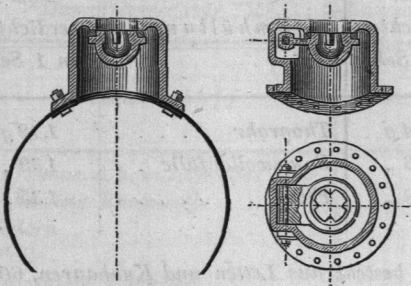


schöpft deshalb oben viel Luft. Um sie herauszulassen, sind Lufthähne der in Fig. 1050 dargestellten Bauart an geeigneten Punkten angebracht, im Ganzen 14 an der Zahl.

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“.

1. Beispielsreihe.

Umhüllung	1 qm verdichtet in 1 Sek.	Umhüllung	1 qm. verdichtet in 1 Sek.
Unverhülltes Rohr .	2,84 g	Thonrohr	1,12 g
Pimont'sche Masse .	1,56 „	Baumwollabfälle . .	1,39 „
Stroh	0,98 „	Filz	1,35 „

Die sog. Pimont'sche Masse besteht aus Letten und Kuhhaaren, 60 mm dick aufgetragen. Das Stroh wurde zuerst 14 mm dick lang aufgelegt und diese Schicht dann mit einem 15 mm dicken Strohschlange umwickelt. Die Baumwollabfälle wurden 25 mm dick umgelegt und mit Leinwand umnäht; der Filz war mit Kautschuk getränkt. Stroh zeigt sich am günstigsten, indem bei ihm nur der dritte Theil des beim unverhüllten Rohr sich ergebenden Niederschlags eintrat.

Diese Versuche haben auf die Dauer nicht befriedigt, eines- theils weil die Vergleichung der niedergeschlagenen Wassermengen sich als unsicher herausgestellt hat, andernteils, weil inzwischen neue Hüllstoffe aufgekommen sind. Der Verein Deutscher In- genieure ist mit neuen Versuchen beschäftigt, deren Ergebnisse wohl erst nach einiger Zeit erwartet werden dürfen. In den Ver- einigten Staaten hat Prof. Ordway in Boston sehr schöne und ausführliche Versuche in der Frage angestellt, und zwar in zwei Reihen, die erste nach der Methode der Messung des nieder- geschlagenen Wassers, die zweite nach kalorimetrischer Methode*). Es zeigte sich auch hier, dass die erstere Methode sehr unzuver- lässig ist, dass z. B. ein 2' langes Rohr auf Quadratfuß und Stunde 328 g, ein ebenso weites 30' langes Rohr scheinbar nur 140 g auf Quadratfuß und Stunde verdichtete. Auch sei bemerkt, dass Ordway in der ersten Versuchsreihe für das nackte Rohr ungleich weniger Niederschlag fand, als die Mühlhauser Versuche ergeben haben, ohne dass aber auch daraus ein bestimmter Schluss gezogen werden dürfte. Die kalorimetrischen Versuche erwiesen sich dagegen ungleich vertrauenswürdiger, indem sie recht gut zusammenstimmende Werthe ergaben. Es seien hier

*) S. Transactions of the Am. Soc. of Mech. Engineers, Bd. V (1883—84), S. 73: Experiments upon nonconducting coverings for steam pipes, und Bd. VI (1884—85), S. 168: nonconducting coverings for steam pipes.

aus der grossen Zahl von Ermittlungen zwei kleinere Reihen durchgeführt.

2. Beispielreihe*).

Dampftemperatur 155° C.; Schutzschicht überall 25 mm dick.

Schutzstoff	Prozent feste Bestandtheile	1qm gibt stündlich ab
Luftraum, d. h. unverhülltes Rohr	0,0	1302 W.-Einh.
Gekardete Baumwolle	1,0	310 "
Federn	2,0	321 "
Wolle	2,1	301 "
Kalzinirte Magnesia	2,3	335 "
Korkkohle, grob	3,1	343 "
Kalzinirte Magnesia	4,9	340 "
Wolle	5,6	220 "
Lampenschwarz	5,6	266 "
Kohlensaure Magnesia	6,0	371 "
Kieselguhr **)	6,0	393 "
Wolle	7,9	238 "
Asbest	8,1	1329 "
Zinkweiss	8,8	466 "
Kieselguhr	11,2	426 "
Tannenholzkohle	11,9	376 "
Kohlensaure Magnesia	15,0	416 "
Filz	18,5	277 "
Lampenschwarz	24,4	286 "
Kreide	25,3	560 "
Graphit	26,1	1922 "
Kalzinirte Magnesia	28,5	1156 "
Zinkweiss	32,3	1164 "
Bimsstein	34,2	845 "
Gips	36,8	839 "
Salz	48,0	1983 "
Anthrazitkohle	50,6	968 "
Feiner Sand	51,4	1690 "
Grober Sand	52,9	1684 "

Diese Tafel gibt merkwürdige, zum Theil unerwartete Aufschlüsse über manche Stoffe; ein sehr beachtenswerthes Ergebniss ist, dass im allgemeinen die Wärmeabgabe der Hülle zunimmt mit dem Prozentsatz an festen Bestandtheilen. Kalzinirte Magnesia z. B. steigt mit der Wärmeabgabe von 335 auf 1156, wenn die festen Bestandtheile der Hülle von 2,3 auf 28,5 gesteigert werden. Asbest erweist sich als ungünstig, Lampenschwarz

*) Auszug aus Ordway's Tab. VII.

**) Bei uns in der Bötter'schen Wärmeschutzmasse mit Erfolg verwerthet.

als sehr günstig, obwohl es freilich unangenehm zu handhaben ist; sehr gut wirkt auch Wolle. Für die Praxis kommt der Preis natürlich sehr in Betracht.

3. Beispielreihe *).

Dampftemperatur 155° C., Schutzschicht verschieden dick.

Schutzstoff	Dicke der Schicht	Proz. feste Bestandtheile	1 gm gibt stündlich ab
Baumwollwatte, geschichtet	50 mm	1,0	129,1 W.-Einh.
" " "	40 "	1,3	193,4 "
" " "	30 "	1,7	205,5 "
" " "	20 "	2,5	326,4 "
" " "	15 "	3,4	424,2 "
" " "	10 "	5,1	502,4 "
Wollwatte	25 "	5,6	219,8 "
Kalzinirte Magnesia, lose .	25 "	2,3	335,2 "
Dieselbe, gedrängt	25 "	4,9	340,1 "
Dieselbe, gepresst	25 "	28,5	1155,9 "
Kohlensaure Magnesia, lose	25 "	6,0	370,9 "
Dieselbe, gedrängt	25 "	9,4	386,7 "
Dieselbe, gepresst	25 "	15,0	416,5 "
Kieselguhr, lose	25 "	6,0	393,4 "
" gedrängt	25 "	11,2	425,8 "
Kork in Streifen**)	15 "	(?)	87,1 "
Gekittetes Korkklein***) . .	30 "	(?)	59,2 "
Teig von Kieselguhr und Haaren	9 "	(?)	69,4 "
Gekardete Baumwolle	50 "	1,0	157,7 "
Reiskaff in Strohnappe . . .	12 "	(?)	71,9 "

Diese Reihe zeigt u. a. den Einfluss der Dichtigkeit faseriger oder körniger Schutzmassen. In den sechs ersten Fällen wurde eine und dieselbe Schutzhülle beim Fortschreiten der Versuche mehr und mehr zusammengepresst, was denn eine steigende Ausstrahlung zur Folge hatte. Ordway hält Kork für einen der besten Schutzstoffe, insbesondere in Gestalt des

*) Auszug aus Ordway's Tabellen III, IV und VI.

**) Wie Fassdauben aneinander gelegt, schmale Luftschicht darunter.

***) Korkabfälle mit dem Hackmesser klein gehackt und mit dem 1½-fachen Gewicht Wasserglas von 30° Beaumé zusammen gekittet; schmale Luftschicht darunter.

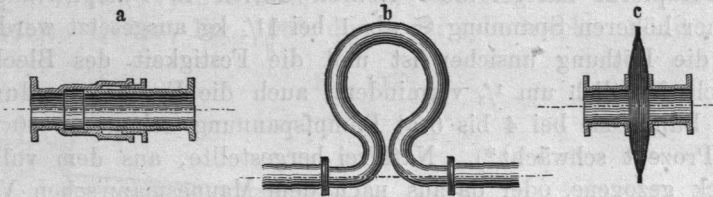
angegebenen, gekitteten Korkkleins, welches er in halbrohrförmige Schalen zu formen empfiehlt, eine Form, welche auch bei uns bereits bewährt gefunden worden ist*).

Lufträume unter oder zwischen den Schichten der Schutzstoffe zu lassen, empfiehlt Ordway nicht, rath vielmehr, solche Räume mit irgend einem leichten Pulver auszufüllen. Von allen Schutzstoffen zusammengenommen hält er für die besten: Filz, Kork, Kieselguhr, Magnesia, Holzkohle und Reiskaff**).

Bezüglich der Versuche, deren Durchführung bei ihm trefflich zu nennen ist, macht er die sehr beachtenswerthe Bemerkung, dass es nutzlos sei, den Apparaten beschwerlich grosse Abmessungen zu geben, denn, wie man bei chemischen Analysen mit Grammen statt Kilogrammen von dem zu untersuchenden Körper ausreicht, so steigere auch beim physikalischen Versuch die Vermehrung der Grösse nicht nothwendig die Genauigkeit des Ergebnisses.

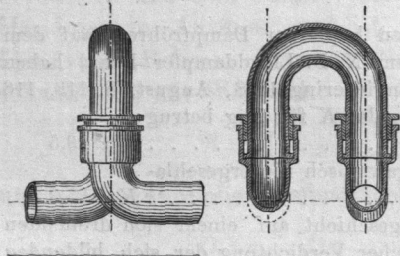
In langen Dampfleitungen macht die Ausdehnung der Röhren durch die Wärme die Einsetzung von sogenannten Kompensatoren***), die man richtiger Dehnungskupplungen nennen könnte, erforderlich. Gebräuchliche Formen derselben sind die in Fig. 1051 dargestellt. *a* Dehnungsstopfbüchse, *b* biegsames

Fig. 1051.



Kupferrohr, *c* Dehnungsdose mit elastischen Stahlböden, Fig. 1052 Stopfbüchsenknie. Die Einrichtungen *a* bis *c* erfordern mehr oder weniger, dass man die Enden der gekuppelten Rohrstränge festlegt, damit die Lagenveränderung sich bloss in der Kupplung äussere; die Einrichtung Fig. 1052 ist davon frei.

Fig. 1052.



In Beziehung auf den wirklichen Werth der Ausdehnung der Rohre durch Erwärmung

*) Vergl. Z. D. Ingenieure 1886, S. 38.

***) Während der Drucklegung des Vorstehenden wird in der Revue industrielle, Sept. 1888, S. 346 auf eine neue, angeblich sehr wirksame und dabei billige Schutzmasse hingewiesen, bestehend aus gewöhnlichem Mehlkleister und Sägemehl.

****) Diese „kompensiren“ nicht die Längenvergrößerung und -Verkleinerung, wie die Stäbe in einem Rostpendel, sondern machen sie nur unschädlich.

ist zu bemerken, dass, wenn diese t^0 C. beträgt, die Ausdehnung wird für:

Gusseisen	t: 90 100
Schmiedeeisen	t: 84 600
Kupfer	t: 58 200
Messing	t: 53 500

4. Beispiel. Ein gusseiserner Rohrstrang von 30 m Länge, welcher im unbenutzten Zustande 10^0 warm ist, erfährt durch Einlassung von Dampf von 4,5 at Ueberdruck, d. i. $149,1^0$ C. Temperatur, eine Ausdehnung um $30 \cdot 1000 \cdot 139,1 : 90 100 = 46,3$ mm.

§. 339.

Kupferne und andere Röhren.

Kupferne hartgelöthete Röhren dürfen in Dampfleitungen keiner höheren Spannung \leq als 1 bei $1\frac{1}{4}$ kg ausgesetzt werden, da die Löthung unsicher ist und die Festigkeit des Bleches durchschnittlich um $\frac{1}{3}$ vermindert, auch die Erwärmung durch den Dampf sie bei 4 bis 6 at Dampfspannung schon um 10 bis 12 Prozent schwächt*). Nathfrei hergestellte, aus dem vollen Block gezogene, oder daraus nach dem Mannesmann'schen Verfahren gewalzte Kupferröhren können mit 6 bis 8 kg für \leq belastet werden. Bleiröhren, auf der Rohrpresse nathfrei gefertigt (vergl. §. 333, b, 5), können mit $\leq = 0,5$ beansprucht werden.

*) Zwei folgenschwere Explosionen kupferner Dampfrohren (auf dem englischen Postdampfer Elbe und dem N. D. Lloydampfer Lahn) haben zu neuen Versuchen veranlasst, s. Engineering 1888, August, S. 113, 116 und 125. Man fand, dass der Bruchmodul K für Zug betrug:

bei hartgelötheten Röhren	$K = 23,5$
bei nathfrei gezogenen und bei galvanisch niedergeschlagenen	$K = 35,3$

Das galvanische Niederschlagen geschieht auf einem sich drehenden Kern unter fortwährender mechanischer Verdichtung der sich bildenden Schicht mittelst eines schraubenförmig wandernden Polirsteines (Achat).

Die Schwächung des Kupfers durch Erwärmung steigt nach älteren, aber sehr zuverlässigen Versuchen im Franklin-Institut wie folgt:

Temperatur des Kupfers:										
50	100	150	200	250	294	367	427	500	644	722^0 C.
Verminderung des Bruchmoduls:										
0,018	0,054	0,093	0,151	0,205	0,256	0,343	0,439	0,558	0,886	1,000.