

linderwand  $F = \pi (D + \delta) \delta$ . Hierin  $\delta$  aus (321) einsetzend, erhält man  $F = \frac{1}{4} \pi D^2 2p : (\mathfrak{S} - p)$  oder bei Einführung von  $K$

$$F = \left(\frac{D}{K}\right)^2 \frac{2P}{\mathfrak{S} - p} \dots \dots \dots (325)$$

welcher Werth bei gewähltem  $\mathfrak{S}$  mit abnehmendem  $p$  nur kleiner wird.

10. *Beispiel.* Bei einer Hummel'schen hydraulischen Presse zur Herstellung papierener Walzenhüllen sind zwei zusammen arbeitende Presscylinder der in Fig. 1047 angegebenen Bauart neben einander aufgestellt. Kolbendurchmesser  $K = 23''$  oder 601 mm, Cylinderweite  $D = 24''$  oder 628 mm, Wanddicke  $\delta = 8\frac{1}{2}''$  oder 222 mm. Kolbendruck  $P = 1$  Million kg, Gesamtdruck also 2 Millionen kg. Die Wasserspannung ergibt sich hieraus zu 352 at und die Spannung im Material nach (323) zu 7,19 kg. — Auch hier ist gemäss dem älteren Vorurtheil  $p$  zu hoch,  $K$  zu klein gewählt. Erhöhte man  $K$  auf 26'' oder rund  $\frac{9}{8}$  des angenommenen Werthes, so bekäme man für  $p$  den  $(\frac{8}{9})^2$  oder 0,79fachen Werth, d. i. 2,78 kg. Behielte man nun das Verhältniss zwischen äusserem und innerem Durchmesser des Cylinders, also den Werth  $\psi$ , bei, so würde in demselben Verhältniss wie  $p$  auch  $\mathfrak{S}$  herabgehen, somit  $= 0,79 \cdot 7,19 = 5,68$  werden, was als ganz unnehmbar erscheint. Dann aber verhielten sich die Querschnitte der beiden Presscylinder, des neuen und des alten, gemäss Formel (325), wenn man auch  $D : K$  ungeändert liesse, wie  $(5,68 - 2,78) : (7,19 - 3,52)$ , d. i. ebenfalls wie 0,79 : 1. Bei der Abänderung in den Abmessungen, welche die Presse in so bedeutendem Masse sicherer macht, würde also der Presscylinder um ein volles Fünftel weniger Material beanspruchen als früher.

### §. 337.

## Schmiedeeiserne und stählerne Röhren.

Schmiedeeiserne Röhren finden in steigendem Masse Verwendung zu Leitungen sowohl für Leucht- und Brenngas, Wasser, Petroleum und Luft, als auch für Dampf. Sie werden bei ihrer Anfertigung entweder zwischen Walzen geschweisst oder in kaltem Zustande genietet. Das Schweissen geschieht mit stumpfem Stoss oder mit Ueberblattung, wobei die Nath parallel der Rohrachse liegt; ganz neuerdings fertigt man in Amerika Röhren mit schraubenförmig gelegter Schweissnath, und zwar überblatteter, an\*). Nach dem Schweissen werden die geschweissten Röhren meist noch behufs Glättung der Aussenwand durch ein Zieheisen gezogen, weshalb sie auch gezogene Röhren genannt werden.

\*) Vergl. Engineering and Mining Journal, Newyork, April 7 und 14, 1888, J. C. Bayles, Spirally welded tubing; ein Vortrag, gehalten im amerikanischen Institute der Bergingenieure in Boston, Februar 1888. Die Maschine zur Rollung und Schweissung s. Se. American 1888, Juni, S. 377.

Röhren aus weichem Stahl werden ähnlich hergestellt wie die aus Schmiedeisen, oder aber sie werden, ebenso wie solche aus Gussstahl, Kupfer, Deltametall u. s. w. gemäss dem soeben in die praktische Technik eintretenden Mannesmann'schen Schrägwalzverfahren aus dem vollen Stab (Knüppel) hergestellt und sind dann völlig nathfrei.

Die geschweissten Röhren haben eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen äusseren Druck und gegen Zug, eine weit geringere aber gegen innere Pressung. Stumpf geschweisste Längsnähröhren ertragen nicht viel über 1 kg für  $\mathcal{E}$ ; über Blatt geschweisste können  $\mathcal{E}$  mit 6 bis 9 kg widerstehen. Schraubenförmig (über Blatt) geschweisste sollen Probespannungen von 20 bis 28 kg ertragen, je nach der Güte des Bleches; in Gebrauch nimmt man sie mit etwas weniger Spannung. Die Mannesmann'schen Röhren dagegen gestatten ohne weiteres Beanspruchungen bis nahe zur Elastizitätsgrenze des benutzten Materials, also bei Gussstahl und Siemens'schem Herdstahl 24 bis 40 kg und haben dadurch eine Verwendbarkeit, welche die der genieteten Leitungsröhren noch weit übertrifft.

1. *Beispiel.* Für die amerikanischen Oelleitungen zu den Haltungen, welche S. 874 besprochen wurden, wendet man u. a. 6" ige über Blatt geschweisste Röhren von rund 8 mm Wanddicke bei 67 at innerer Pressung an. Hier ist  $D = 152$  mm. Es ergibt sich für  $\mathcal{E}$  aus (324):  $\mathcal{E} = 0,67 \cdot 152 : 16 = 6,37$ , genauer aus (323)  $\mathcal{E} = 0,67 \cdot (168^2 + 152^2) : (168^2 - 152^2) = 6,7$  kg.

2. *Beispiel.* Gemäss den Angaben der in der Anmerkung angeführten Quelle würde das schraubenförmig geschweisste Rohr von derselben Weite für die gestellte Aufgabe nur 2 mm Wanddicke nöthig haben.

3. *Beispiel.* Für ein nach dem Mannesmann'schen Verfahren hergestelltes Rohr zu der Hochdruckleitung aus dem 3. Beispiel §. 336 erhält man bei Benutzung von Siemens-Stahl, und wenn man die hierfür ganz geringe Spannung von 10 kg einführt, aus Formel (324), da  $D = 100$ ,  $p = 1$  ist,  $\delta = 100 \cdot 0,5 : 10 = 5$  mm; genauer käme hierfür aus (323)  $\mathcal{E} = (110^2 + 100^2) : (110^2 - 100^2) = 221 : 21 = 10,5$  kg. Das Stahlrohr würde nur 12,5 kg auf den laufenden Meter wiegen gegen 88,8 kg, welche das oben berechnete gusseiserne Rohr wiegt.

Für längere Wasserleitungen empfehlen sich die genieteten schmiedeisernen Röhren nach den in Amerika gemachten Erfahrungen sehr gut. Aeusserst werthvolle Mittheilungen darüber verdankt man dem Ingenieur Hamilton Smyth jr.\*). Danach

\*) S. Engineering and Mining Journal, Neuyork, Mai und Juni 1884, „Water power with high pressures and wrought iron water pipe“; vortragen in der amerik. Gesellschaft der Civilingenieure, sodann einen an-

kamen in Kalifornien zuerst 1852 schmiedeiserne Leitungsröhren aus ganz dünnem Blech ( $\frac{1}{16}$ " ) an Stelle der weiten Segeltuchschläuche in Anwendung, mittelst welcher man Hochdruckwasser zu den in §. 333 unter d, 1) erwähnten hydraulischen Abbauten leitete. Diese Röhren wurden mit kalter, einreihiger Nietung aus käuflichen Blechen hergestellt; ihre Verbindung geschah ganz wie bei den Ofenröhren durch einfaches Ineinanderstecken, das dünnere Ende nach vorn gerichtet. Der erste Versuch gelang über alle Erwartung gut, und jetzt sind ungezählte Leitungen von wesentlich derselben einfachen Bauart, bei denen die Hauptstränge 22 bis 30" Durchmesser haben, in den erwähnten Bezirken im Gebrauch. Die Baulänge der Röhren beträgt 18 bis 25'. Sehr guter Schutz gegen Rost wird durch ein mehrere Minuten dauerndes Eintauchen der fertigen Röhren in ein siedendes Gemisch von Asphalt und Theer erzielt. Wenn die Enden zu lose ineinander passen, wird getheerte Schnur vorher um das dünnere Ende gewickelt; undichte Stellen werden mit Keilchen aus weichem Tannenholz wirksam geschlossen; feines Schweissen der Verbindungen wird durch Einschütten von etwas Sägemehl beim Wassereinlass gehoben\*).

Nachdem diese Röhrenfahrten sich in den Grubenbezirken so vorzüglich bewährt hatten, wurden sie auch für dauernde Leitungen, einschliesslich solcher für städtische Wasserversorgung, mit bestem Erfolge angewandt. Unter anderen empfängt San Francisco durch zwei solche Leitungen sein Trinkwasser und baute 1886 eine dritte, viele Meilen lange ein. Für dauernde Leitungen von grösserem Durchmesser werden die ineinander gesteckten Rohrenden noch durch Nietten verbunden; für enge Röhren mit hohem inneren Druck wird Bleiverdichtung angewandt (s. unten S. 1011). Ueber einige bedeutende, dauernde Leitungen der in Rede stehenden Art gibt folgende Tafel Aufschlüsse.

---

deren Vortrag: Journal of the Iron and Steel-Institute, London 1886, Nr. I, S. 133: „On wrought iron conduit pipes“, gehalten in dem genannten Institute im angegebenen Jahre.

\*) Als Beispiel von der Dichtigkeit der geschilderten rohen Verbindungen führt Hamilton Smyth eine durch ihn angelegte Kraftwasserleitung von zwei engl. Meilen Länge und 550' Wassersäule an der tiefsten Stelle an. Der Leckverlust dieser Röhrenfahrt, welche zu Tage lag und nur durch zwei dachförmig aneinander genagelte Bretter gegen die äusseren Temperatureinflüsse geschützt war, betrug nur 3 bis 4 Kubikfuss in der Minute.

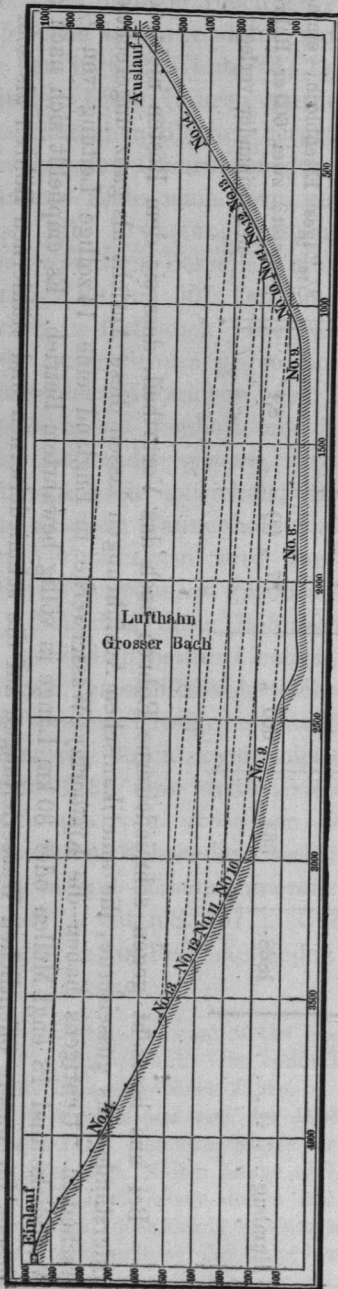
N a m e	Gelegt	Länge	Weite	Grösster Druck in Wassersäule	Spannung S	Beschreibung des Rohres
Cherokee . . . . .	1870	3 903 m	762 mm	271 m	12,3 kg	Eisenblech, doppelt genietet
Virginia City . . . . .	1872	11 316 "	279 "	525 "	~ 10 "	Eisenblech, doppelt genietet
						Ueber Blatt geschweisst und mit Schraubmuffen verbunden
Texas-Bach . . . . .	1873	11 316 "	254 "	525 "	~ 10 "	Eisenblech, doppelt genietet
	1878	1 354 "	432 "	232 "	~ 1,2 "	Eisenblech, doppelt genietet
Humburg . . . . .	1868	364 "	660 "	37 " (?)	8,1 "	$\frac{1}{16}$ " iges Eisenblech, einfach genietet; zwei 600 er Röhren nebeneinander verlegt

Bei uns herrscht gegen schmiedeiserne Röhren noch das Vorurtheil, dass sie dem Rosten nicht so gut widerstünden als gusseiserne; die amerikanischen Ausführungen lassen diese Ansicht als ganz ungerechtfertigt erscheinen. Uebrigens haben die Kimberlay-Wasserwerke in England eine 14 zöllige Leitung von  $\frac{1}{4}$  Zoll Wanddicke und 18 engl. Meilen oder 30 km Länge in völlig bewährtem Betrieb. Es empfiehlt sich nach allem diesem, für unsere öffentlichen Wasserleitungen auf die schmiedeiserne und stählernen Röhren als sehr haltbar und wesentlich billiger als die gusseisernen, unser Augenmerk zu richten.

4. Beispiel. Zur Vervollständigung des Mitgetheilten folgen hier noch einige Angaben über die in vorstehender Tabelle ausgeführte Texas-

bach-Leitung, erbaut vom Ingenieur Hamilton Smyth. Sie ist ein Düker, s. Fig. 1049, welcher aus dem Texasbach 32 kbf oder 0,896 ~ 0,9 kbm Wasser quer durch einen Cañon nach den Bloomfield-Gruben zum Maschinenbetrieb leitet. Beim Auslass tritt das Wasser in den Obergraben der Wasserräder ein. Der Einlass auf der anderen Uferhöhe wurde so gewählt, dass sich das günstigste Verhältniss für Wasserspannungen und -Reibungen ergab (s. §. 340). Man setzte auf diesem Wege den Höhenunterschied zwischen Ein- und Auslass auf 303,6' = 92,56 ~ 92,6 m und die Längenentwicklung auf 4438,7' = 1353,8 m fest. Die Röhren haben 20' Baulänge und zweireihige Nietung bei folgenden, in der Figur durch Blechletrnummern angegebene Wand-

Fig. 1049. Düker im Thal des Texasbaches.



auf 411,4 laufende m ist  $\delta = 2,1$  mm

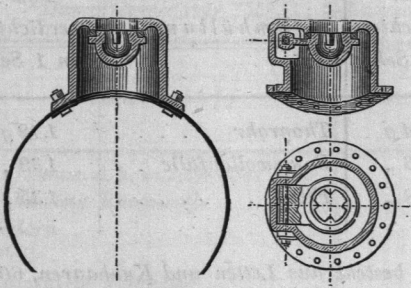
"	66,1	"	"	"	= 2,4	"
"	73,2	"	"	"	= 2,8	"
"	76,3	"	"	"	= 3,0	"
"	97,6	"	"	"	= 3,4	"
"	186,1	"	"	"	= 3,8	"
"	442,3	"	"	"	= 4,2	"

Die mittlere Weite der Röhren beträgt 432 mm. Der höchste Werth von  $\epsilon$  für alle sieben Blechdicken war auf 11,6 kg berechnet; einige der Bleche waren indessen zu dünn angeliefert worden und kamen deshalb auf 12,7 kg Spannung\*). An dem Einlass ist das Rohr so eingetrichtert, dass der Kontraktionskoeffizient sich auf 0,92 stellt. Die Röhrenfahrt ist mit Kies 0,3 bis 0,6 m hoch eingedeckt und geht unter dem Bett des Baches im Thalgrunde durch. Einen grossen Theil des Jahres läuft der Düker nicht voll und

\*) In der Nietnath wohl noch um den vierten bis dritten Theil höher.

schöpft deshalb oben viel Luft. Um sie herauszulassen, sind Lufthähne der in Fig. 1050 dargestellten Bauart an geeigneten Punkten angebracht, im Ganzen 14 an der Zahl.

Fig. 1050.



Sie sind schwere gusseiserne Klappen mit Gummischliessring. Wenn sie von ihrer Unterseite Luft bekommen, öffnen sie sich von selbst, werden aber vom nachtretenden Wasser wieder geschlossen. Die höher gelegenen dieser Luftauslässe sollen auch dazu dienen, im Falle eines Rohrbruches im Tiefsten Luft von oben zutreten zu lassen, damit der atmo-

sphärische Druck das Rohr nicht zerquetschen könne. — Der ganze hier nur sehr kurz geschilderte Bau zeigt eine vorzügliche Durchführung\*).

## §. 338.

## Dampfleitungen.

Wenn eine Dampfleitung eine grössere Ausdehnung hat, so fallen die Wärmemengen, welche durch die ungeschützte Rohrwand verloren gehen können, so beträchtlich aus, dass sie nicht vernachlässigt werden dürfen und man deshalb die Röhren mit Wärmeschutzhüllen versehen muss, wofern dieselben nicht umgekehrt als Heizröhren dazu bestimmt sein sollten, möglichst viel Wärme abzugeben. Die Wärmeschutzmassen spielen deshalb eine wichtige Rolle in der Oekonomie des Dampfmaschinenbetriebs und sind allmählich zu Gegenständen besonderer Fabrikation erhoben worden. Ueber ihre Wirksamkeit sind schon früh vergleichende Versuche angestellt worden; u. a. geschah dies im Anfange der 60er Jahre durch die Industrielle Gesellschaft in Mühlhausen. Man ermittelte bei diesen Versuchen die Menge von Wasser, welche 1 qm Rohroberfläche niederschlug. Folgende Ergebnisse gehören zu den wichtigsten der Versuchsreihe.

\*) Es sei hier noch aus dem Londoner Vortrag von Hamilton Smyth dessen Aeusserung angeführt, dass ihm eine gusseiserne Rohrleitung für höhere Pressungen vorkomme „wie eine Kettenbrücke mit gusseisernen Kettengliedern“.