

berechnet werden und für den Fall unter a) mit $k' = 13$ v. H. CO_2 und mit einer Wärmedurchgangszahl $k = 12$.

Es ist zunächst

$$\Delta t = \frac{300 + 180}{2} - \frac{87 + 35}{2} = 179^\circ$$

und

$$H_v = \frac{D \cdot (t w_2 - t w_1)}{k \cdot \Delta t} = \frac{1000 \cdot 52}{12 \cdot 179} = 24,2 \text{ qm.}$$

E. Berechnung der Heizfläche.

In Schaubild (202 und 203) sind die Temperaturzunahmen und die Vorwärmerheizflächen für je 1000 kg Speisewasser aufgetragen. Die Berechnung der aufgetragenen Werte erfolgte für folgende Annahmen: Verbrennung der N-Kohle mit $k' = 13$ v. H., $x = 8$ fache Verdampfung, Anfangstemperatur des Speisewassers = 35°C . Demnach ist zunächst die Temperaturerhöhung des Speisewassers ermittelt aus:

$$t w_2 - t w_1 = \frac{0,9 G_v \cdot c_p (t g_4 - t g_5)}{x}$$

Darauf Δt für die verschiedenen Gastemperaturen und die berechneten Werte $t w_2$ und endlich die Heizflächen aus

$$H_v = \frac{0,9 G_v \cdot c_p (t g_4 - t g_5)}{k \cdot \Delta t}$$

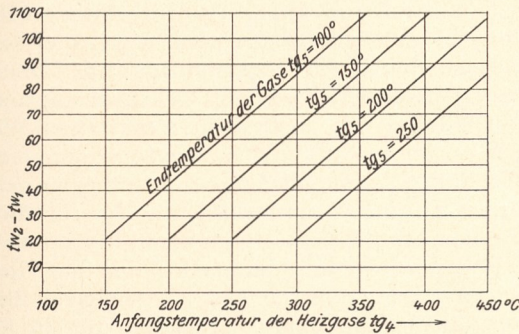


Fig. 202. Temperaturzunahme des Speisewassers bei 13 v. H. CO_2 -Gehalt der Rauchgase.

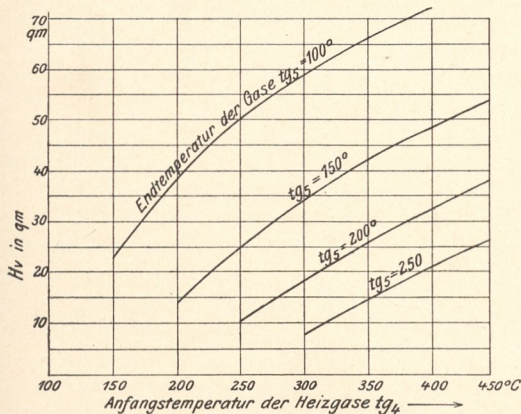


Fig. 203. Größe der Vorwärmerheizflächen für je 1000 kg Speisewasser bei 13 v. H. CO_2 -Gehalt der Rauchgase.

Da die in Fig. 202 und 203 gezeichneten Größen jedoch von so vielen Daten abhängig sind, die fast in jedem Betriebe wechseln, so können die Figuren nur zur Orientierung dienen.

Die errechnete Heizfläche muß eventuell vergrößert oder verkleinert werden, damit man eine für die Rußschabevorrichtung passende Anzahl Rohrreihen erhält. Die Gasgeschwindigkeit zwischen den Vorwärmerrohren soll etwa 4 bis 6 m/sek. betragen; keinesfalls weniger, da sonst die senkrechten Rohre nicht in ihrer ganzen Höhe von den Heizgasen bestrichen würden.

F. Zur überschlägigen Ermittlung der Abgaswärme

zum Zwecke des Entwurfes einer neuen Vorwärmanlage mag folgendes vereinfachte Verfahren dienen.

In Fig. 204 sind die Beziehungen zwischen Kohlenstoffgehalt und Heizwert von mehr als 50 verschiedenen Kohlensorten¹⁾ durch Punkte dargestellt²⁾.

Eine durch die Punktreihe gelegte Gerade zeigt an, daß man die Beziehung mit Annäherung durch die Gleichung

$$C = \frac{h + 350}{100} \tag{52}$$

ausdrücken kann, worin h den Heizwert in WE und C den Kohlenstoffgehalt in v. H. bedeutet.

Nur die Kokssorten fallen wegen ihres größeren Aschengehaltes und deshalb im Verhältnis zum Kohlenstoffgehalt geringeren Heizwertes aus der Reihe heraus; für sie gilt annähernd die Gleichung

$$C = \frac{h + 1500}{100} \tag{53}$$

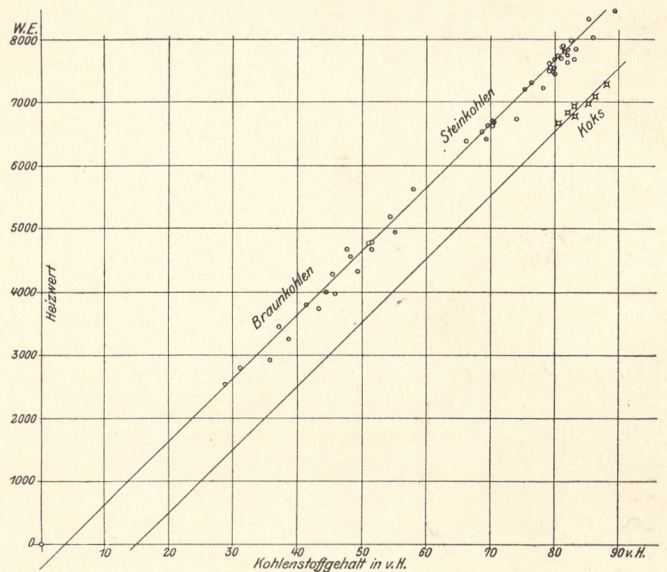


Fig. 204.

Die Gasmenge berechnet man nun aus

$$G_v = \frac{C'}{0,536 k'}$$

und zählt, um H und W zu berücksichtigen, etwa 1,2 cbm hinzu. Dann ist die verfügbare Wärmemenge

$$Q_1 = 0,32 \left(\frac{C'}{0,536 \cdot k'} + 1,2 \right) (t g_4 - t g_5) \tag{54}$$

G. Die Wärmeersparnis.

Den durch den Vorwärmer erzielten Wärmegewinn, d. h. die Wärmemenge, welche ohne ihn mit den Abgasen verloren wäre, berechnet man aus

$$Q_3 = x(t w_2 - t w_1) \cdot$$

Die vielfach übliche Angabe der Wärmeersparnis (y), bezogen auf die Dampfwärme des

¹⁾ Z. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 669 und 1909, S. 1842 und 1882.

²⁾ Ähnliche Verfahren sind inzwischen auch angegeben von M. Kaufhold, Stahl und Eisen 1909, Nr. 35 und Zeitschr. Dampfk. u. Maschbtr. 1909, Nr. 49.

Sattdampfes, bezeichnet eigentlich nur den Teil der Leistung des Brennstoffes, welcher dem Kessel durch den Vorwärmer abgenommen ist und deckt sich nicht mit der wirklichen Wärmeersparnis (z) bezogen auf den Heizwert des Brennstoffes. Letztere muß natürlich kleinere Zahlen ergeben, da sie den Wirkungsgrad der Kesselanlage in sich schließt und von einem Bruttowert, dem Heizwert, gerechnet wird, demgegenüber die Dampfwärme schon einen Nettowert darstellt. Die Wärmeersparnis y in v. H. ergibt sich aus:

$$y = \frac{t w_2 - t w_1}{i_s - t w_1} \cdot 100, \quad (55)$$

während die wirkliche Brennstoffersparnis z in v. H. sich wie folgt berechnet:

$$z = \frac{x(t w_2 - t w_1)}{h} \cdot 100. \quad (56)$$

Zahlentafel Nr. 54.

| Temperaturzunahme des Wassers im Vorwärmer . ° C | | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
|--|--|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|
| Wärmeersparnis in v. H. | bezogen auf Sattdampf v. 12 at Überdr. $y =$ | 4,5 | 6 | 7,5 | 9 | 10,5 | 12 | 13,5 | 15 | 16,5 |
| | bezogen auf den Heizwert bei 8 facher Verdampfung, bei $h = 7300$ WE . . $z =$ | 3,3 | 4,4 | 5,5 | 6,6 | 7,7 | 8,8 | 9,9 | 11 | 12,1 |

Auch diese Tafel kann nur einen Überblick gewähren, während für Sonderfälle eine größere Zahl von Einflüssen zu berücksichtigen sind. Es sei aber wiederholt hervorgehoben, daß von einem Vorwärmer hinter einem Kessel mit guter Wärmeausnutzung, welcher also die Abgase mit geringerem Wärmeinhalt entläßt, nicht dieselbe Wärmeersparnis erwartet werden kann, wie hinter einem Kessel mit schlechterer Wärmeausnutzung. Bei Neuanlagen ist man jedoch in der Lage, durch richtige Verteilung der Leistung auf Kessel, Überhitzer und Vorwärmer die erwarteten Vorteile zu erzielen.

Die wirklichen Ersparnisse können die rechnerisch ermittelten im praktischen Betriebe sehr wohl übertreffen. Wenn z. B. eine zu stark beanspruchte Kesselanlage durch den Einbau eines Vorwärmers entlastet wird, so wird infolgedessen der Wirkungsgrad des Kessels und damit die Verdampfungsziffer x zunehmen. Diese Entlastung der Kesselanlage kann eventuell auch dazu führen, daß bei Vorhandensein einer größeren Zahl Kessel einer oder mehrere davon außer Betrieb gesetzt werden können. Tritt ein solcher Fall ein, so erhöht sich die Ersparnis natürlich weiter infolge des Fortfalles von Verlusten durch Leitung und Strahlung, Verminderung der Brennstoffmengen zum Anheizen und für Abbrand, der Verringerung der Anzahl der Bedienungsmannschaften, der Reparatur- und Reinigungskosten usw.

Die vorstehend ermittelte Wärmeersparnis ist noch nicht gleichbedeutend mit dem wirtschaftlichen Nutzen einer Vorwärmanlage. Um diesen zu erhalten, sind zunächst die bei gußeisernen Rauchgasvorwärmern stets aufzuwendenden Kosten der Antriebskraft zu berücksichtigen. Regeln hierfür aufzustellen, ist bei der Verschiedenartigkeit der Betriebe — ob Transmissions- oder elektrischer Betrieb — usw. nicht möglich, jedoch können allgemein pro PS und Jahr von 3000 Arbeitsstunden etwa 200 bis 300 M. in Anrechnung kommen.

Die Kosten für Reinigung und etwaige Reparaturen sind ebenfalls zu berücksichtigen und schließlich noch ein Betrag für Verzinsung und Abschreibung der Vorwärmanlage mit Einmauerung und Betriebsvorrichtung von der oben ermittelten Wärmeersparnis in Abzug zu bringen, wonach dann erst der wirkliche durch Aufstellung des Vorwärmers erzielbare wirtschaftliche Nutzen verbleibt. Der für die Vorwärmanlage erforderliche Raum kann, besonders wenn er erst erworben werden muß, ebenfalls das Resultat beeinflussen. In der Regel aber ist genügend Platz in oder neben dem Kesselhause vorhanden, der für andere Zwecke nicht in Frage kommt, so daß besondere Kosten für den Raum meist nicht einzurechnen sind.