

Erstes Kapitel.

N i e t u n g e n.

§. 54.

N i e t e n.

Die Nieten dienen zur festen Verbindung plattenförmiger Körper, namentlich der Bleche, ausserdem flacher Eisenstäbe und plattenförmiger Theile von zusammengesetzten Balken und ähnlichen Bautheilen. Als Maschinenelemente stehen sie an der Grenze von deren Gebiet, indem sie bei ihrer Anbringung noch eine wesentliche Umgestaltung oder ihre eigentliche Fertigstellung erst erfahren.

Verschiedene Formen der Nieten zeigen folgende Figuren. Die gewöhnliche schmiedeiserne Niete erhält einen angeschmiede-

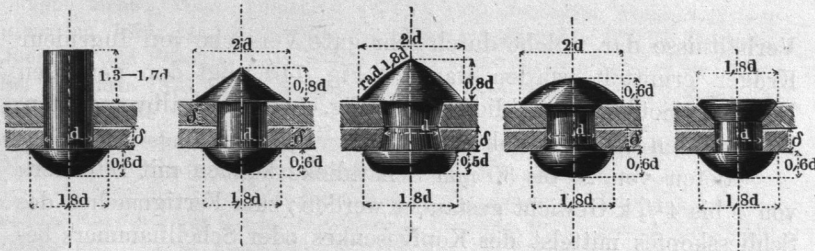
Fig. 135.

Fig. 136.

Fig. 137.

Fig. 138.

Fig. 139.



ten Kopf, den Setzkopf, Fig. 135, und einen zweiten, den Schliesskopf, Fig. 136, welcher beim Schliessen der Nietung aus dem Ende des Schaftes gebildet wird; letzterer soll hierfür um 1,3 bis 1,7 der Schaftdicke, je nach der Genauigkeit, mit welcher die Niete in das Loch passt, vorstehen. Wenn der Schliesskopf mit dem Handhammer fertig gemacht wird, was bei uns nicht mehr so häufig, als in England geschieht, so erhält er die konische Form,

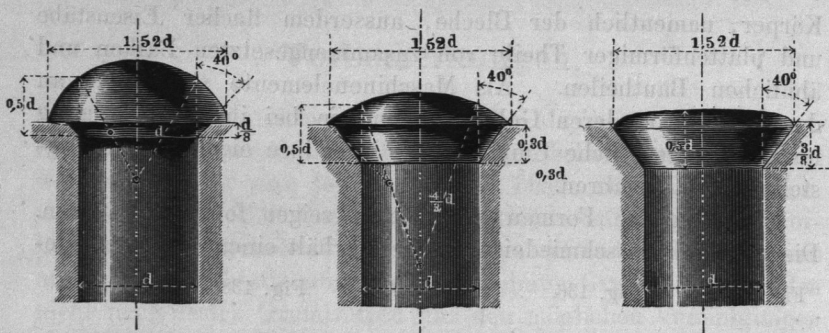
Fig. 136, wenn er aber mit dem Gesenk gestaltet wird, meistens die konoidische oder die sphärische, Fig. 137 oder Fig. 138. Die kleinen Versenkungen an den beiden Schaftenden, Fig. 138, verstärken die Niete nicht unbedeutend. Die in Fig. 137 angegebene schlanke doppelte Versenkung kann beim Durchlochen der Bleche auf dem Stanzwerk dadurch vorgesehen werden, dass man die Matrize weiter macht, als der Stempel dick ist. Bei Schmiedeeisenblechen erzeugt nach Versuchen v. Reiche's ein cylindrischer Stempel ein glattes konisches Loch, wenn die Matrizenweite um $\frac{1}{4}$ Blechdicke grösser ist als das Stempelkaliber. Fig. 139, Niete mit versenktem Schliesskopf, u. a. bei den Nietungen von Schiffswandungen vorkommend.

Bei den Nietungen der Brückenträger empfiehlt sich grosse Sorgfalt in der Wahl der Formeinzelheiten. Fig. 140 bis Fig. 142 stellen die bei den Nietungen der Dirschauer Brücke angewandten

Fig. 140.

Fig. 141.

Fig. 142.



Verhältnisse dar, welche durch sehr gute Versuche von Ingenieur Krüger ermittelt worden waren. Fig. 140 zeigt den normalen Nietkopf (Setz- und Schliesskopf), Fig. 141 den halbversenkten, Fig. 142 den ganz versenkten.

Nieten von 25 bis 30 mm Schaftdicke können mit Hämmern von 4 bis $4\frac{1}{2}$ k Gewicht gestaucht werden; zum Fertigmachen des Schliesskopfes mittelst des Kopfgesenkes oder Schellhammers bedient man sich schwererer, bis zu $7\frac{1}{2}$ k wiegender Zuschlagshämmer. Nach Molinos und Pronnier kann eine geübte Nietermannschaft an waagrecht liegenden Werkstücken (Brückenträgern) täglich Nieten setzen:

200 bis 250 Stück bei $d = 18$ mm 100 bis 125 Stück bei $d = 22$ mm
 180 " 200 " " 20 " 90 " 100 " " 25 " "
 und $\frac{3}{4}$ von diesen Anzahlen bei senkrecht stehenden Werkstücken.

Weit mehr Nieten werden in der trefflichen Kesselfabrik von Piedboeuf (Aachen) an ganz fertig vorgefertigten Kesseln von einer Mannschaft gesetzt, nämlich in 11 täglichen Arbeitsstunden:

350 Stück bei $d = 14$ bis 16 mm	260 Stück bei $d = 23$ bis 24 mm
325 " " 17 " 18 "	240 " " 25 " 26 "
300 " " 19 " 20 "	220 " " 27 " 28 "
280 " " 21 " 22 "	200 " " 29 " 30 "

Bei Cylinderkesseln von mehr als 1 m Durchmesser werden 10 Proz. mehr, bei unbequemen Formen 10 Proz. weniger gesetzt. Eine volle Mannschaft umfasst: einen Nieter, zwei Zuschläger, einen Gegenhalter, einen Schmiedejungen; für die Nieten von 14 bis 16 mm Dicke bedarf es nur eines Zuschlägers.

Neben der Handnietung ist in den letzten Jahren die Maschinennietung mehr und mehr in Aufnahme gekommen. Sie gewährt den Vortheil, dass der Nietschaft sehr rasch umgeformt wird, was seiner Festigkeit zu Gute kommt; ausserdem ist sie unter Umständen bedeutend sparsamer. Für Brückenträgnietungen hat die Maschine, nachdem sie bei der Conway-Brücke zuerst angewandt worden und mancherlei Einwürfen begegnet war, bereits ein ganz bedeutendes Anwendungsfeld gewonnen; auch für die Dampfkesselnietung scheint sie, nachdem stets erneute Verbesserungsversuche gemacht worden sind, die Handarbeit wesentlich beschränken zu sollen*).

*) Unter den Nietmaschinen für Träger und dergleichen nimmt der hydraulische Nieter von Tweddell jetzt wohl die erste Stelle ein. Beschreibungen siehe: Polyt. Zentralbl. 1874, S. 103 (schlechte Abbildung), Engineering 1875, Jan., S. 76, die von Sellers verbesserte T'sche Maschine, Journ. of the Franklin Inst. 1876, S. 305; die T'sche Maschine am Kran, Sc. American 1876, April, S. 226; kleine T'sche Maschine am Gestell, für die Werkstätte, Revue indust. 1876, S. 349. Grosse feststehende Dampf- und hydraulische Nieter, auch für Dampfkessel verwendbar, sind: die Maschine von Garforth, s. Kronauer's Zeichn. III, entnommen aus Johnson, Imp. Cyclopaedia, Taf. 42, sodann die wie die vorige mit Dampf betriebene schöne Maschine von Gouin, s. Molinos u. Pronnier, Ponts métalliques, S. 180, ferner die Riveuse hydraulique du Creusot (20 bis 80 Tonnen Druck auf die Niete, 2 bis 25 Stück minutlich), s. Revue industr. 1875, S. 369, dann die riesige hydr. Nietmaschine von M. Kay u. M. George (bis 120 Tonnen Druck auf die Niete), Engineering 1875, März, S. 223. Ein neues und, wie es scheint, sehr glückliches System ist das der Allen'schen Dampfnietermaschine, für Kesselnietungen bestimmt. Hier ist die Verbindung zwischen Stempelträger und Gegenhalter sehr geschickt durch einen dünnen Verbindungssteg bewirkt, der durch eines der noch freien Nietlöcher geht; Ausstellung in Philadelphia 1876, drei Nieten und mehr minutlich.

§. 55.

Festigkeit der Nietungen.

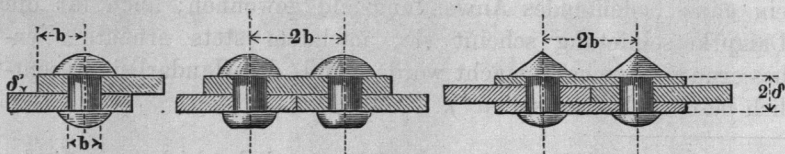
Die Nietverbindungen sollen entweder vorwiegend fest (Brückenträger und ähnliche Bauwerke) oder vorwiegend dicht sein (Gefässe von geringem inneren Druck, Schiffe, Gasbehälter), oder sie sollen die beiden genannten Eigenschaften möglichst vereinigen (Dampfkessel). Man unterscheidet daher Kraftnietungen und Verschlussnietungen, zwischen welchen diejenigen der Dampfkessel mitten inne stehen.

Die Kraftnietungen werden als einseitige oder Ueberblattungs-nietungen, Fig. 143 und 144, oder als zweiseitige oder sogenannte Kettennietungen, Fig. 145, ausgeführt; letztere Form ist nament-

Fig. 143.

Fig. 144.

Fig. 145.



lich für Brückenträger in Gebrauch gekommen. Die einseitige Nietung in Fig. 144 führt den Namen Laschennietung, u. a. gut angewandt bei stehenden Röhren, Kaminen u. s. w.; die Lasche ist als eine Blechtafel anzusehen.

Eine konstante Blechdicke δ vorausgesetzt, kann eine Nietung nicht so fest gemacht werden, als das volle Blech; immerhin aber kann man die Festigkeit der Nietung durch passend gewählte Verhältnisse gross machen. Die besten Verhältnisse werden erzielt, wenn man, unter Voraussetzung eines genügend festen Randes, die Nieten und das neben ihnen bleibende Blech gleich fest macht, d. h. ihnen gleiche Sicherheit gegen die Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze gibt. Haben Nieten und Bleche dasselbe Material, so muss hierfür nach §. 5 die Spannung in den Nietquerschnitten 0,8 mal so gross gesetzt werden, als die im Bleche. Hierauf sind die folgenden Formeln, welche die Reibung der

Nietungstheile als vergänglich unberücksichtigt lassen, gegründet.
Bezeichnet:

- δ die Blechdicke,
- d den Nietdurchmesser,
- a die Nietweite, d. i. den Achsenabstand benachbarter Nieten einer Reihe,
- n die Anzahl der Nietreihen der Nath,
- φ den Kraftmodul der Nietnath, d. h. das Verhältniss der Festigkeit der Nietnath zu derjenigen des vollen Bleches,

so werden die günstigsten Verhältnisse hinsichtlich der Festigkeit erreicht, wenn man nimmt:

bei der Ueberblattungs-nietung:

$$\left. \begin{aligned} \frac{a}{\delta} &= n \frac{\pi}{5} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 + \frac{d}{\delta} \\ \text{wobei wird:} \\ \varphi &= 1 - \frac{d}{a} = \frac{1}{1 + \frac{1}{n} \frac{5}{\pi} \frac{\delta}{d}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (43)$$

bei der Kettennietung:

$$\left. \begin{aligned} \frac{a}{\delta} &= 2 n \frac{\pi}{5} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 + \frac{d}{\delta} \\ \text{wobei:} \\ \varphi &= 1 - \frac{d}{a} = \frac{1}{1 + \frac{1}{2n} \frac{5}{\pi} \frac{\delta}{d}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (44)$$

Der Blechrand wird auf Abscheerung und auf Biegung beansprucht. Die für erstere Beanspruchung erforderliche Breite heisse b' , die für letztere b'' , beide gemessen von der Mitte der dem Rande zunächst stehenden Niete aus. Für annähernd gleiche Festigkeit mit dem durchlochtem Bleche erhält man:

bei der Ueberblattungs-nietung:

$$\left. \begin{aligned} \frac{b'}{\delta} &= \frac{5}{8} \frac{a-d}{n\delta} = \frac{\pi}{8} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \\ \frac{b''}{\delta} &= \left(0,5 + 0,56 \sqrt{\frac{d}{\delta}}\right) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (45)$$

bei der Kettennietung:

$$\left. \begin{aligned} \frac{b'}{\delta} &= \frac{5}{8} \frac{a-d}{n\delta} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \\ \frac{b''}{\delta} &= \left(0,5 + 0,79 \sqrt{\frac{d}{\delta}}\right) \frac{d}{\delta} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (46)$$

Als eine praktisch brauchbare Randbreite, welche dem Nietkopf genügend Raum gibt, gilt für beide Fälle:

$$b = 1,5 d \text{ oder } \frac{b}{\delta} = 1,5 \frac{d}{\delta} \dots \dots \dots (47)$$

Von Interesse ist noch der Flächendruck p , mit welchem der Nietschaft gegen die cylindrische Wandfläche des Nietloches gepresst wird. Ist \mathfrak{S}_2 die Zugspannung im durchlochtem Blech, so hat man:

bei der Ueberblattungsniertung

$$\frac{p}{\mathfrak{S}_2} = 0,2 \pi \frac{d}{\delta} \dots \dots \dots (48)$$

bei der Kettenniierung

$$\frac{p}{\mathfrak{S}_2} = 0,4 \pi \frac{d}{\delta} \dots \dots \dots (49)$$

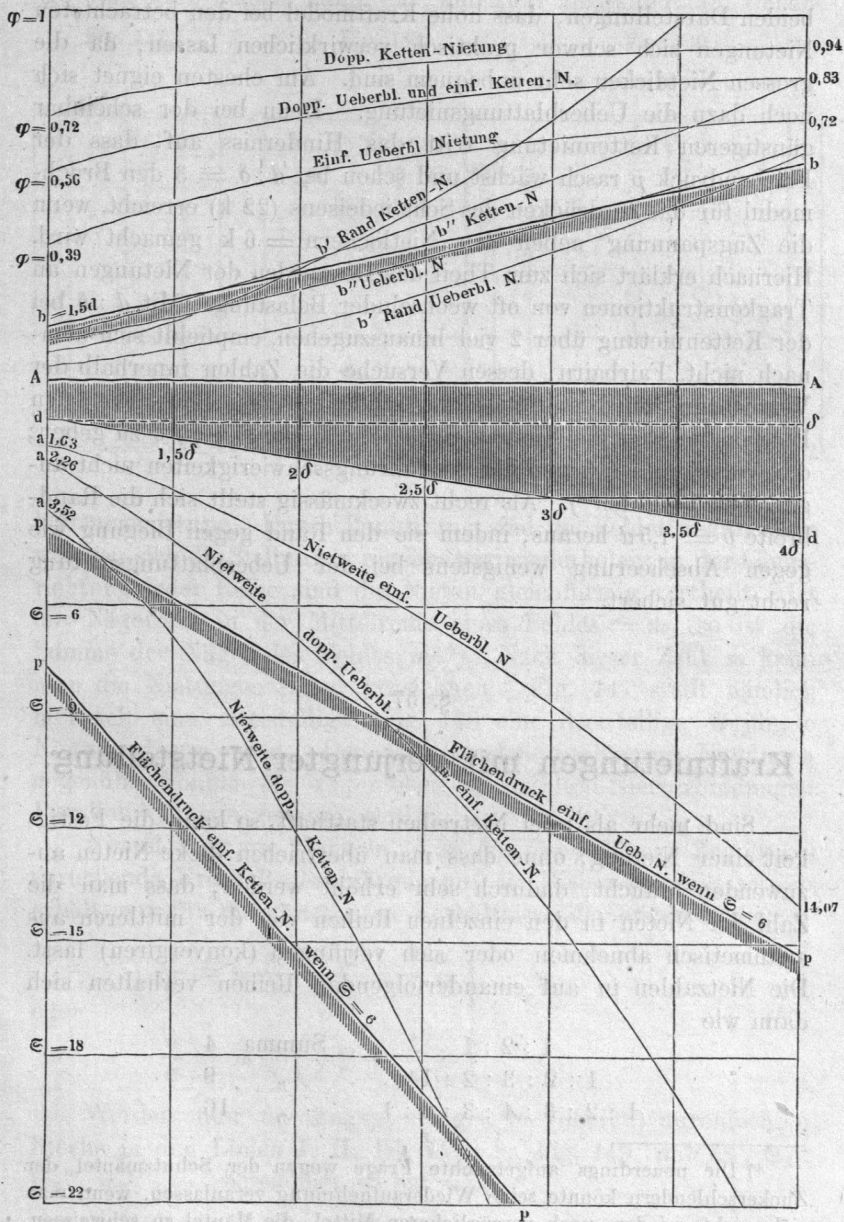
Zur Vergleichung einiger wichtiger Zahlenergebnisse der sämtlichen vorstehenden Formeln dient folgende Tabelle nebst Riss.

§. 56.

Tabelle und Proportionsriss über Kraftniertungen.

$d/\delta =$		1,0		1,5		2,0		2,5		3,0		4,0	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ueberbl.-Niierung	$a/\delta =$	1,63	2,22	2,92	4,33	4,52	7,04	6,43	10,37	8,67	14,33	14,07	24,14
	$b'/\delta =$	0,39	0,39	0,88	0,88	1,57	1,57	2,54	2,54	3,53	3,53	6,28	6,28
	$b''/\delta =$	1,06	1,06	1,78	1,78	2,58	2,58	3,46	3,46	4,31	4,31	6,48	6,48
	$\varphi =$	0,39	0,55	0,49	0,65	0,56	0,72	0,61	0,76	0,65	0,79	0,72	0,83
	$p/\mathfrak{S}_2 =$	0,63	0,63	0,94	0,94	1,26	1,26	1,57	1,57	1,88	1,88	2,51	2,51
Kettenniierung	$a/\delta =$	2,26	3,52	4,33	7,15	7,04	12,05	10,37	18,21	14,33	25,61	24,14	44,21
	$b'/\delta =$	0,79	0,79	0,96	0,96	3,14	3,14	4,91	4,91	7,07	7,07	12,56	12,56
	$b''/\delta =$	1,29	1,29	2,20	2,20	3,24	3,24	4,37	4,37	5,60	5,60	8,32	8,32
	$\varphi =$	0,56	0,72	0,65	0,79	0,72	0,83	0,76	0,86	0,79	0,90	0,83	0,94
	$p/\mathfrak{S}_2 =$	1,26	1,26	1,88	1,88	2,51	2,51	3,14	3,14	3,77	3,77	5,03	5,03

Fig. 146.



In dem umstehenden Riss sind die wichtigsten der behandelten Werthe zeichnerisch zusammengestellt. Man ersieht aus beiden Darstellungen, dass hohe Kraftmodel bei den betrachteten Nietungen sich schwer praktisch verwirklichen lassen, da die grossen Nietdicken sehr unbequem sind. Am ehesten eignet sich noch dazu die Ueberblattungsnielung. Denn bei der scheinbar günstigeren Kettennieltung tritt das Hinderniss auf, dass der Flächendruck p rasch wächst und schon bei $d : \delta = 3$ den Bruchmodul für das Zerdrücken des Schmiedeiseus (22 k) erreicht, wenn die Zugspannung neben den Nietlöchern = 6 k gemacht wird. Hiernach erklärt sich zum Theil das Loswerden der Nietungen an Tragkonstruktionen von oft wechselnder Belastung. Mit $d : \delta$ bei der Kettennieltung über 2 viel hinauszugehen, empfiehlt sich demnach nicht. Fairbairn, dessen Versuche die Zahlen innerhalb der Versuchsgrenzen bestätigt haben, schlug vor, bei Bauwerken den Blechen, so weit die Nietung reicht, die Dicke ($1 : \varnothing$) δ zu geben; der Vorschlag ist wegen der Ausführungsschwierigkeiten nicht angenommen worden*). Als recht zweckmässig stellt sich die Randbreite $b = 1,5d$ heraus, indem sie den Rand gegen Biegung wie gegen Abscheerung wenigstens bei der Ueberblattungsnieltung recht gut sichert.

§. 57.

Kraftnietungen mit verjüngter Nietstellung.

Sind mehr als zwei Nietreihen statthaft, so kann die Festigkeit einer Nietung, ohne dass man übertriebene dicke Nieten anzuwenden braucht, dadurch sehr erhöht werden, dass man die Zahl der Nieten in den einzelnen Reihen von der mittleren aus arithmetisch abnehmen oder sich verjüngen (konvergiren) lässt. Die Nietzahlen in auf einanderfolgenden Reihen verhalten sich dann wie

1 : 2 : 1	. . .	Summa	4
1 : 2 : 3 : 2 : 1	. . .	"	9
1 : 2 : 3 : 4 : 3 : 2 : 1	. . .	"	16

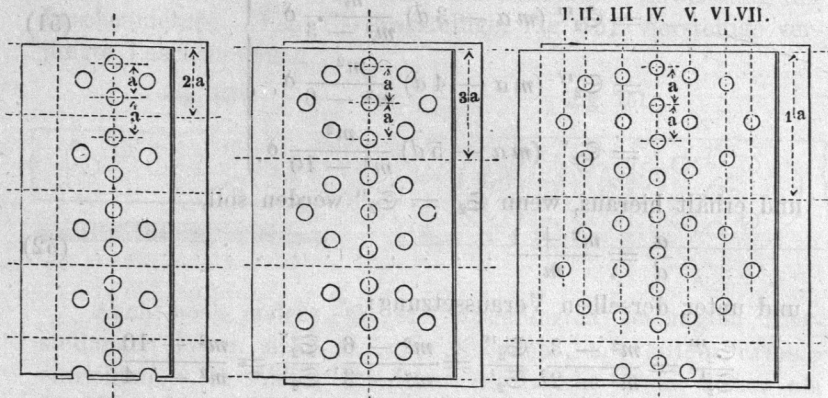
*) Die neuerdings aufgetauchte Frage wegen der Schutzmäntel der Zuckerschleudern könnte seine Wiederaufnehmung veranlassen, wenn man sich nicht zu dem noch vorzüglicheren Mittel, die Mäntel zu schweissen, entschliessen will. Vergl. indess auch §. 57.

Folgende Figuren stellen solche verjüngte Nietungen, wie man sie wohl kurz nennen kann, dar, und zwar angewandt auf Ueber-

Fig. 147.

Fig. 148.

Fig. 149.



blattungs-nietung. Durch Punktirung sind die Felder begrenzt, in welchen sich die Stellungen regelmässig wiederholen; in der Längsrichtung jeder Reihe sind die Niete gleichförmig vertheilt. Ist die Nägelzahl in der Mittelreihe eines Feldes = m , so ist die Summe der Nägel des Feldes m^2 *) . Nach dieser Zahl m kann man die Nietungen näher bezeichnen. Fig. 147 stellt nämlich hiernach eine zweistellige, Fig. 148 eine dreistellige verjüngte Nietung dar u. s. w. Den vorliegenden verjüngten Nietungen gegenüber können die weiter oben behandelten Nietverbindungen Parallelnietungen genannt werden.

Nimmt man wie oben an, dass die das Feld auf Zug beanspruchende Kraft P gleichförmig auf die Niete vertheilt sei, so erhält man für die günstigsten Verhältnisse der ersten Reihe:

$$\left. \begin{aligned} \frac{a}{\delta} &= m \frac{\pi}{5} \left(\frac{d}{\delta} \right)^2 + \frac{1}{m} \frac{d}{\delta} \\ \text{oder} \quad \frac{a}{d} &= m \frac{\pi}{5} \left(\frac{d}{\delta} \right) + \frac{1}{m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (50)$$

Werden nun die Zugspannungen im (oberen) durchlochtem Bleche in den Linien I, II, III, IV . . . , Fig. 149, mit $\mathfrak{S}_2^I, \mathfrak{S}_2^{II}, \mathfrak{S}_2^{III}, \mathfrak{S}_2^{IV} \dots$ bezeichnet, so hat man:

1) Weil $\frac{1}{2} [1 + m] m + \frac{1}{2} [1 + (m - 1)] (m - 1) = m^2$.

$$\left. \begin{aligned}
 P &= \mathfrak{E}_2^I (ma - d) \delta \\
 &= \mathfrak{E}_2^{II} (ma - 2d) \frac{m^2}{m^2 - 1} \delta \\
 &= \mathfrak{E}_2^{III} (ma - 3d) \frac{m^2}{m^2 - 3} \delta \\
 &= \mathfrak{E}_2^{IV} (ma - 4d) \frac{m^2}{m^2 - 6} \delta \\
 &= \mathfrak{E}_2^V (ma - 5d) \frac{m^2}{m^2 - 10} \delta
 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (51)$$

und erhält hieraus, wenn $\mathfrak{E}_2^I = \mathfrak{E}_2^{II}$ werden soll,

$$\frac{a}{d} = \frac{m^2 + 1}{m} \dots \dots \dots (52)$$

und unter derselben Voraussetzung:

$$\frac{\mathfrak{E}_2^{III}}{\mathfrak{E}_2^I} = \frac{m^2 - 3}{m^2 - 2}, \quad \frac{\mathfrak{E}_2^{IV}}{\mathfrak{E}_2^I} = \frac{m^2 - 6}{m^2 - 3}, \quad \frac{\mathfrak{E}_2^V}{\mathfrak{E}_2^I} = \frac{m^2 - 10}{m^2 - 4},$$

d. h. die in den Linien III, IV, V . . . entstehenden Spannungen sind kleiner als $\mathfrak{E}_2^I = \mathfrak{E}_2^{II}$. Somit ist die Annahme brauchbar. Sie ergibt, wenn in (50) eingeführt:

$$\frac{d}{\delta} = \frac{5}{\pi} = 1,5916 \sim 1,6 \dots \dots \dots (53)$$

d. h. es ist zweckmässig $d : \delta$ konstant und zwar = 1,6 zu setzen. Für den Kraftmodul φ erhält man nun, wenn die Zugspannung im vollen Blech = \mathfrak{E}_1 ,

$$\varphi = \frac{\mathfrak{E}_1}{\mathfrak{E}_2^I} = 1 - \frac{d}{ma} = \frac{m^2}{m^2 + 1} \dots \dots \dots (54)$$

Zugleich kommt für den Flächendruck p auf die Niete:

$$p = \frac{P}{m^2 \delta d} = \mathfrak{E}_2^I \dots \dots \dots (55)$$

Diese Verhältnisse sind alle recht günstig, indem sich ergibt für:

$m = 2$	3	4	5
$\frac{d}{\delta} = 1,6$	1,6	1,6	1,6
$\frac{a}{d} = 2,50$	3,33	4,25	5,20
$\frac{a}{\delta} = 4,0$	5,32	6,80	8,32
$\varphi = 0,80$	0,90	0,94	0,96

Für die Verbindung ausgedehnterer Platten empfiehlt sich wohl nur die zweistellige verjüngte Nietung, die drei- und mehrstellige eignet sich dagegen für die Schiftung flacher Stäbe, wie sie bei Trägern vorkommen, und zwar unter Anwendung der Laschennietung. Fig. 150 dreistellige, Fig. 151 vierstellige verjüngte Laschennietung.

Fig. 150.

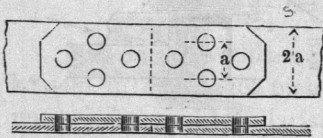
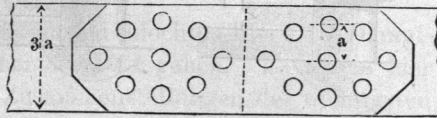


Fig. 151.



Auch noch andere als die vorgeführten verjüngten Nietstellungen lassen sich, wie man übersieht, mit gutem Erfolge einrichten, z. B. solche, bei denen die Lasche etwas dicker als die Unterplatte gewählt wird; ihre Berechnung ist aus der obigen für den einzelnen Fall abzuleiten (vergl. auch §. 59 zu Ende).

§. 58.

Dampfkesselnietungen.

Für die Dampfkessel werden gewöhnlich nur die Parallelnietungen benutzt. Hier darf man wegen des dichten Verschlusses keine weite Nietstellung anwenden; aus demselben Grunde werden bei den dünneren Blechen verhältnissmässig dickere und weitergestellte Nieten benutzt, als bei stärkeren, und zudem die Ränder der Bleche und Nietköpfe gestemmt. Hierzu werden die Blechränder besonders vorbereitet, und zwar nach der älteren Methode, indem man die rechtwinklig zur Unterplatte stehende Blechstirn mit dem Meissel vornuthet, Fig. 152, und darauf das Liegende der Nuth an die Unterplatte stemmt, nach der neueren Methode, indem man den Rand schon auf der Blechscheere schräge schneidet, Fig. 153, worauf das Antreiben ohne andere Vorarbeit geschehen kann. Schrägungswinkel etwa $18\frac{1}{2}^\circ$, nämlich entsprechend einem Anzug $= \frac{1}{3}$. Nach der Methode des Amerikaners Connery geschieht das Stemmen am vortheilhaftesten mit einem stark abgerundeten Treiber, siehe Fig. 154; ein solcher beschädigt nicht die Unterplatte, wie der ältere, rechtwinklig abgestumpfte

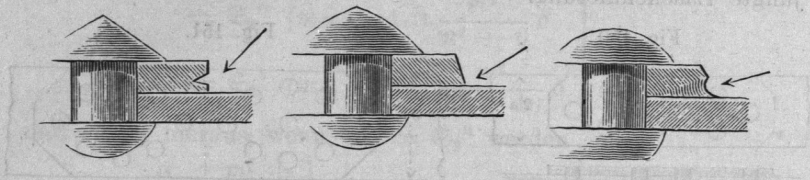
Treiber leicht thut; auch erstreckt sich eine Wirkung weiter in das Blech hinein.

Diese in den Vordergrund tretende Berücksichtigung des dichten Verschlusses weist auf die in der Praxis brauchbar er-

Fig. 152.

Fig. 153.

Fig. 154.



kannten Abmessungsverhältnisse der Kesselnietungen als maassgebend hin. Nach Lemaitre ist es zweckmässig, für Dampfkessel zu nehmen bei der einfachen Nietung:

$$\left. \begin{aligned} d &= 4 + 1,5 \delta \\ a &= 10 + 2 d \\ b &= 1,5 d \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (56)$$

Die doppelte Ueberblattungsnietung wird bei Kesseln auch benutzt. Insbesondere wenden manche dieselbe mit Vorzug für die Längsnäthe cylindrischer Kessel an, während sie die Quer- oder Rundnäthe einfach nieten, da die Beanspruchung der Längsschnitte solcher Kessel sehr nahe doppelt so gross ist, als die Querdurchschnitte. Unter Beibehaltung obiger Formel für d kann man bei der Doppelnietung, d. i. der zweireihigen Parallelnietung, für die Nietweite a_2 in jeder Nietreihe nehmen:

$$a_2 = 20 + 3 d \dots \dots \dots (57)$$

während der Abstand der Nietmittel der vorderen Reihe von demjenigen der zweiten wie oben $= 10 + 2 d$ gemacht wird. Manche behalten für beide Reihen diese letztere Nietweite bei. (Vergl. unten Fig. 156.)

Hinsichtlich des Kraftmoduls φ hat man bei den vorliegenden Nietungen zu beachten, dass die Nieten und das durchlochte Blech nicht für gleiche Sicherheit proportionirt sind. Man hat demnach für beide einzeln die Kraftmodel zu ermitteln und den kleineren von beiden als denjenigen der fertigen Nietung anzusehen. Ist

φ' der Kraftmodul für das durchlochte Blech,

φ'' derjenigen für die Nieten,

so hat man, entsprechend den früheren Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \varphi' &= \frac{a - d}{a} \\ \varphi'' &= \frac{\pi}{5} n \frac{d^2}{a \delta} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (58)$$

Für den Flächendruck p der Nietensäfte kommt endlich bei den obigen Verhältnissen, für einfache wie doppelte Nath:

$$\frac{p}{\mathfrak{S}_2} = \frac{\pi}{5} \left(\frac{4}{\delta} + 1,5 \right) \dots \dots \dots (59)$$

Man lässt die Spannung \mathfrak{S}_2 im durchlochten Blech bei Dampfkesseln in der Regel nicht über 3 bis 4 k gehen. Es folgen hier nun wieder zwei tabellarische Zusammenstellungen der wichtigsten Ergebnisse vorstehender Formeln.

§. 59.

Tabelle und Proportionsriss über Dampfkesselnietungen.



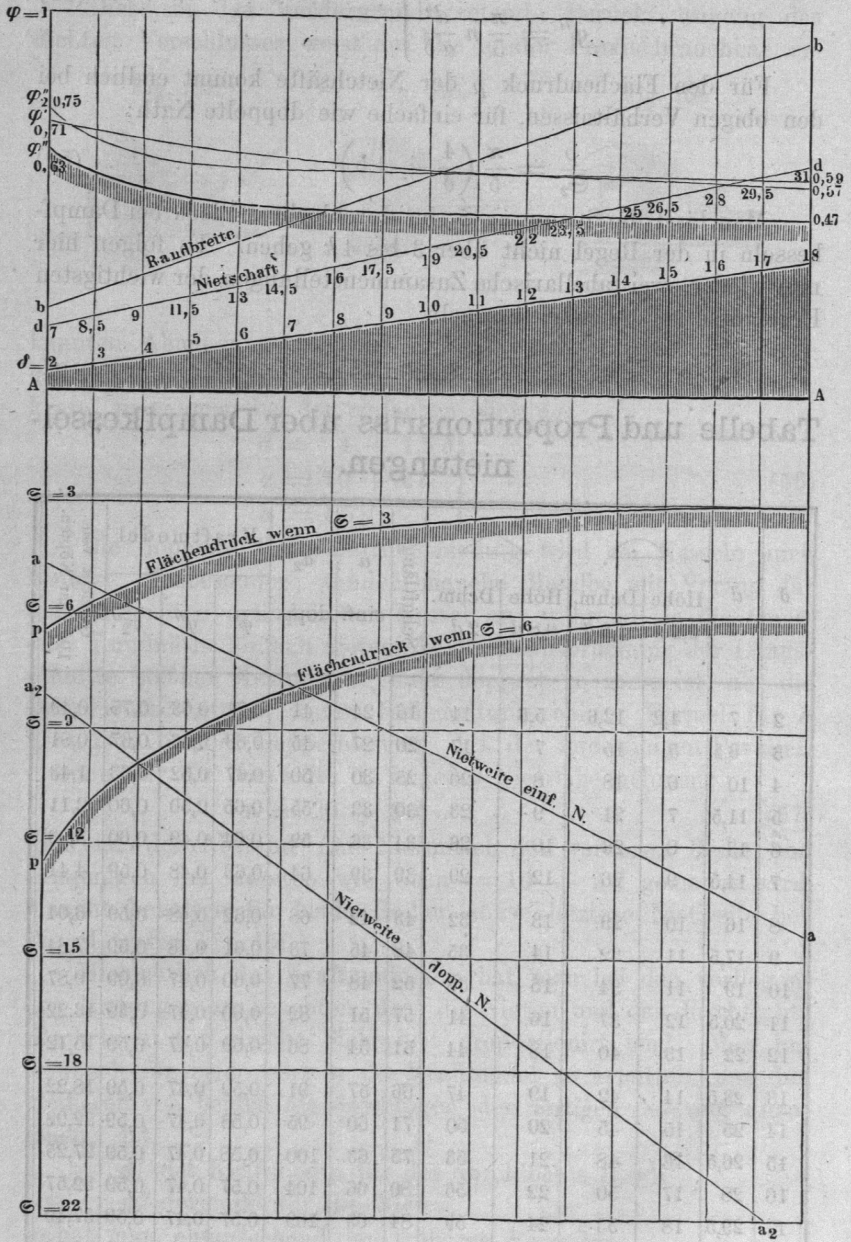
δ	d					Schaftlänge	a		Kraftmodel			Gewicht von 100 Paar Köpfen.
		Höhe 0,6 d	Dchm. 1,8 d	Höhe 0,8 d	Dchm. 2 d		einf.	dopp.	φ'	φ''	φ_2''	
2	7	4,2	12,6	5,6	14	16	24	41	0,71	0,63	0,75	0,49
3	8,5	5	15	7	17	20	27	45	0,69	0,56	0,67	0,81
4	10	6	18	8	20	25	30	50	0,67	0,52	0,63	1,43
5	11,5	7	21	9	23	30	33	55	0,65	0,50	0,60	2,11
6	13	8	23	10	26	34	36	59	0,64	0,49	0,60	3,03
7	14,5	9	26	12	29	39	39	64	0,63	0,48	0,59	4,41
8	16	10	29	13	32	43	42	68	0,62	0,48	0,59	6,04
9	17,5	11	32	14	35	48	45	73	0,61	0,48	0,59	7,84
10	19	11	34	15	38	52	48	77	0,60	0,47	0,09	9,87
11	20,5	12	37	16	41	57	51	82	0,60	0,47	0,59	13,22
12	22	13	40	18	44	61	54	86	0,59	0,47	0,59	15,12
13	23,5	14	42	19	47	66	57	91	0,59	0,47	0,59	18,22
14	25	15	45	20	50	71	60	95	0,58	0,47	0,59	22,98
15	26,5	16	48	21	53	75	63	100	0,58	0,47	0,59	27,25
16	28	17	50	22	56	80	66	104	0,57	0,47	0,59	32,57
17	29,5	18	53	24	59	84	69	109	0,57	0,47	0,59	37,40
18	31	19	56	25	62	89	72	113	0,57	0,47	0,59	42,59

Fig. 155.



Die Schaftlänge ist $= 2\delta + 1,7d$ gesetzt, entspricht also einer Niete, welche zwei Bleche von der Dicke δ zu verbinden hat, bei reichlicher Zugabe für zu weite Bohrung der Bleche, siehe §. 54. Die letzte Spalte ist bei Voranschlägen benutzbar.

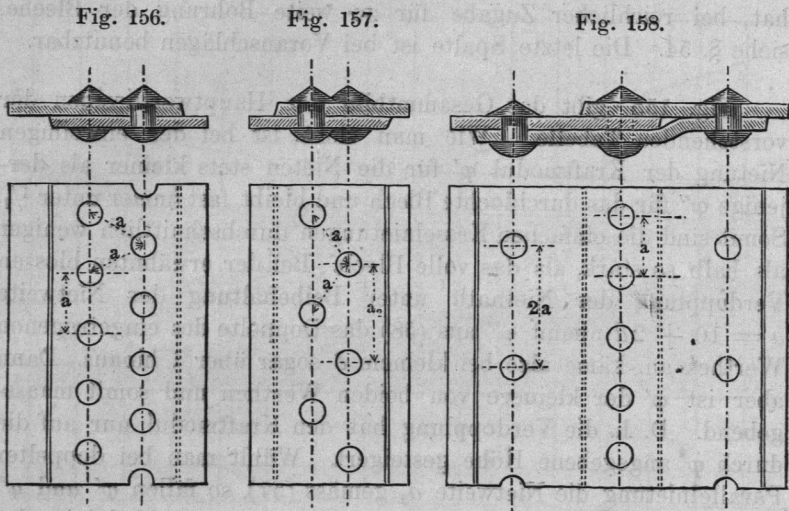
Fig. 155 gibt das Gesamtbild der Hauptwerthreihen der vorstehenden Tabelle. Wie man sieht, ist bei der einreihigen Nietung der Kraftmodul φ' für die Nieten stets kleiner als derjenige φ'' für das durchlochte Blech und bleibt fast immer unter $\frac{1}{2}$. Somit sind die einfachen Kesselnietungen durchschnittlich weniger als halb so stark, als das volle Blech. Bei der erwähnten blossen Verdopplung der Nietnath unter Beibehaltung der Nietweite $a = 10 + 2d$ nimmt φ'' aus (58) das Doppelte des eingetragenen Werthes an, käme also bei kleinem δ sogar über 1 hinaus. Dann aber ist φ' der kleinere von beiden Werthen und somit maassgebend. D. h. die Verdopplung hat den Kraftmodul nur auf die durch φ' angegebene Höhe gesteigert. Wählt man bei doppelter Parallelnietung die Nietweite a_2 gemäss (57), so fallen φ' und φ'' grösser aus, als vorhin. Der kleinere der beiden Model ist der für die Nieten; er wird:

$$\varphi_2'' = 2 \frac{\pi d^2}{5 a \delta} \dots \dots \dots (60)$$

Seine Werthe liegen zwischen 0,75 und 0,57, und sind in Tabelle und Proportionsriss eingetragen. Der Flächendruck p bewegt sich überall innerhalb statthafter Grenzen.

Fig. 156 (a. f. S.) zeigt eine Doppelnietung, bei welcher die Nietweite überall $= 10 + 2d$ genommen ist, Fig. 157 eine solche, bei welcher in den beiden Reihen einzeln genommen der Werth $a_2 = 20 + 3d$ zu Grunde liegt. Die Laschennietung (Fig. 144), welche wir auch bei Dampfkesseln einfach und doppelt benutzen, wird von den Amerikanern für Dampfkessel nicht angewandt. Statt ihrer bedienen sie sich der in Fig. 158 dargestellten Nietung. Dieselbe ist eine Verbindung der Parallelnietung mit der verjüngten Nietung. Man setzt die Lasche auf die innere Seite der Kesselwandung; dabei erhalten die beiden Laschennäthe halb so viel, aber ebenso dicke Nieten als die Hauptnath. Der Mangel, dass man die innere Randfuge der Hauptnath nicht stemmen kann, wird nicht als störend angesehen gegenüber dem Gewinn an Festigkeit. Man erhält $\varphi' = 2a - d : 2a$, $\varphi'' = 0,3\pi d^2 : a\delta$,

von welchen Werthen der kleinere der bestimmende ist, denjenigen unserer Doppelnietung aber übertrifft*).



Beispiel. $\delta = 8$, $d = 16$, $a = 10 + 2d = 42$ gibt $\varphi' = 84 - 16 : 84 \sim 0,81$, $\varphi'' = 0,3\pi \cdot 256 : 8 \cdot 42 \sim 0,72$. Es sei hier bemerkt, dass die amerikanischen Kesselbauer die Nietweite im allgemeinen etwas grösser machen, als wir zu thun gewohnt sind**).

Da hier drei Nietreihen angewandt sind und die Stimmung an den äusseren, weit getheilten Reihen stattfindet, macht die Nietung mehr Mühe bei mindestens derselben Nathbreite, als die obige zweistellige verjüngte Nietung Fig. 147, welche überdies den Kraftmodul 0,80 zeigt. Man würde also diese wohl vorzuziehen haben.

*) Die beiden in das Feld fallenden Niete der Hauptnath sind (bei gleicher Kraftvertheilung) mit je $\frac{1}{3}P$, die Niete der Nebennath ebenfalls mit $\frac{1}{3}P$ belastet; die Lasche geht über die Hauptnath hin, ohne deren Niete zu belasten, da die gegenüberliegende Nebenniete mit $-\frac{1}{3}P$ auf die Lasche wirkt. Demnach ist für die Niete $P = \frac{3}{4}\pi d^2 \mathcal{E}_3'$, für das volle Blech $P = \mathcal{E}_1 2a\delta$. Der Kraftmodul φ'' aber ist, da \mathcal{E}_3 für Abscheeren gilt, $= \mathcal{E}_1 : \frac{5}{4}\mathcal{E}_3'$, somit $\varphi'' = \frac{4}{5}\frac{3}{4}\pi d^2 : 2a\delta = 0,3\pi d^2 : 2a\delta$. Für die Hauptnath ergibt sich φ' aus: $P = \frac{3}{2}(2a - 2d)\delta \mathcal{E}_2'' = \mathcal{E}_1 2a\delta$, woraus $\varphi' = 3(a - d) : 2a$, d. i. $> 2a - d : 2a$, also nicht bestimmend.

**) Beispiele. 1) einf. Nietung, $d = 17,46$, $a = 47,62$, $\delta = 9,52$ mm; $10 + 2d$ gäbe $a = 44,92$. 2) einf. Nietung, $d = 22,23$, $a = 66,67$, $\delta = 9,52$ mm; $10 + 2d$ gäbe $a = 54,46$. 3) doppelte Nietung, $d = 19$, $a_2 = 85,7$; $\delta = 9,52$ mm; $20 + 3d$ gäbe $a_2 = 77$ mm.

Gasometer. Diese zeigen geringe Schwankungen in Blechdicke und Nietung. Erprobte Ausführungen besitzen kalt eingesetzte Niete von 7 bis $7\frac{1}{2}$ mm Dicke und 25 mm Abstand bei 13 mm Randbreite; der dichte Verschluss wird durch eine unter die äussere Ueberblattung gelegte Liderschnur, welche mit Mennigkitt getränkt ist, gesichert.

§. 60.

Tabelle über die Gewichte der Metallplatten.

Blechdicke mm.	Gewicht in Kilogr. pro 1 Quadratmeter.					
	Schmied- eisen.	Guss- eisen.	Messing.	Kupfer.	Blei.	Zink.
1	7,79	7,24	8,51	8,79	11,35	6,86
2	15,58	14,49	17,02	17,58	22,70	13,72
3	23,36	21,73	25,52	26,36	34,06	20,58
4	31,15	28,97	34,03	35,15	45,41	27,44
5	38,94	36,22	42,54	43,94	56,76	34,31
6	46,73	43,46	51,05	52,73	68,11	41,17
7	54,52	50,70	59,56	61,52	79,46	48,03
8	62,30	57,94	68,06	70,30	90,82	54,89
9	70,09	65,19	76,57	79,09	102,17	61,75
10	77,88	72,43	85,08	87,88	113,52	68,61
11	85,67	79,67	93,59	96,67	124,85	75,47
12	93,46	86,92	102,10	105,46	136,22	82,33
13	101,24	94,16	110,60	114,24	147,58	89,19
14	109,03	101,40	119,11	123,03	158,93	96,05
15	116,82	108,65	127,62	131,82	170,28	102,92
16	124,61	115,89	136,13	140,61	181,63	109,78
17	132,40	123,13	144,64	149,40	192,98	116,64
18	140,18	130,37	153,14	158,18	204,34	123,50
19	147,97	137,62	161,65	166,97	215,69	130,36
20	155,76	144,86	170,16	175,76	227,04	137,22
21	163,55	152,10	178,67	184,55	238,39	144,08
22	171,34	159,35	187,18	193,34	249,74	150,94
23	179,12	166,59	195,68	202,12	261,10	157,80
24	186,91	173,83	204,19	210,91	272,45	164,66
25	194,70	181,08	212,70	219,70	283,80	171,53

Das Gewicht eines Quadratmeters Platte ist gleich dem Gewicht des Kubikdecimeters ihres Materials (Zahlenwerth des spezif. Gewichtes) multipliziert mit der Zahl, welche die Plattendicke in mm angibt.

§. 61.

Andere Formen von Nietverbindungen.

Bildung von Flächen. Fig. 159 Verbindungen von drei Tafeln. Behufs sicheren Anlegens wird das Blech Nr. 2 an der Ecke zugeschärft und Nr. 1 darüber hingebogen. Fig. 160 Ver-

Fig. 159.

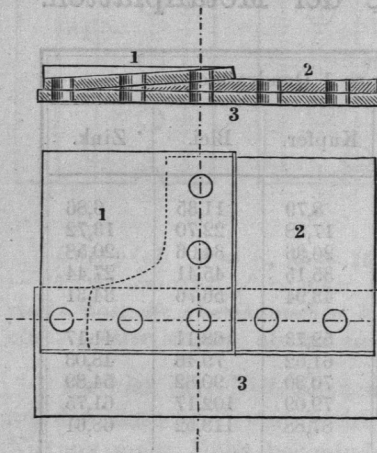
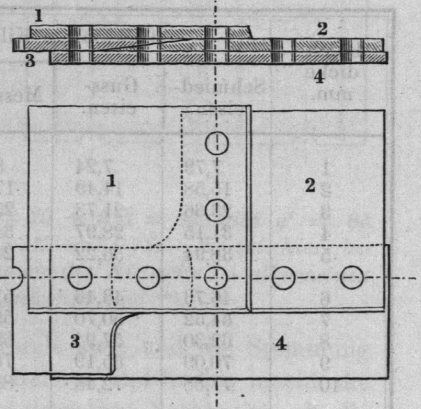


Fig. 160.

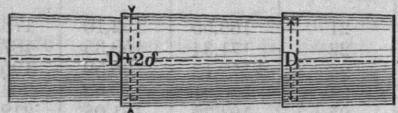


bindung von vier Tafeln; hier erhalten die Bleche Nro. 2 und 3 eine Zuschärfung, während 1 und 4 sowohl ungeschärft als ungekröpft bleiben. Bei dem Bau von Dampfkesseln werden die einzelnen Rohrstücke oder Schüsse entweder cylindrisch ineinandergeschoben, Fig. 161, oder wie es Fig. 162 andeutet, als Hohl-

Fig. 161.



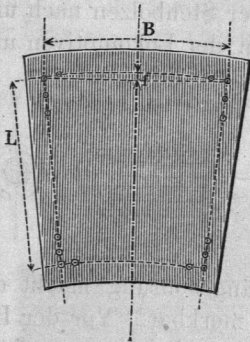
Fig. 162.



kegelabschnitte gebildet, so dass die Fugenköpfe alle dieselbe Richtung von der Flamme ab erhalten. Letztere Verbindung erfordert eine schwache Krümmung der an den Kegelgrund-

flächen liegenden Tafelränder und Nietreihen, welche man wie folgt bestimme.

Fig. 163.



Ist noch:

- D der Kesseldurchmesser, Fig. 162,
- B die Breite einer Platte, Fig. 163, gemessen auf dem Umfang,
- L die Länge der Platte, zwischen den Quernietreihen gemessen,
- f die gesuchte Pfeilhöhe des Bogens B , so nehme man:

$$\frac{f}{\delta} = \frac{1}{4} \frac{B}{D} \frac{B}{L} \dots \dots \dots (61)$$

Beispiel. Bei Röhren, deren Umfläche aus einer Tafel hergestellt wird (Sieder, Wasserröhren) ist $B = \pi D$. Wäre in einem solchen Falle die Tafellänge $L = 1\text{m}$, die Breite $B = 2\text{m}$, so würde nach (61) zu nehmen sein: $f : \delta = 0,785 \cdot 2 = 1,570$, also f etwas über $1\frac{1}{2}$ Blechdicke.

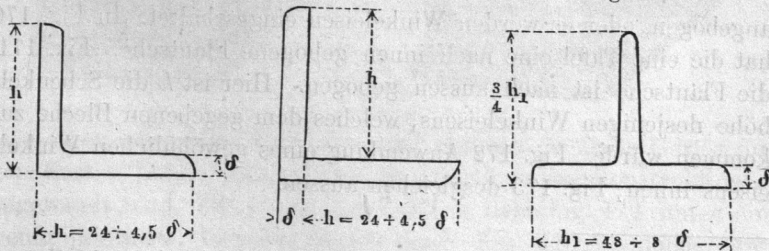
Bei der Flächenbildung mittelst Laschennietung auf sich kreuzenden Näthen muss besonders vorsichtig verfahren werden, um einen dichten Verschluss zu erhalten. Leicht kommt man indess zu einem guten Resultat, wenn man die Längs- und Queraschen auf verschiedene Seiten des Bleches legt. Die Tenderkasten zeigen öfter Laschennietungen, deren Laschen einseitig liegen und an der Kreuzungsstelle ineinander eingelassen sind.

Versteifung von Flächen. Hierzu dienen sehr häufig die Winkel- und die T-Eisen. Fig. 164 inneres, Fig. 165 äusseres Winkeleisen, Fig. 166 einfaches T-Eisen. Die (von Redtenbacher

Fig. 164.

Fig. 165.

Fig. 166.



angegebenen) Verhältnisse, welche Fig. 164 beigeschrieben sind, liefern sehr gute Abmessungen. Die Querschnittsformen der

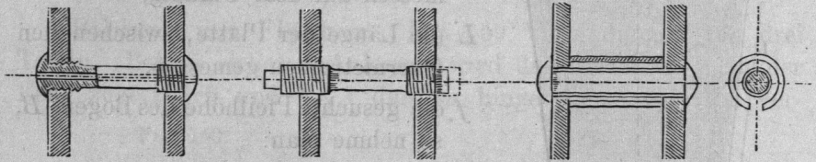
T-Eisen finden sich in der Praxis veränderlicher als die der Winkeleisen*).

Zur Versteifung paralleler, nahe benachbarter Tafeln dienen die Stehbolzen. Fig. 167 und 168 kupferner Stehbolzen nach und vor der Vernietung, bei den Feuerbüchsen der Lokomotiven und

Fig. 167.

Fig. 168.

Fig. 169.



Schiffskessel vielfach angewandt. Die Längsbohrung macht das beginnende Zerbrechen des Bolzens zeitig merkbar. Vor der Bildung der Schliessköpfe wird das Gewinde am besten weggefräst, vergl. Fig. 167 links. Fig. 169 eiserner Stehbolzen für denselben Zweck wie der vorige. Das Zusammenrücken der Platten wird durch die zwischengestellte schmiedeiserne Büchse verhindert. Diese wird unten offen gelassen, um dem Wasser Zu- und Abfluss zu gestatten; der Bolzenschaft ist mit einer vor Rost schützenden Kupferhülle überzogen. Auch Gewindestehbolzen sind von sehr weichem Eisen oder Stahl hergestellt worden, einstweilen indessen sind die kupfernen noch die vorgezogenen.

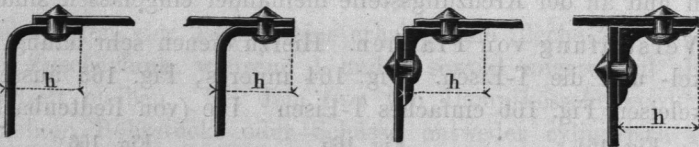
Bildung von Kanten. Fig. 170 bis 173. Bei der Kantenbildung wird gewöhnlich entweder dem einen Bleche eine Flantsche

Fig. 170.

Fig. 171.

Fig. 172.

Fig. 173.



angeboten, oder es werden Winkeleisen eingeschaltet. In Fig. 170 hat die eine Tafel eine nach innen gebogene Flantsche. Fig. 171, die Flantsche ist nach aussen gebogen. Hier ist h die Schenkelhöhe desjenigen Winkeleisens, welches dem gegebenen Bleche zukommen würde. Fig. 172 Anwendung eines gewöhnlichen Winkel eisens innen; Fig. 173 desgleichen aussen.

*) Reiche Auswahl von Formen in den Preisverzeichnissen der Hüttenwerke; Vorschläge zur allgemeinen Regelung der Kaliber werden jetzt (1878) verhandelt.

Bildung von Ecken. Die Eckbildung macht bei den Nietverbindungen die meisten Schwierigkeiten; sie fällt mannigfach verschieden aus, je nachdem man zu den Kanten eine oder die andere der oben angeführten Verbindungen auswählt. Die folgenden Figuren zeigen einige der wichtigeren Konstruktionen.

Fig. 174 stehende Kante nach Fig. 170, die beiden liegenden nach Fig. 172, das Blech 2 erhält unten eine Zuschärfung. Fig. 175

Fig. 174.

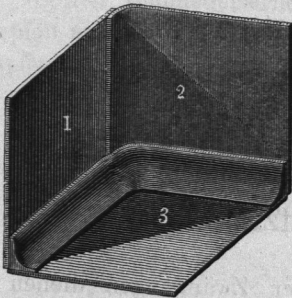
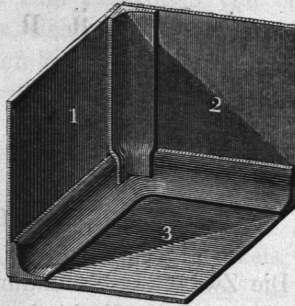


Fig. 175.



alle drei Kanten nach Fig. 172; das stehende Winkeleisen abgekröpft und auf das liegende genietet.

Fig. 176 Kanten nach Fig. 172; die Winkeleisen sind in der Ecke zusammengeschweisst, was eine etwas mühsame Arbeit ist,

Fig. 176.

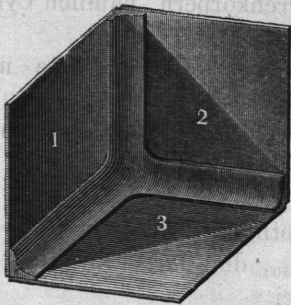
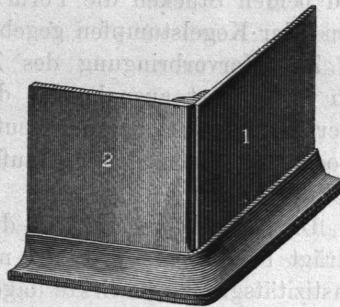


Fig. 177.



aber einen sehr guten Verschluss und zugleich ein festes Gerüst für den Kasten liefert, jedoch nur für weniger grosse Konstruktionen angewandt wird. Fig. 177 stehende Kante nach Fig. 172, unten ein wenig gerundet, liegende Kante nach Fig. 173; einfache, gut schliessende und sehr haltbare Eckbildung.