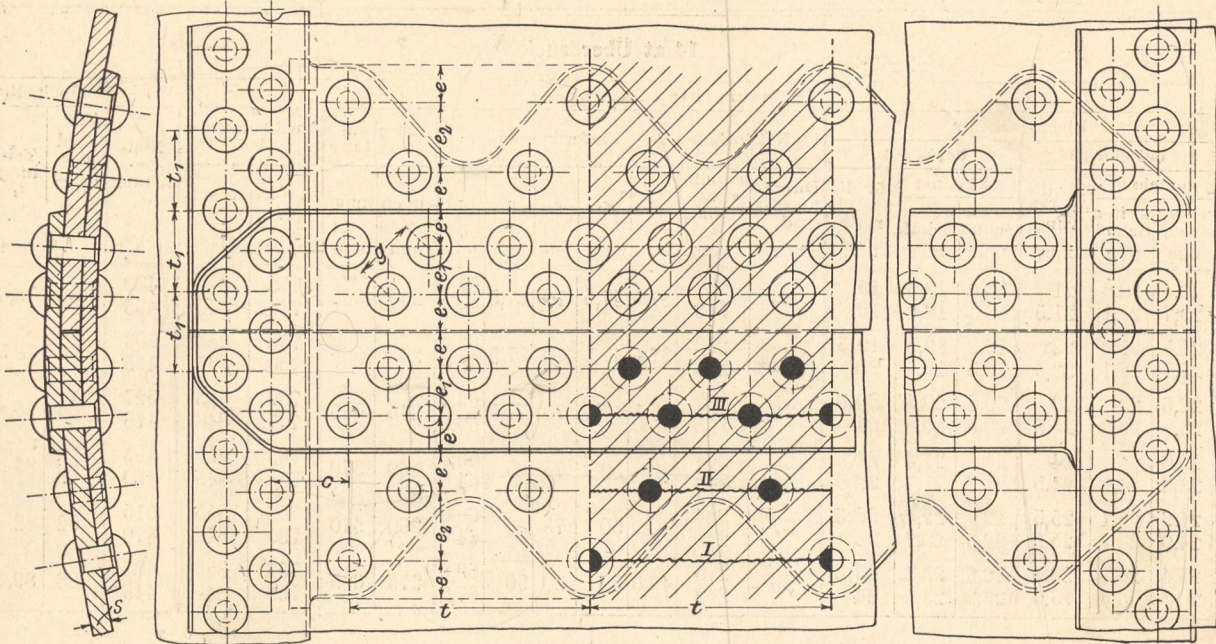


Fig. 386.

Zahlentafel Nr. 78.

$s$ {	von . . . mm	16	18	21	23	26
	bis . . . mm	18	21	23	26	29
$d$ . . . . .	mm	23	25	27	29	31
$q$ . . . . .	qcm	4,15	4,91	5,73	6,61	7,55
Weite Teilung } $t$	mm	240	252	264	276	288
	mm	216	228	240	252	264

$K_z = 3600 \text{ kg/qcm}$ ,  
 $\mathcal{E} = 4,5$ ,  $k_z = 800 \text{ kg/qcm}$ ,  
 $\mathcal{E} = 4,0$ ,  $k_z = 900 \text{ kg/qcm}$ ,  
 $k_n = 550 \text{ kg/qcm}$ ,  
 $n = 15$ .

Für Zahlentafel Nr. 79 ist  $\sigma_{zII}$  maßgebend.

$$s = \frac{D p t}{2} - 1 \cdot q \cdot 700 + 0,1 \text{ cm},$$

$$= \frac{(t - 2d) \cdot K_z}{\mathcal{E}}$$

Reihe I:  $\sigma_{zI} = \frac{D p t}{2 s (t - d)}$ ,

Reihe II:  $\sigma_{zII} = \frac{D p t}{2} - 1 \cdot q \cdot 700$   
 $s (t - 2d)$ ,

Reihe III:  $\sigma_{zIII} = \frac{D p t}{2} - (1 \cdot q \cdot 700 + 2 \cdot q \cdot 650)$   
 $s (t - 3d)$ ,

$$\sigma_n = \frac{D p t}{2 n q}$$

Zahlentafel Nr. 79.

12 at Überdruck

Kessel- mantel Durch- messer $D$ mm	Vierreihige Längsnaht															Doppelte Rundnaht					
	Blechstärken $s$						Nietloch		Entfernungen					Laschen- breite		Blechbelastung bei		Niet- be- lastung $\sigma_n$ kg/qcm	Zahl der Niete im Um- fange	Teil- lung $t_1$ mm	Über- lap- pung $2e + e_1$ mm
	bei $\mathcal{E} = 4,5$		bei $\mathcal{E} = 4$		Durch- messer $d$ mm	$w$ weite $e$ enge Teilung $t$ mm	$e$	$e_1$	$e_2$	$c$	$g$	außen	innen	$\mathcal{E} = 4,5$ $\sigma_z$ kg/qcm	$\mathcal{E} = 4$ $\sigma_z$ kg/qcm						
	gerechnet	für die Ausfüh- rung	gerechnet	für die Ausfüh- rung												enger Schuß	weiter Schuß				
2400	21,1	21,4	21,5	18,8	19,1	19,5	25	252	37,5	47,5	70	77,5	63,4	245	535	757	832	493	98	76,9	122
	21,4	21,7	22	19,1	19,4	19,5		228	60,8	750	846	446									
2500	22	22,4	22,5	19,7	20	20	25	252	37,5	47,5	70	77,5	63,4	245	535	757	852	514	102	77	122
	22,3	22,7	23	19,9	20,2	20,5		228	60,8	750	843	465									

13 at Überdruck

2200	20,8	21,2	21,5	18,7	19	19	25	252	37,5	47,5	70	77,5	63,4	245	535	750	850	490	88	78,5	122
	21,1	21,5	21,5	18,9	19,2	19,5		228	60,8	767	840	443									
2300	21,8	22,2	22,5	19,6	19,9	20	25	252	37,5	47,5	70	77,5	63,4	245	535	753	847	512	94	76,9	122
	22,2	22,6	23	19,9	20,2	20,5		228	60,8	748	840	463									
2400	22,9	23,3	23,5	20,5	20,8	21	25	252	37,5	47,5	70	77,5	63,4	245	535	755	845	534	98	76,9	122
	23,2	23,6	24	20,8	21,1	21,5		228	60,8	753	840	483									
2500	23,9	24,3	24,5	21,3	21,6	22	27	264	40	50	75	85	66,6	260	570	755	842	499	94	83,6	130
	24,1	24,5	24,5	21,6	21,9	22		240	64	768	855	454									



Zahlentafel Nr. 79 (Fortsetzung).

Kessel- mantel Durch- messer <i>D</i> mm	Vierreihige Längsnaht																	Doppelte Rundnaht			
	Blechstärken <i>s</i>						Nietloch		Entfernungen					Laschen- breite		Blechbelastung bei		Niet- be- lastung $\sigma_n$ kg/qcm	Zahl der Niete im Um- fange	Teil- lung $t$ mm	Über- lap- pung $2e + e_1$ mm
	bei $\varnothing = 4,5$			bei $\varnothing = 4$			Durch- messer <i>d</i> mm	<i>w</i> weite <i>e</i> enge Teilung <i>t</i> mm	<i>e</i>	<i>e</i> <sub>1</sub>	<i>e</i> <sub>2</sub>	<i>c</i>	<i>g</i>	außen	innen	$\varnothing = 4,5$ $\sigma_z$ kg/qcm	$\varnothing = 4$ $\sigma_z$ kg/qcm				
	gerechnet	für die Ausfüh- rung		gerechnet	für die Ausfüh- rung																
	enger Schuß mm	weiter Schuß mm	mm	enger Schuß mm	weiter Schuß mm	mm															
<b>2000</b>	20,4 20,7	20,8 21,1	21 21,5	18,3 18,5	18,6 18,8	<b>19</b> <b>19</b>	<b>25</b>	252 228	37,5	47,5	70	77,5	63,4 60,8	245	535	752 743	830 843	480 433	82	76,6	122
<b>2100</b>	21,5 21,7	21,9 22,1	22 22,5	19,2 19,5	19,5 19,8	<b>19,5</b> <b>20</b>	<b>25</b>	252 228	37,5	47,5	70	77,5	63,4 60,8	245	535	756 750	853 845	503 455	84	78,5	122
<b>2200</b>	22,6 22,9	23 23,3	23 23,5	20,2 20,5	20,5 20,8	<b>20,5</b> <b>21</b>	<b>25</b>	252 258	37,5	47,5	70	77,5	63,4 60,8	245	535	760 757	853 848	527 476	88	78,5	122
<b>2300</b>	23,6 23,8	24 24,3	24 24,5	21 21,3	21,4 21,7	<b>21,5</b> <b>22</b>	<b>27</b>	264 240	40	50	75	85	66,6 64	260	570	763 758	852 845	493 450	86	84	130
<b>2400</b>	24,6 24,9	25,1 25,4	25,5 25,5	22 22,3	22,4 22,7	<b>22,5</b> <b>23</b>	<b>27</b>	264 240	40	50	75	85	66,6 64	260	570	753 765	855 848	515 470	92	82	130
<b>2500</b>	25,4 26	26,1 26,5	26,5 26,5	22,9 23,2	23,3 23,6	<b>23,5</b> <b>24</b>	<b>29</b>	276 252	42,5	52,5	80	90	69,8 67,2	275	605	757 768	853 849	487 445	88	89,3	138

15 at Überdruck

<b>1800</b>	19,6 19,8	20 20,2	20 20,5	17,6 17,8	17,9 18,1	<b>18</b> <b>18,5</b>	<b>25</b>	252 228	37,5	47,5	70	77,5	63,4 60,8	245	535	756 748	840 828	452 418	74	76,4	122
<b>1900</b>	20,8 21,1	21,2 21,5	21,5 21,5	18,6 18,9	18,9 19,2	<b>19</b> <b>19,5</b>	<b>25</b>	252 228	37,5	47,5	70	77,5	63,4 60,8	245	535	750 757	848 835	488 442	76	78,5	122
<b>2000</b>	22 22,3	22,4 22,7	22,5 23	19,6 19,8	20 20,2	<b>20</b> <b>20,5</b>	<b>25</b>	252 228	37,5	47,5	70	77,5	63,4 60,8	245	535	757 750	852 843	514 465	82	76,6	122
<b>2100</b>	22,9 23,2	23,4 23,7	23,5 24	20,5 20,8	20,9 21,2	<b>21</b> <b>21,5</b>	<b>27</b>	264 240	40	50	75	85	66,6 64	260	570	760 756	852 845	483 440	80	80,2	130
<b>2200</b>	24,1 24,5	24,6 25	25 25	21,6 21,9	22 22,3	<b>22</b> <b>22,5</b>	<b>27</b>	264 240	40	50	75	85	66,6 64	260	570	754 766	857 850	506 460	84	82,3	130
<b>2300</b>	25,1 25,5	25,6 26	26 26	22,5 22,8	22,9 23,2	<b>23</b> <b>23,5</b>	<b>29</b>	276 252	42,5	52,5	80	90	69,8 67,2	275	605	758 770	856 850	480 440	82	88,1	138
<b>2400</b>	26,3 26,6	26,9 27,2	27 27,5	23,6 23,9	24 24,3	<b>24</b> <b>24,5</b>	<b>29</b>	276 252	42,5	52,5	80	90	69,8 67,2	275	605	765 762	860 856	500 458	86	87,7	138
<b>2500</b>	27,4 27,9	28 28,5	28 28,5	24,5 24,9	25 25,4	<b>25</b> <b>25,5</b>	<b>29</b>	276 252	42,5	52,5	80	90	69,8 67,2	275	605	772 770	863 863	522 477	88	89,3	138

Zahlentafel Nr. 80

für die Ausführung von Blechstärken, Art der Nietungen, Nietlochdurchmesser und Teilungen.

	Kessel- mantel- durch- messer mm	Überdruck in at									
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Blechstärke:	1100	9	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	14,5	15,5	
	1200	9	10	11,5	12,5	13,5	14,5	14,5	15,5	14	
	1300	9,5	11	12	13,5	14,5	14,5	15,5	14	14	
$s = \frac{D p \varnothing}{2 \varphi K_z} + 1 \text{ mm,}$	1400	10,5	11,5	13	14,5	14,5	15,5	14	14	15	
	1500	11	12,5	14	14	15,5	14	14	15	16	
$K_z = 3600 \text{ kg/qcm,}$	1600	11,5	13	14,5	13,5	15	13,5	14,5	15	16	
	1700	12,5	14	14,5	16	14	14,5	16	17	18,5	
$\varnothing$ nach den allgemeinen polizeilichen Bestim- mungen vom 17. Dez. 1908 (Werte <i>s</i> für die engeren Teilungen und weiten Schüsse).	1800	13	14,5	15	14	14,5	15,5	17	18	18,5	
	1900	13,5	15,5	16	14,5	15	16,5	18	19,5	19,5	
	2000	14,5	15	14	14,5	16	17,5	19	19	20,5	
	2100	15	15,5	14,5	15	16,5	18	20	20	21,5	
	2200	15,5	16,5	14,5	16	17,5	19	19,5	21	22,5	
	2300	15	17	15	16,5	18	20	20,5	22	23,5	
	2400	15,5	17,5	15,5	17,5	19	21	19,5	23	24,5	
	2500	16	18,5	16	18	20	22	20,5	24	25,5	



Zahlentafel Nr. 80 (Fortsetzung)

für die Ausführung von Blechstärken, Art der Nietungen, Nietlochdurchmesser und Teilungen.

Kessel- mäntel- durch- messer mm	Überdruck in at									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Art der Längsnietung für:	1100	Überlapp. zweireihig	Überlapp. zweireihig	Überlapp. zweireihig	Überlapp. zweireihig	Überlapp. zweireihig	Überlapp. zweireihig	Überlapp. zweireihig	Überlapp. dreireihig	Überlapp. dreireihig
	1200	"	"	"	"	"	"	dreireihig	"	Laschen zweireihig
	1300	"	"	"	"	"	dreireihig	"	Laschen zweireihig	Laschen dreireihig
	1400	"	"	"	"	dreireihig	"	Laschen zweireihig	Laschen dreireihig	"
	1500	"	"	"	dreireihig	"	Laschen zweireihig	Laschen dreireihig	"	"
	1600	"	"	zwei- reihig	dreireihig	"	Laschen zweireihig	"	"	"
	1700	"	"	Überlapp. dreireihig	"	"	Laschen dreireihig	"	"	"
	1800	"	"	"	Laschen zweireihig	Laschen dreireihig	"	"	"	Laschen vierreihig
	1900	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2000	"	dreireihig Überlapp. dreireihig	Laschen zweireihig	Laschen dreireihig	"	"	"	Laschen vierreihig	"
	2100	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2200	"	"	Laschen dreireihig	"	"	"	Laschen vierreihig	"	"
	2300	Überlapp. dreireihig	"	"	"	"	"	"	"	"
	2400	"	"	"	"	"	dreireihig	vier- reihig	"	"
	2500	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Nietlochdurchmesser $d$ :	1100	17	17	19	19	21	23	23	23	23
	1200	17	19	19	21	23	23	23	25	21
	1300	17	19	21	23	23	23	25	21	21
	1400	19	19	21	23	23	25	21	21	23
	1500	19	21	23	23	23	21	21	23	23
	1600	19	21	23 23	23	21	23	23	23	23
	1700	19	23	23	25	23	23	23	23	25
	1800	21	23	23	21	21	23	23	25	25
	1900	21	25	25	23	23	23	23	25	25
	2000	23	23	21	21	23	23	25	25	25
	2100	23	25	23	23	23	25	25	25	27
	2200	23	25	21	23	23	25	25	25	27
	2300	23	25	23	23	25	25	25	27	29
	2400	25	27	23	23	25	25 25	25	27	29
	2500	25	27	23	25	25	25 25	27	29	29
Engere Nietloch- teilung $t$ : (Empfohlen wird, den Mittelwert zwischen engster und weitester Teilung zu nehmen)	1100	52	52	58	58	64	70	70	86	86
	1200	52	58	58	64	70	70	86	92	106
	1300	52	58	64	70	70	86	92	106	136
	1400	58	58	64	70	86	86	106	136	148
	1500	58	64	70	86	86	106	136	148	148
	1600	58	64	70 86	86	106	116	148	148	148
	1700	64	70	86	92	116	148	148	148	160
	1800	64	70	86	106	136	148	148	160	228
	1900	70	75	92	116	148	148	148	160	228
	2000	70	86	106	136	148	148	160	228	228
	2100	70	92	116	148	148	160	160	228	240
	2200	70	92	136	148	148	160	228	228	240
	2300	86	92	148	148	160	160	228	240	252
	2400	92	98	148	148	160	172 228	228	240	252
	2500	92	98	148	160	160	172 228	240	252	252

4. Flammrohre mit äußerem Überdruck.

A. Allgemeines.

Ein Flammrohr ist ein außen von Wasser umspültes, innen von der Flamme oder den Heizgasen bestrichenes Rohr, welches durch äußeren Druck beansprucht wird.

Unter der Voraussetzung genau kreisförmigen Querschnittes und Fehlens jeder Unregelmäßigkeit an Beanspruchung und Temperatur könnte die Druckspannung  $\sigma$  der Rohrwand ähnlich wie beim Rohr mit innerem Druck aus der Gleichung

$$d \cdot p = 2 s \sigma$$

ermittelt werden.

Diese einfachen Verhältnisse treffen jedoch für ein im

Betrieb befindliches Flammrohr aus folgenden Gründen niemals zu:

1. Genau kreisringförmiger Querschnitt der Wandung wird auch zu Anfang nicht vorhanden sein. Bei einem Rohr mit innerem Druck wäre das nun nicht bedenklich, da der innere Druck das Bestreben hat, vorhandene Abweichungen von der Kreisform auszugleichen. Der äußere Druck wirkt dagegen auf Vergrößerung solcher Abweichungen hin. Deshalb müssen von vornherein die genieteten Flammrohre als minderwertig gegenüber den geschweißten bezeichnet werden, da einerseits die Nietnaht eine Unregelmäßigkeit in die Form des Kreisringes bringt, andererseits die Schweißungen jetzt mit genügender Sicherheit hergestellt werden können, und die