

entfällt. Die Masse wird ähnlich wie Kieselgur mit Bindemitteln versehen und zu einem Brei angerührt, der nacheinander in dünnen Schichten aufgetragen wird. Patentgurit hat ein spez. Gewicht von 0,4 bis 0,45.

Glasgespinst für Isolierzwecke. Diese wird von den Deutschen Glasgespinst-Isolierwerken, Hamburg, hergestellt. Das spez. Gewicht der lose geschichteten Masse ist nur 0,05. Auf dem zu isolierenden Rohr werden in 300 mm Abstand Distanzringe aus Kieselgur- oder Asbestschnüren angebracht. Das in Strähnen gelieferte Glasgespinst wird watteartig auseinandergezupft und in breiten Lagen um das Rohr gewickelt, die Zwischenräume zwischen den Ringen ausfüllend. Dann umhüllt man das Ganze mit Drahtgewebe mit Abputz oder mit halbrunden imprägnierten Pappschalen, die mit Draht zusammengezogen werden. Das Ganze wird dann mit einem Klebemittel bestrichen, mit Nesselstoff umwickelt und schließlich mit Farbe angestrichen. Die Dicke der Isolierschicht ist 25 bis 30 mm.

Vorteile der Isolierung. Der Nutzen der Umhüllung von Wärme führenden Gefäßen mit Isolierstoffen zur Beschränkung der Wärmeverluste ist zwar lange bekannt, wird aber noch nicht allgemein in seiner vollen Bedeutung gewürdigt. Eingehende Versuche über den Vorteil der Wärmeisolierung hat u. a. Eberle<sup>1)</sup> ausgeführt, und zwar an einer rund 26 m langen Rohrschleife von 70 mm lichter Weite, wobei verschiedene Isolierstoffe geprüft wurden.

Der Wärmeverlust des nackten Rohres, bezogen auf 1 qm Rohroberfläche, betrug für 1° Temperaturgefälle zwischen der Außenluft und dem das Rohr durchströmenden Dampf bei Satttdampf von 3 bis 13 at Überdruck rund 13 bis 16 WE/st, bei Heißdampf von 314° C rund 19 WE/st.

Bei Umhüllung mit Kieselgur, gebrannten Schalen aus Kieselgur, (Diatomit), Seidenabfällen, Patentgurit, Kork oder Glaswolle ermäßigte sich der Verlust auf 3,6 bis 2,3 WE/st, entsprechend 75 bis 82 v. H. Wärmersparnis, und wenn auch die Flanschen umhüllt wurden, auf 3,1 bis 1,3 WE/st entsprechend 77 bis 90 v. H. Wärmersparnis. Die günstigsten Ergebnisse wurden dabei mit der Isolierung durch Glasgespinst erzielt. Für den wirtschaftlichen Erfolg kommen natürlich die Haltbarkeit des Isolierstoffes und der Preis der Isolierung mit in Betracht.

Beispiel 33: Ein Rohr von 159 mm äußerem Durchmesser, 4 1/2 mm Wandstärke und 20 m Länge werde von Heißdampf von 12 at Überdruck und 325° C mittlerer Temperatur durchflossen. Die Oberfläche des Rohres, die Flanschen eingerechnet, beträgt rund

$$O = 11,0 \text{ qm.}$$

Bei Annahme einer Wärmedurchgangszahl  $k = 18$  WE/st beträgt der Wärmeverlust während eines Jahres bei ununterbrochenem Tag- und Nachtbetrieb, wie für Kraftwerke anzunehmen ist, also bei  $T = 24 \cdot 365 = 8760$  st

$$V = k(t_h - t_l) O \cdot T = 18(325 - 25) 11 \cdot 8760 \\ = \sim 520\,000\,000 \text{ WE,}$$

d. i. etwa 1,3 v. H. derjenigen Wärmemenge, die während derselben Zeit bei  $V = 20$  m/sek mittlerer Geschwindigkeit in Form von Heißdampf durch dasselbe Rohr hindurchfließen würde.

Dieser Wärmeverlust entspricht bei einem Wirkungsgrade der Kesselanlage  $\eta = 0,7$  einem

$$\text{Kohlenverbrauch } G = \frac{520\,000\,000}{0,7 \cdot 7300} = \sim 102\,000 \text{ kg}$$

und bei einem Kohlenpreise von 15 M./t

$$\text{einem Geldaufwand } T = 102 \cdot 15 = 1530 \text{ M.}$$

Davon können durch eine gute Isolierung 80 bis 90 v. H. erspart werden; das sind 80 bis 90 t Kohlen oder 1200 bis 1350 M.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. bayer. Revis.-Vereins 1909, Nr. 11—15.

Wird die Rohrleitung teilweise durchs Freie geführt, so daß eine größere Temperaturdifferenz in Frage kommt, so wird der Nutzen der Isolierung naturgemäß noch größer sein.

Der Temperaturverlust des Dampfes auf 1 lf. m Rohrleitung, welcher bei der Übernahme von Isolierungsarbeiten an Rohrleitungen in der Regel zu gewährleisten ist, kann wie folgt berechnet werden:

Für die Verhältnisse des vorigen Beispiels

$L = 20$  m,  $O = 11$  qm,  $k = 18$ ,  $t_h = 325^\circ \text{C}$ ,  $t_l = 25^\circ \text{C}$  beträgt der stündliche Wärmeverlust für nackte Leitung

$$\mathfrak{B} = 18 \cdot 11 \cdot 300 = 59\,400 \text{ WE,}$$

auf 1 m Länge also

$$\mathfrak{B}_1 = 2970 \text{ WE.}$$

Das Volumen der in 1 st durch die Rohrleitung fließenden Dampfmenge ist

$$0,3534 \cdot 3600 = 1270 \text{ cbm,}$$

bei 12 at Überdruck und  $t_h = 325^\circ \text{C}$  wiegt 1 cbm  $\frac{1}{0,213} = 4,7$  kg.

Also ist das Gewicht der Dampfmenge

$$G = 0,3534 \cdot 3600 \cdot \frac{1}{0,213} = 5988 \text{ kg.}$$

Der Wärmeinhalt dieser Dampfmenge bei 12 at Überdruck ist

$$Q = 5988 \cdot 741,2 = 4\,438\,300 \text{ WE.}$$

Diese Wärmemenge wird während des Durchfließens von 1 m Rohrstrecke um 2970 WE auf

$$Q' = 4\,435\,330 \text{ WE}$$

verringert. 1 kg Dampf hat dann den Wärmeinhalt  $i_h = 740,7$  WE.

Dazu findet man aus Zahlentafel 49 durch Interpolieren einen Wärmeverlust  $741,2 - 740,7 = 0,5$  WE, was entsprechend der spez. Wärme des Heißdampfes von 0,54 einem Temperaturfall von  $\sim 1^\circ \text{C}$  gleichkommt.

Sollen nun durch Isolierung 85 v. H. des Verlustes gespart werden, so darf der Temperaturabfall nur  $0,15^\circ \text{C}$  betragen. Dieser Betrag ist allerdings viel geringer als derjenige, mit dem in der Praxis gerechnet wird. Versuche<sup>1)</sup> haben ergeben, daß bei der ersten Berührung mehr Wärme verloren geht, als auf dem ferneren Wege. Bei Übernahme von Isolierungsarbeiten für kürzere Leitungen wird gewöhnlich ein Temperaturabfall von  $1^\circ \text{C}$  auf 1 m Länge gewährleistet; bei längeren Leitungen mit verhältnismäßig wenigen, isolierten Flanschen und Ventilen und 20 bis 30 m Dampfgeschwindigkeit, kann man bis auf  $0,5$  und eventuell  $0,3^\circ \text{C}$  heruntergehen.

## K. Schrauben.

Zum Befestigen der Armaturteile sollten nur Mutter-schrauben mit Sechskantkopf, oder wo nicht anders angängig, Schwalbenschwanzschrauben oder Schrauben mit ähnlich geformten Köpfen, niemals aber Stiftschrauben, Verwendung finden. Über die Anzahl und Stärke der bei einem bestimmten Durchmesser anzuwendenden Schrauben geben die vorerwähnten „Normalien für Rohrleitungen mit hoher Spannung“ Aufschluß.

<sup>1)</sup> Nusselt, Z. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 1155.