

Maschinenelemente

von

Hugo Krause

Maschinenelemente.

Ein Leitfaden

zur

Berechnung und Konstruktion der Maschinenelemente

für

technische Mittelschulen, Gewerbe- und Werkmeisterschulen
sowie zum Gebrauche in der Praxis.

Von

Hugo Krause,

Ingenieur.

Mit 305 in den Text gedruckten Figuren.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1905

ISBN 978-3-662-35625-8

ISBN 978-3-662-36455-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-36455-0

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1905

Alle Rechte, insbesondere das der
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Vorwort.

Das vorliegende Buch ist zunächst als Lehrbuch für technische Mittelschulen und als Nachschlagebuch für die Absolventen derselben bestimmt; da es aber nur die elementarsten Kenntnisse der Mathematik, Mechanik und Festigkeitslehre voraussetzt, kann es auch an niederen technischen Lehranstalten dem Unterricht zu Grunde gelegt werden. Es muß dem Lehrer überlassen bleiben, wenn die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit die Behandlung des ganzen Stoffes nicht gestattet, einzelne Kapitel zu kürzen oder ganz wegzulassen, auch können gewisse Abschnitte im Dampfmaschinenbau und Hebe­maschinenbau behandelt werden. Ebenso läßt sich an Schulen mit höheren Zielen das Buch leicht durch ein Diktat ergänzen.

In erster Linie war es mein Betreiben, ein kurz gefaßtes, wohlfeiles Buch zu schaffen, welches die allgemeinen Gesichtspunkte; von denen man beim Entwerfen und der Herstellung der Maschinenelemente auszugehen hat, sowie die Hauptformeln zur Berechnung derselben zusammenfaßt. Die Figuren sind nur als Textfiguren ausgeführt, es wird deshalb wünschenswert sein, im Konstruktionssaal ein größeres Vorlagenwerk zur Einsichtnahme für die Schüler aufzulegen. Jedem Schüler die Anschaffung einer solchen Vorlagensammlung ohne begleitenden Text vorzuschreiben, halte ich, von dem meist hohen Preis

dieser Bücher ganz abgesehen, für bedenklich, denn der Schüler wird hierdurch nur zu leicht zum gedankenlosen Abzeichnen verleitet.

Was die Bezeichnungen betrifft, so bin ich bemüht gewesen, möglichst im Einklang mit dem jetzt an vielen technischen Mittelschulen gebräuchlichen Freytagschen Hilfsbuch für den Maschinenbau zu bleiben, auch in der Anordnung des Stoffes habe ich mich in der Hauptsache an dieses Buch bzw. Bachs Maschinenelemente gehalten.

Neujahr 1905.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

I.

Verbindende Maschinenelemente.

Seite

A. Unlösbare Verbindungen.

1. Nietverbindungen	1
Allgemeine Gesichtspunkte 1. Festigkeit der Nietverbindungen 3.	
Dimensionierung derselben:	
a) feste und dichte Vernietungen	5
Festigkeitsverhältnis der Nietnähte	8
b) dichte Nietverbindungen, die nur kleine Kräfte zu übertragen haben	8
c) feste Nietverbindungen (Eisenkonstruktionen)	9
Bildung körperlicher Ecken durch Vernietung	9
Berechnung der Nietnähte eines Dampfkessels	10
2. Verbindungen durch Schrumpfen oder Schwinden	14
Schrumpfringe 14. Schrumpfkanker 14. Warmaufziehen 15. Kaltaufziehen 15.	

B. Lösbare Verbindungen.

1. Schraubenverbindungen	15
Allgemeines 15. Gewindearten 16.	
1. Befestigungsschrauben	16
2. Bewegungs- und Preßschrauben	17
Berechnung der Wechsellräder für das Gewindeschneiden	18
Wirkungsweise der Schrauben	20
Berechnung der Schrauben	21
Verschiedene Schraubenarten	24
Schraubensicherungen	27
2. Keilverbindungen	28
a) Querkeile oder Hochkeile	29
b) Flachkeile oder Längskeile	31
c) Höhenkeile	33
Keilsicherungen	33

II.

Maschinenelemente der drehenden Bewegung.

A. Zapfen.		Seite
Allgemeine Gesichtspunkte 34.		
1. Tragzapfen	35.	35
Voller und hohler Stirnzapfen 35. Halszapfen 39. Kugelförmiger Tragzapfen 39.		
2. Spurzapfen	40.	40
Ebener Spurzapfen 40. Ringförmiger Spurzapfen 41. Kammzapfen 41. Kugelförmiger Spurzapfen 42.		
Das Schmiermaterial		42
B. Achsen und Wellen.		
1. Achsen	43.	43
Voller und hohler kreisförmiger Querschnitt 43. Kreuzförmiger Querschnitt 43.		
2. Wellen	45.	45
Reine Wellen 45. Lagerentfernung 47. Ausdehnung der Wellen 47. Gemischte Wellen 47.		
Hölzerne Wellen		51
Die Stellringe		51
C. Kupplungen.		
Allgemeine Gesichtspunkte 52.		
1. Feste Kupplungen	52.	52
Muffenkupplung 52. Scheibenkupplung 53. Schalenkupplung 55. Sellerskupplung 55.		
2. Bewegliche Kupplungen	55.	55
Längsbewegliche oder Ausdehnungskupplungen 55. Oldhamsche Kupplung 56. Raffardsche Kupplung 56. Bandkupplung 57. Bürstenkupplung 57. Kreuzgelenkkupplungen 57.		
3. Ausrückkupplungen	58.	58
Klauenkupplung 58. Klinkenkupplung 59. Kegelreibungskupplung 59. Dohmen-Leblancsche Kupplung 61. Hillsche Kupplung 61. Reibungskupplung von Lohmann und Stolterfoth 62. Motorenkupplung 62.		
D. Lager.		
Allgemeine Gesichtspunkte 63. Lagermetalle 67. Abmessungen der Lagerschalen 68. Stehlager 71. Sellerssches Lager 73. Ringschmierlager 74. Pfarrsches Lager 74. Hängelager, Wandlager, Lagerböcke 74. Kurbellager 74.		
Spurlager		74
Kammlager		74
Rollenlager		75
Kugellager		75
Schneidenlager		77

III.

**Maschinenelemente zur Fortpflanzung der drehenden Bewegung
von einer Welle auf die andere.**

A. Der Riementrieb.		Seite
Allgemeine Gesichtspunkte 78. Berechnung der Riementriebe 79.		
Allgemeine Konstruktionsgrundsätze		82
Gummiriemen 83. Baumwollriemen 83. Hanftreibriemen 84. Haartreibriemen 84. Gliederriemen 84. Gelochte oder perforierte Riemen 84. Kordelschnüre 84. Keilriemen 84. Spannrollen 84. Offener, geschränkter und halbgeschränkter Riementrieb 85. Konische Riemenscheiben 86. Stufenscheiben 86.		
Die Riemenscheiben		87
Abmessungen der Riemenscheiben 87. Geteilte Scheiben 88. Schmiedeeiserne Riemenscheiben 88. Holzriemenscheiben 89. Hartpapierriemenscheiben 89. Los- und Leerscheibe 89. Riemenaustrücker 89.		
B. Der Seiltrieb.		
Allgemeine Gesichtspunkte 90.		
1. Der Hanfseiltrieb		90
Anwendung desselben 90. Material der Hanfseile 90. Verspleißen der Seile 91. Schmierung der Seile 91.		
2. Der Baumwollseiltrieb		91
Anwendung desselben 91.		
Berechnung der Hanfseiltriebe und Baumwollseiltriebe . . .		91
Seiltrieb mit Dehnungsspannung 91. Seiltrieb mit Belastungsspannung 93.		
3. Der Drahtseiltrieb		97
Material und Herstellung der Drahtseile 97. Anordnung der Drahtseiltriebe 97.		
Berechnung der Drahtseiltriebe		97
Schiefer Seiltrieb 99.		
Konstruktion der Hanf- und Drahtseilscheiben		100
Hanfseilscheiben 100. Drahtseilscheiben 102.		
C. Reibungsräder.		
Allgemeine Gesichtspunkte 103. Berechnung der Reibungsräder 103. Keilräder 104. Kegelförmige Reibungsräder 106. Hyperboloiden- oder Hyperbelräder 107.		
D. Zahnräder.		
Allgemeine Gesichtspunkte 107.		
1. Berechnung der Zahnräder		107
Übersetzungsverhältnis 107. Teilung und Modul 108. Holzzähne 109. Material und Umfangsgeschwindigkeit 110. Arme der Zahnräder 111.		
Kegelräder		116
Schraubenräder		117

	Seite
2. Schnecke und Schneckenrad	117
3. Die Konstruktion der Zahnprofile	120
Allgemeine Verzahnung 121.	
a) Zykloidenverzahnung	126
Zykloide, Epizykloide, Hypozykloide 126. Zahnstangenverzahnung 126.	
Außenverzahnung 126. Innenverzahnung 126. Geradflankenver-	
zahnung 127. Triebstockverzahnung 128. Doppelte Punktverzahnung 128.	
Satzräderverzahnung 128.	
b) Evolventenverzahnung	128
Evolvente 128. Außenverzahnung 130. Innenverzahnung 130. Zahn-	
stangenverzahnung 130.	

IV.

Maschinenelemente der geradlinigen Bewegung.**A. Seile und Ketten, deren Rollen und Trommeln.**

1. Hanfseile	131
Material und Herstellung 131. Bruchbelastung 131. Berechnung der	
Hanfseile 132. Wirkungsgrad der Seilrollen 132. Konstruktion der	
Rollen und Trommeln 133.	
2. Drahtseile	135
Material und Herstellung 135. Berechnung der Drahtseile 135. Rollen	
und Trommeln 136.	
3. Ketten	137
Material 137.	
1. Die gewöhnliche Gliederkette	137
2. Die Hakenkette	139
3. Die Gallsche Gelenkkette	139
4. Die Gelenkkette von Zobel-Neubert & Co., Schmalkalden . . .	139
5. Die Stotzsche Kette	139
Kettenrollen 140. Haken 141.	

B. Kolben und Kolbenstangen.

Allgemeine Gesichtspunkte 141.

1. Taucherkolben	142
Kolbenliderungen 142. Hohle Kolben 143.	
2. Scheibenkolben	143
Kolbenkörper und Kolbendeckel 143. Deckelschrauben 143.	
1. Hanfliderung	144
2. Lederliderung	144
3. Holzliderung	145
4. Metallliderung	145
3. Kolbenstangen	147
4. Die Stopfbüchsen	148

V.

**Maschinenelemente zur Umänderung der geradlinigen Bewegung
in eine drehende.**

Seite

Der Kurbelmechanismus 151. Kraft- und Geschwindigkeitsverhältnisse 152.

Die Teile des Kurbelmechanismus.

1. Schubstangen		154
1. Schubstangenköpfe		154
2. Schubstangenschaft		155
2. Kurbeln		157
Stirnkurbel 157. Gekröpfte Welle 159. Kurbel mit Gegengewicht 160.		
Kurbelscheibe 160. Handkurbel 160.		
Kurbel mit Gegenkurbel und Exzenter		160
Exzenter 160. Gegenkurbel 162. Exzenterstangen 162.		
3. Geradfürungen		162
Kreuzkopf oder Querhaupt		162
Gleitschuhe 163. Gleitbahn 163.		
Geradfürungen durch Gelenkstangen		164
Wattsches Parallelogramm 164. Ellipsenlenker 164.		

VI.

**Maschinenelemente zur Aufnahme und zur Fortleitung von
Flüssigkeiten, Dämpfen und Gasen.****A. Zylinder.**

Allgemeine Gesichtspunkte 166.

1. Zylinder für Pumpen und Pressen		166
2. Dampfzylinder		168
Schieberkasten und Schieberkastendeckel		170

B. Rohre und Rohrverbindungen.

1. Gußeisenrohre		172
Flanschenrohre		173
Muffenrohre		175
2. Schmiedeeisen- und Stahlrohre		176
Genietete Rohre		176
Geschweißte Rohre		176
Gasrohre 178. Gelötete Rohre 179. Nahtlose Rohre 179.		
3. Rohre von Kupfer und Messing		179
4. Rohre von Blei oder Zinn		181
5. Andere biegsame Rohre		181
6. Ausgleichs- oder Dehnungsrohre		181
7. Rohre, welche durch äußeren Überdruck beansprucht werden (Dampf- kesselflammrohre)		182

C. Absperrvorrichtungen.		Seite
Allgemeine Gesichtspunkte 184.		
1. Ventile		184
a)	Absperrventile	184
	Entlastete Ventile 185.	
b)	Die selbsttätigen Ventile	187
	Tellerventil 188. Kegellventil 188. Kugellventil 188. Mehr-	
	sitzige Ventile 190.	
	Berechnung der Ventile	190
	Klappenventile	193
c)	Gesteuerte Ventile	194
2. Schieber		195
a)	Normalschieber	195
b)	Achsialschieber	196
	Drehschieber 196. Hähne 197.	

Anhang.

Berechnung der Federn.		
Biegefedern		199
Drehungsfedern		202

Tabellen.

Tab. 1.	Whitworthsches Gewinde	204
„ 2.	S. I.-Gewinde (System International)	205
„ 3.	Gasgewinde	206
„ 4.	Keil-Tafel	207
„ 5.	Abmessungen schmiedeeiserner Zapfen	208
„ 6.	Triebwerk-Drahtseile	209
	6a. Drahtseile mit Eisendraht statt Hanf in den Litzen	209
„ 7.	Triebwerks-, Hanf- und Baumwollseile	210
„ 8.	Drahtseile aus prima verzinktem Patent-Tiegelgußstahldraht für Aufzüge, Krane, Flaschenzüge, Kabelwinden etc.	210
„ 9.	Seile aus prima badischem Schleißhanf für Winden, Flaschenzüge etc.	211
„ 10.	Geprüfte kurzgliedrige Schiffs- und Kranenketten	211
„ 11.	Kalibrierte Gliederketten und verzahnte Kettenräder	212 u. 213
„ 12.	Gallsche Gelenkketten	214
„ 13.	Gelenkketten von Zobel-Neubert & Co., Schmalkalden	214
„ 14.	Normal-Tabelle für gußeiserne Flanschenrohre	215
„ 15.	Normal-Tabelle für gußeiserne Muffenrohre	216
Tafel der zweiten und dritten Potenzzahlen, der zweiten und dritten Wurzeln, der Briggschen Logarithmen, des Tausendfachen der reziproken Werte, der Kreisumfänge und Kreisflächen		217
Alphabetisches Sachregister		238

Quellenwerke.

C. v. Bach, Die Maschinenelemente.

Freytag, Hilfsbuch für den Maschinenbau.

„Hütte“, des Ingenieurs Taschenbuch.

Grove, Maschinenelemente.

Pohlhausen, Maschinenelemente.

Lolling, Maschinenelemente.

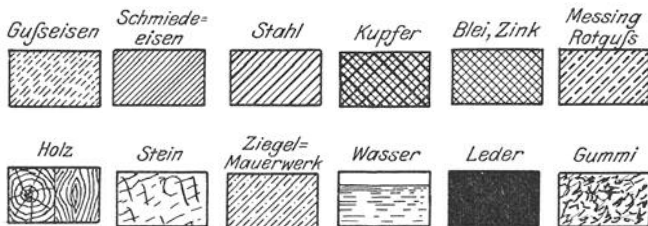
Reuleaux, Der Konstrukteur.

Uhland, Kalender für Maschineningenieure.

Göldner, Kalender für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau.

Lueger, Lexikon der ges. Technik.

Materialtafel für die Textfiguren.



Unter Maschinenelementen versteht man solche Maschinenteile, welche in derselben oder in ähnlicher Form bei einer größeren Anzahl verschiedenartiger Maschinen vorkommen.

I.

Verbindende Maschinenelemente.

Bei der Wahl der Verbindung von Maschinenteilen ist festzustellen, ob die Verbindung eine Trennung der verbundenen Teile, ohne Zerstörung derselben oder der verbindenden Teile, gestatten soll, oder ob dies nicht nötig ist. Hiernach unterscheidet man lösbare und unlösbare Verbindungen.

A. Unlösbare Verbindungen.

Unlösbare Verbindungen werden hergestellt durch Leimen, Kitten, Löten, Schrumpfen oder Schwinden (Zusammenziehen nach vorhergegangener Erwärmung) und Nieten.

1. Nietverbindungen.

Das Niet besteht aus dem Nietschaft und zwei Nietköpfen. Der eine Kopf wird schon bei der Fabrikation der Niete hergestellt und heißt Setzkopf, der andere erst bei der Vernietung erzeugte heißt Schließkopf (Fig. 1).

Der Schließkopf kann entweder durch Handarbeit gebildet werden: Handnietung, oder durch Nietmaschinen (Pressen): Maschinen-nietung.

Zieht man die Niete im glühenden Zustande ein, wobei sich der Schließkopf leichter bilden läßt und die Platten durch die Zusammenziehung beim Erkalten fest aufeinandergepreßt werden, so spricht man von

warmer Vernietung, werden die Niete kalt eingezogen von kalter Vernietung.

Je nachdem die Niete in einer, zwei oder mehreren Reihen angeordnet sind, unterscheidet man einreihige, zweireihige und mehrreihige Nietverbindungen.

Sind bei zwei oder mehrreihigen Verbindungen die Reihen gegeneinander versetzt, so spricht man von versetzten oder Zickzacknietungen (Fig. 8 u. 10), sind die Niete hintereinander angeordnet, von Parallel- oder Kettennietungen (Fig. 9).

Sind die Ränder der zu vernietenden Bleche direkt übereinandergelegt (überlappt), so nennt man die Nietnaht Überlappungsnietnaht (Fig. 7, 8, 9, 10), sind dagegen die Bleche stumpf gegeneinandergestoßen und durch eine oder zwei Blechplatten verbunden: einseitige (Fig. 11), bzw. zweiseitige (Fig. 12 u. 13) Laschennietnaht.

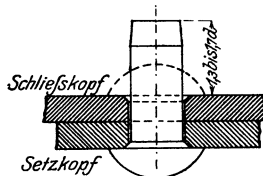


Fig. 1.

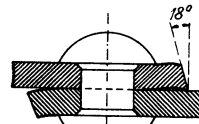


Fig. 2.

Wenn die Zerstörung einer Nietnaht dadurch herbeigeführt wird, daß die eine Blechplatte über die andere, bzw. über die Lasche hinweggeschoben wird, so muß der Nietschaft zerschnitten (abgeschert) werden. Je nachdem dies in ein, zwei oder mehreren Querschnitten jedes Nietes geschieht, nennt man die Verbindung einschnittig (Fig. 7, 8, 9, 10, 11), zweischchnittig (Fig. 12 u. 13) oder mehrschnittig.

Man fertigt die Niete in der Regel aus demselben Material wie die zu vernietenden Bleche, also aus Schmiedeeisen (am besten feinkörniges), Stahl, Kupfer oder Messing. Eisenniete unter 10 mm Durchmesser, sowie Kupfer- und Messingniete werden kalt eingezogen. Der ungünstigen Beanspruchung wegen ist immer vorzügliches Material zu verwenden.

Vernietungen, welche dicht halten sollen, müssen verstemmt werden, d. h. die Kante des einen Bleches wird mit Hilfe des Stemmeisens fest auf das andere gepreßt. Um dies zu erleichtern, werden die Blechkanten unter einem Winkel von 18° behauen oder behobelt (Fig. 2). Auch die Nietköpfe werden häufig verstemmt. Bei Laschennietnähten nimmt man oft eine wellenförmig begrenzte Lasche (Fig. 13) um dieselbe wirkungsvoller verstemmen zu können.

Nach den Anforderungen, welche an eine Nietverbindung gestellt werden, unterscheidet man:

1. Vernietungen, welche ausschließlich Kräfte zu übertragen haben: feste Vernietungen;
2. solche, welche nur kleine Kräfte auszuhalten haben, aber einen dichten Abschluß herstellen müssen: dichte Vernietungen;
3. solche, welche sowohl bedeutenden Kräften widerstehen, als auch abdichten müssen: feste und dichte Vernietungen.

Zu den ersteren gehören die an Eisenkonstruktionen (Dach- und Brückenträgern), zu den zweiten die an Wasser- und Gasbehältern, zu den dritten die an Dampfkesseln vorkommenden Vernietungen.

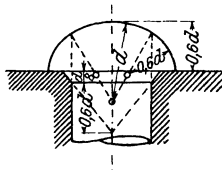


Fig. 3.

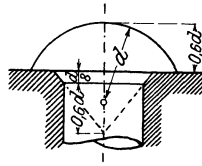


Fig. 4.

Für die festen Vernietungen wählt man für den Kopf gewöhnlich die Form Fig. 3, für die dichten und die festen und dichten den breiteren Kopf Fig. 4, in beiden Fällen vorausgesetzt, daß man den Schließkopf mit dem Schellhammer (einem der Form des Nietkopfes entsprechend ausgehöhlten Eisenklotz) bildet. Bildet man den Nietkopf mit dem Handhammer, so gibt man ihm die Kegelform Fig. 5, darf er nicht über das Blech herausstehen die versenkte Form Fig. 6.

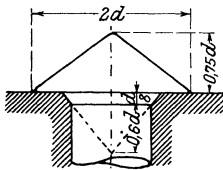


Fig. 5.

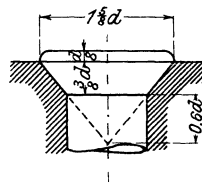


Fig. 6.

Die Zerstörung einer Nietverbindung kann stattfinden: 1. durch Abscheren der Niete in der Schnittfläche $a-b$ (Fig. 7), 2. durch Zerreißen des Bleches an seiner schwächsten Stelle, zwischen den Nieten $c-d$, oder 3. dadurch, daß mit den Nieten das vor denselben liegende Blech $degf$ herausgesichert wird.

Eine richtig dimensionierte Nietnaht muß natürlich gegen alle drei Arten der Zerstörung gleiche Sicherheit bieten, es muß also für die

einreihige Überlappungsnietsnaht, wenn k'_s die zulässige Schubspannung des Nietmaterials, k_s die zulässige Schubspannung des Bleches, k_z die zulässige Zugspannung des Bleches, d der Nietdurchmesser, δ die Blechstärke, t der Abstand zweier Niete (die Nietteilung) und e die Entfernung des Blechrandes von der Nietmitte ist, sein:

$$\frac{d^2 \pi}{4} \cdot k'_s = (t - d) \delta k_z = 2 \left(e - \frac{d}{2} \right) \delta k_s.$$

Bei der Beanspruchung 3 setzt man als widerstehende Fläche nur $\left(e - \frac{d}{2} \right) \delta$ statt $e \delta$ ein, da die unmittelbar am Nietloch liegenden Blechteile nur geringe Widerstandsfähigkeit haben.

Ähnlich gestaltet sich auch die Rechnung für mehrschnittige und mehrreihige Nietnähte.

In Wirklichkeit ist die Beanspruchung der Niete nicht so, wie diese Art der Berechnung von Nietverbindungen voraussetzt.

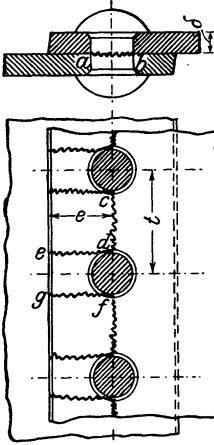


Fig. 7.

Da die Niete in der Regel in glühendem Zustande eingebracht werden, muß der Durchmesser derselben kleiner sein, als der Lochdurchmesser. Nach dem Erkalten wird also der Nietschaft das Nietloch nicht mehr ausfüllen, zumal er sich infolge der nach Bildung des Schließkopfes gehinderten Längszusammenziehung noch weiter in der Querrichtung zusammenzieht. Ehe aber eine Beanspruchung des Nietschaftes auf Schub stattfinden kann, müssen die Bleche, die hier wie die Backen einer Schere wirken, den Nietschaft berühren, müßten sich also gegeneinander verschieben, was, auch wenn der Nietschaft noch nicht zerstört werden würde, als unzulässig zu betrachten ist. Soll eine derartige Verschiebung der Platten nicht eintreten, so muß der durch die Aufeinanderpressung der Platten durch die Niete hervorgerufene Gleitwiderstand genügend groß sein.

C. v. Bach hat über die Größe dieses Gleitwiderstandes umfangreiche Versuche angestellt, aus denen hervorgeht:

C. v. Bach hat über die Größe dieses Gleitwiderstandes umfangreiche Versuche angestellt, aus denen hervorgeht:

1. daß eine höhere Stauchttemperatur (hellrot) vorteilhafter ist, als eine niedrige, vorausgesetzt, daß der Druck auf den Nietkopf so lange dauert, bis die Niete so weit erkaltet ist, daß sie dem Bestreben der Platten, die Entfernung zwischen den Nietköpfen zu vergrößern, nicht mehr nachgibt;

2. daß der Gleitwiderstand um so größer ausfällt, je größer die Entfernung zwischen den Nietköpfen ist, da ja dann die Zusammen-

ziehung des Nietschaftes beim Erkalten und damit die Pressung zwischen den Platten entsprechend größer wird;

3. daß der Gleitungswiderstand, bezogen auf den qcm Nietquerschnitt, bei mehrreihigen Vernietungen nicht dieselbe Größe erreicht, wie bei einreihigen, weil sich infolge der Elastizität des Bleches die Kraft nicht gleichmäßig über alle Niete verteilt;

4. daß der Gleitungswiderstand bei zweiseitiger Laschennietung kleiner als bei einseitiger Laschennietung und bei Überlappungsnietung ist, weil die Kräfte nicht wie bei den letztgenannten Nietverbindungen klemmend wirken und auch die gegeneinanderstoßenden Bleche meist nicht gleichstark sind, sodaß die Laschen nur auf einer Seite fest auf das Blech gedrückt werden, während das andere Blech zwischen den Laschen nur lockerer sitzt;

5. daß der Gleitungswiderstand bei Maschinennietung gewöhnlich kleiner als bei Handnietung ist, weil der Stempel den Schließkopf zu früh verläßt (siehe auch 1), bleibt der Stempel dagegen genügend lange auf dem Schließkopf, so ist der Gleitungswiderstand bei Maschinennietung größer als bei Handnietung;

6. daß das Verstemmen den Gleitungswiderstand bedeutend erhöht und deshalb nicht nur bei dichten, sondern auch bei nur festen Verbindungen zu empfehlen ist.

Die Nietnähte sind nach C. v. Bach wie folgt zu dimensionieren:

a) Feste und dichte Vernietungen. Ist δ die Blechstärke in cm, so macht man erfahrungsgemäß den Nietdurchmesser für:

einschnittige Vernietungen	$d = \sqrt{5 \delta} - 0,4$ cm
zweischn. einreihige	$d = \sqrt{5 \delta} - 0,5$ cm
- zweireihige	$d = \sqrt{5 \delta} - 0,6$ cm
- dreireihige	$d = \sqrt{5 \delta} - 0,7$ cm.

Der Durchmesser des Nietloches muß, damit man die Niete im glühenden Zustande einbringen kann, 0,5 bis 1 mm größer als der Nietdurchmesser sein.

1. Einschnittige, einreihige Vernietung. (Fig. 7.) Die Belastung der Nieten kann man nehmen 600 bis 700 kg pro qcm Nietquerschnitt, die Entfernung von Mitte zu Mitte Niete, die Nietteilung

$$t = 2d + 0,8,$$

die Entfernung des Lochmittels vom Blechrand

$$e = 1,5d.$$

2. Einschnittige, zweireihige Vernietung. Belastung 550 bis 650 kg pro qcm Nietquerschnitt.

a) Zickzacknietung, (Fig. 8),

$$t = 2,6d + 1,5; \quad e = 1,5d; \quad e_2 = 0,6t,$$

b) Parallelnietung, (Fig. 9),

$$t = 2,6 d + 1; \quad e = 1,5 d; \quad e_2 = 0,8 t.$$

3. Einschnittige, dreireihige Vernietung. (Fig. 10.) Belastung 500 bis 600 kg pro qcm Nietquerschnitt.

$$t = 3 d + 2,2; \quad e = 1,5 d; \quad e_2 = 0,5 t.$$

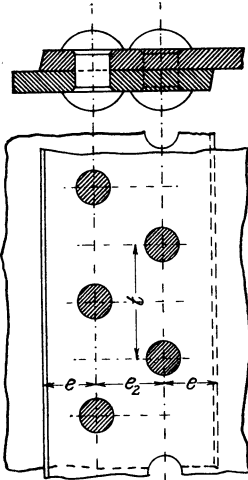


Fig. 8.

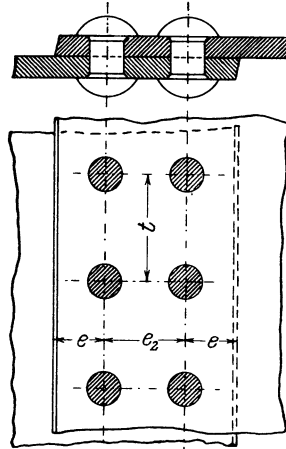


Fig. 9.

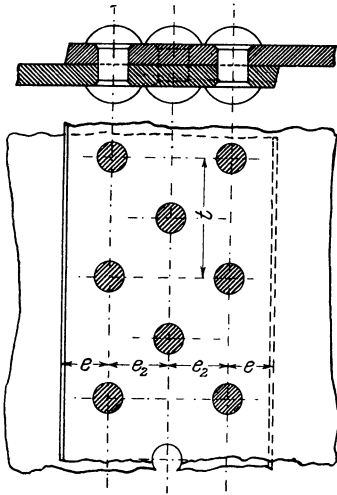


Fig. 10.

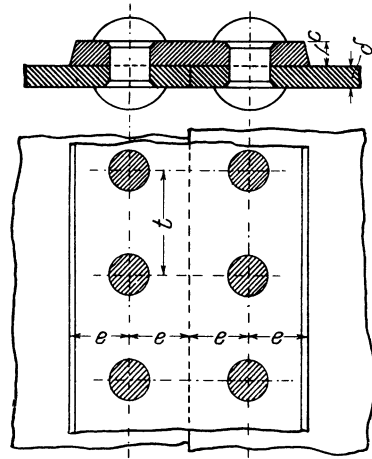


Fig. 11.

4. Einseitige Laschennietnähte. (Fig. 11.) Die Lasche hat die gleiche Beanspruchung auszuhalten wie das Blech, da dieselbe

aber durch Stöße, Abrosten und dergl. leichter angegriffen wird als das volle Blech, so macht man die Laschenstärke

$$c = \frac{9}{8} d.$$

Die einseitige Laschennietnaht kann ein-, zwei- und mehrreihig ausgeführt werden und wird dann wie die entsprechenden Überlappungs-nietnähte dimensioniert.

5. Zweischnittige, einreihige Vernietung. (Doppelte Laschennietnaht, Fig. 12.) Da der Widerstand gegen Gleiten hier in zwei Berührungsflächen wirkt, kann man die Verbindung mit 1000 bis 1200 kg pro qcm Nietquerschnitt belasten, wobei natürlich für jede Niete nur ein Querschnitt (nicht wie bei der Schubfestigkeitsrechnung zwei) einzusetzen ist.

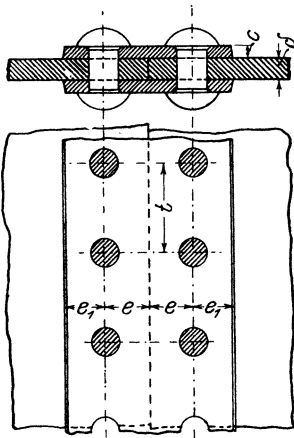


Fig. 12.

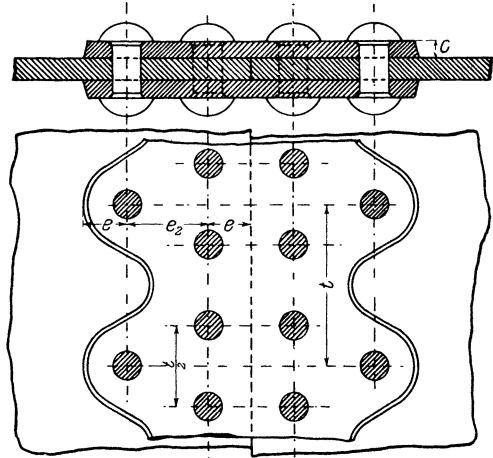


Fig. 13.

Die Laschenstärke müßte hier gleich der halben Blechstärke sein, wird aber aus schon oben genanntem Grunde etwas stärker genommen und zwar

$$c = \frac{5}{8} d \text{ bis } \frac{2}{3} d; \quad t = 2,6 d + 1; \quad e = 1,5 d; \quad e_1 = 0,9 e.$$

6. Zweischnittige, zweireihige Vernietung. Belastung 950 bis 1150 kg pro qcm Nietquerschnitt.

$$t = 3,5 d + 1,5; \quad e = 1,5 d; \quad e_1 = 0,9 e; \quad c = \frac{5}{8} d \text{ bis } \frac{2}{3} d;$$

$$\text{Reihenabstand } e_2 = 0,5 t.$$

Ist die Nietteilung der äußeren Nietreihe doppelt so groß als die der inneren (Fig. 13), so macht man die erstere

$$t = 5 d + 1,5 \text{ cm,}$$

ferner

$$c = 0,8 d; \quad e = e_1 = 1,5 d; \quad e_2 = 0,4 t.$$

7. Zweischnittige, dreireihige Vernietung. Belastung 900 bis 1100 kg pro qcm Nietquerschnitt.

$$t = 6 d + 2 \text{ (äußere Nietreihe)}$$

$$t_1 = \frac{t}{2} \text{ (innere Nietreihe)}$$

$$c = 0,8 d; \quad e = 1,5 d; \quad e_2 = \frac{3}{8} t; \quad e_1 = e.$$

Bei der Berechnung der Blechstärke eines durch Vernietung herzustellenden Gefäßes darf nicht die volle Blechstärke in Rechnung gezogen werden, dieselbe muß vielmehr mit dem Festigkeitsverhältnis φ der Nietnaht multipliziert werden. Das Festigkeitsverhältnis ist

$$\varphi = \frac{\text{Festigkeit der Nietnaht}}{\text{Festigkeit des vollen Bleches}}$$

und kann der folgenden Tabelle entnommen werden.

		Nietdurchmesser	10	20	30	40	50 mm
einschnittig Überlappungs- nähte und einseitige Laschennietnähte	einreihig		0,64	0,58	0,56	0,55	0,54
	zwei- reihig	parallel	0,72	0,68	0,66	0,65	0,64
		zickzack	0,76	0,70	0,68	0,66	0,65
		dreireihig		0,80	0,76	0,73	0,72
zweischnittig zweiseitige Laschen- nietnähte	einreihig		0,72	0,68	0,66	0,65	0,64
	zwei- reihig	gleiche Nietteilung außen doppelt	0,80	0,77	0,75	0,74	0,74
		so große Teilung	0,69	0,65	0,64	0,63	0,62
	drei- reihig	Teilung außen doppelt so groß als innen	0,62	0,57	0,55	0,54	0,53

b) Dichte Nietverbindungen, die nur kleine Kräfte zu übertragen haben. Man nimmt den Nietdurchmesser

$$d = \sqrt{5 \delta} - 0,4 \text{ cm,}$$