

spalten, während bei den älteren Ausführungen seitliche Treppenroste angewendet wurden.

Infolge der Krümmung des Rostes sinkt das Brennmaterial langsam von beiden Seiten nach der Mitte.

Die Verbrennung erfolgt in günstiger Weise, da das Brennmaterial in den vertikalen Schächten *c* erwärmt und daher zum grössten Teile entgast wird, bevor es auf den Rost gelangt. Die entwickelten Gase müssen nach unten ziehen und die Schichten glühender Kohle durchströmen, die auf den Rostflächen ausgebreitet sind. Es wird daher in sicherer Weise eine Verbrennung der Gase herbeigeführt, da die Temperatur hoch genug ist, um eine Abscheidung des Kohlenstoffes aus den Gasen als Russ zu verhindern.

Die Verbrennungsluft wird einerseits durch die Rostspalten, andererseits durch besondere gemauerte Luftkanäle dem Vergasungsraum zugeführt.

Um Festsetzungen des Brennstoffes in den vertikalen Schächten zu verhindern, darf nur Brennmaterial in mög-

lichst gleichmässiger Korngrösse verfeuert werden. Bei Störungen im Nachschub müssen die vorn angebrachten Feuerthüren geöffnet werden, womit natürlich ein Eindringen kalter Luft verbunden ist.

Da die Feuerung als Vorfeuerung gebaut werden muss, so eignet sie sich hauptsächlich für die Verbrennung von Braunkohle, Torf, Sägespäne u. dgl.

Der Dampfkessel ist ein Zweiflammrohr-Zwillingskessel, indem die beiden Flammrohrkessel der besseren Raumaussnutzung wegen übereinander angeordnet sind. Die Heizfläche beträgt bei 2 m Durchmesser des Mantels, 675 mm der Flammrohre und 9,5 bzw. 10 m Länge 150 qm, der Betriebsdruck 6 at. Die beiden Kessel haben selbständige Dampfäume und Wasserräume.

Die Führung der Heizgase ist folgende:

Zuerst durchstreichen die Gase die beiden unteren Flammrohre, dann die beiden oberen Flammrohre, um dann in drei S-förmigen Windungen die beiden Kesselmäntel zu umspülen.

(Schluss folgt.)

Ueber das Kohlrausch'sche Petrolätherthermometer.

Von Rudolf Mewes, Ingenieur und Physiker.

Die Kälteindustrie hat sich in dem Zeitraum von wenigen Jahrzehnten ausserordentlich entwickelt, so dass schon längst das Bedürfnis nach Thermometern, welche in gleich bequemer Weise wie die Quecksilberthermometer bis ungefähr 300° über Null selbst für Temperaturen bis -200° unter Null sich verwenden lassen, in Wissenschaft und Technik sich fühlbar gemacht hat. In erhöhtem Masse ist dies geschehen, nachdem durch das *Linde'sche* Luftverflüssigungsverfahren sämtliche permanente Gase verflüssigt und dadurch Temperaturen von -200° C., ja selbst -250 bis -260° C. erzeugt worden sind und ohne Schwierigkeit wieder erzeugt werden können. Die diesbezüglichen Bestrebungen, welche von der *Physikalisch-technischen Reichsanstalt* mit allen Kräften und Mitteln gepflegt und gefördert worden sind, haben schliesslich dadurch zum gewünschten Ziele geführt, dass Prof. *F. Kohlrausch* Petroläther als die geeignete Füllflüssigkeit für so tiefgradige Thermometer erkannte und an der *Physikalisch-technischen Reichsanstalt* die zur Herstellung derartiger Petrolätherthermometer erforderlichen Beobachtungen über die Volumänderungen des Petroläthers mit sinkender Temperatur bis zu -188,8° C. anstellen liess. Veröffentlicht sind die diesbezüglichen Beobachtungsergebnisse in den *Annalen der Physik und Chemie*, Neue Folge, 1897 Bd. 60 in *Ueber ein Thermometer für sehr tiefe Temperaturen und über die Wärmebewegung des Petroläthers*. Von *F. Kohlrausch*. Die Beobachtungen von *Kohlrausch* sind in der nachstehenden Tabelle enthalten, in welcher v_0 das Volumen des Thermometergefässes beim Eispunkt und v_0/q das Verhältnis des mittleren Querschnittes der Kapillare zu diesem Volumen, v das beobachtete Volumen bei der Temperatur t in Teilen des Volumens bei 0° bedeutet. Der Siedepunkt des gereinigten Petroläthers (vollkommen wasserfrei) liegt bei +33°, die Dichte desselben ist bei +17° = 0,6515.

Die Kontraktion, welche schliesslich bei -188° erreicht wird, ist eine ausserordentlich starke, da bei dieser Temperatur das Volumen nur $\frac{1}{5}$ von demjenigen bei 0° und nur $\frac{1}{4}$ von demjenigen bei +30° beträgt, während Quecksilber bei einer Temperaturerhöhung von -40 bis +360° sich nur um $\frac{1}{14}$ seines ursprünglichen Volumens ausdehnt. Die mittleren Ausdehnungskoeffizienten sind nach *Kohlrausch* die in der folgenden Tabelle angegebenen.

II. Tabelle der mittleren Ausdehnungskoeffizienten des Petroläthers.

β	α	β	$\frac{1}{V_0} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\frac{1}{V_m} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}$
0° - 188,0°	0,00111	- 188,0 - 80,0°	0,00104	0,00121
0 - 80,0	0,00121	- 80,0 - 50,0	0,00112	0,00121
0 - 50,0	0,00125	- 50,0 + 0,0	0,00125	0,00129
0 + 22,7	0,00145	+ 0,0 + 22,7	0,00145	0,00143
0 + 26,0	0,00147	+ 22,7 + 30,7	0,00158	0,00152
0 + 30,7	0,00148			

Zu der vorstehenden Tabelle, welche ebenso wie die I. Tabelle aus den *Annalen der Physik und Chemie* entnommen ist, bemerkt der Verfasser a. a. O.: „Eine einigermaßen einfache Formel, die Beobachtungen darzustellen, habe ich nicht gefunden.“ Und doch gibt es eine sehr einfache Formel, welche die Beobachtungen genau wiedergibt, nämlich die von mir aufgefundene allgemeine Zustandsgleichung der Stoffe

$$v_t - x = (v_0 - x)(1 + \alpha)^t,$$

worin x das Molekylvolumen und $\log(1 + \alpha) = 0,0011$ ist. Dass dies thatsächlich der Fall ist, beweisen die in den nachstehenden Tabellen nach dieser Formel berechneten Volumina v_t .

I. Tabelle von *Kohlrausch*.

Nr. 2 $v_0 = 690$ cmm $v_0/q = 370$		Nr. 3 $v_0 = 976$ cmm $v_0/q = 830$		Mittelwerte, um die Glasausdehnung vermehrt		
t	v	t	v	t	v	v
- 188,8°	0,7964	- 187,7°	0,7969	- 187,7°	0,7983	- 188,0° 85,0° 0,7916
- 79,9	0,9069	- 79,9	0,9054	- 79,9	0,9065	- 79,9 193,1 0,9037
- 49,7	0,9396	- 47,7	0,9395	- 49,7	0,9396	- 49,7 223,3 0,9376
0,0	1,0000	0,0	1,0000	0,0	1,0000	0,0 273,0 1,0000
+ 22,7	1,0319	+ 22,7	1,0326	+ 22,7	1,0322	+ 22,7 295,7 1,0330
+ 26,0	1,0365	+ 26,0	1,0379	+ 26,0	1,0372	+ 26,0 299,0 1,0382
+ 30,4	1,0439	+ 30,9	1,0451			+ 30,7 303,7 1,0456