L_g = wirklicher Luftbedarf in kg für 1 kg Brennstoff
L_v = „ „ „ cbm „ „ „
G_{g_0} = theoretische Gasmenge in kg „ „ „
G_{v_0} = „ „ „ cbm „ „ „
G_g = wirkliche „ „ kg „ „ „
G_v = „ „ „ cbm „ „ „
k = Kohlensäuregehalt der Rauchgase bezogen auf 1 cbm.
o = Sauerstoffgehalt der Rauchgase bezogen auf 1 cbm.
n = Luftüberschußverhältnis.
C = Kohlenstoffgehalt des Brennstoffes.
C' = Gewicht des wirklich verbrannten Kohlenstoffes auf 1 kg Brennstoff.
t_{g_1} = Verbrennungs- bzw. Anfangsgastemperatur in ° C.
t_{g_2} = Temperatur der Abgase in ° C.
t_l = Lufttemperatur in ° C.

2. Der Heizwert.

Die Erzeugung der Wärme im Dampfkesselbetrieb erfolgt durch den chemischen Prozeß der Verbrennung, d. i. der Verbindung der Brennstoffe mit Sauerstoff (Oxydation). Die Güte der Brennstoffe ist nach der Zahl der Wärmeeinheiten zu beurteilen, welche bei der vollkommenen Verbrennung von 1 kg des Brennstoffes frei werden. Diese Zahl nennt man den Heizwert des Brennstoffes (h).

Unter den chemischen Elementen besitzen Wasserstoff mit $h = 34\,400$ WE/kg und Kohlenstoff mit $h = 8100$ WE/kg die größten Heizwerte; deshalb werden zur Wärmeerzeugung durch Verbrennung ausschließlich Brennstoffe verwendet, welche hohen Gehalt an diesen beiden Elementen haben; daneben kommt der häufig in den Steinkohlen enthaltene Schwefel mit $h = 2500$ WE/kg wenig in Betracht. Man kann nun den Heizwert eines Brennstoffes berechnen, wenn man seine chemische Zusammensetzung kennt. Dabei ist folgendes zu berücksichtigen:

a) Ist in dem Brennstoff Wasser enthalten, so muß dieses bei der Verbrennung verdampft werden, und da die Verbrennungsgase mit einer Temperatur abziehen, die höher liegt als diejenige des Sattdampfes bei atmosphärischer Spannung, so wird die Verdampfungswärme nicht zurückgewonnen. Man hat demnach auf jedes kg des Wassergehaltes 600 WE abzuziehen.

b) Bei der Verbrennung von Wasserstoff entstehen nach der Formel

$$2\,H_2 + O_2 = 2\,H_2O$$
$$4 + 32 = 36\ ^{1)}$$

für je 1 kg H 9 kg H_2O, welche ebenfalls als Dampf entweichen und für je 1 kg 600 WE Verdampfungswärme mit fortnehmen; es sind deshalb $9 \times 600 = 5400$ WE abzuziehen, so daß man bei Wasserstoff mit dem unteren Heizwert $h_u = 34\,400 - 5400 = 29\,000$ WE/kg zu rechnen hat.

Nur dann, wenn die Verbrennungsgase bis unter die Verdichtungstemperatur des Wasserdampfes abgekühlt werden, kann man mit dem oberen Heizwert $h_o = 34\,400$ WE/kg rechnen.

Dasselbe gilt für alle brennbaren Gase, die Wasserstoff enthalten (CH_4, C_2H_4).

c) Weist die Analyse des Brennstoffes chemisch gebundenen Sauerstoff nach, so nimmt man für die Rechnung an, daß er an Wasserstoff gebunden sei. Es werden daher für 1 Atom O 2 Atome H oder für 1 kg O $^1/_8$ kg H unwirksam gemacht.

Enthält demnach 1 kg des Brennstoffes

C kg Kohlenstoff,
H „ Wasserstoff,
S „ Schwefel,
O „ Sauerstoff,
W „ hygroskop. Wasser,
N „ Stickstoff, welcher für die Verbrennung unwirksam ist,

so ist sein Heizwert:

$$h = 8100\,C + 29\,000\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2500\,S - 600\,W. \quad (14)$$

Diese sog. Verbandsformel gibt den Heizwert nur angenähert an, weil sie nur die Zusammensetzung nach Elementen und nicht nach chemischen Verbindungen berücksichtigt.

Beispiel 2. Eine Steinkohle (Ruhrkohle von mittlerer Güte) habe die Zusammensetzung in v. H.: 78,5 C, 3,7 H, 4 O, 3 N, 1,5 S, 2 W, 7,3 Asche; demnach ist der Heizwert:

$$h = 8100 \cdot 0{,}785 + 29\,000\left(0{,}037 - \frac{0{,}04}{8}\right) + 2500 \cdot 0{,}015 - 600 \cdot 0{,}02$$
$$= 7315 \text{ WE}.$$

In den folgenden Beispielen sei diese Kohle der Kürze wegen N-Kohle genannt und ihr Heizwert auf 7300 WE abgerundet.

3. Vollkommene und unvollkommene Verbrennung.

Die dem Heizwert entsprechende Wärmemenge wird jedoch nur gewonnen bei vollkommener Verbrennung und wenn keine Zersetzung der durch die Verbrennung gebildeten Verbindungen eintritt, was bei sehr hohen Temperaturen der Fall sein kann. Bei der Zersetzung wird ebensoviel Wärme gebunden, verschwindet also, wie bei der Verbindung frei wurde. Vollkommene Verbrennung liegt vor bei den chemischen Reaktionen nach folgenden Formeln:

$$C + O_2 = CO_2\,,$$
$$2\,H_2 + O_2 = 2\,H_2O\,,$$
$$S + O_2 = SO_2\,.$$

Unvollkommene Verbrennung findet statt, wenn dem Kohlenstoff nicht genug Sauerstoff zugeführt wird; dann vollzieht sich die Verbindung zu Kohlenoxyd nach der Formel $C + O = CO$, indem nur 2440 WE/kg frei werden.

Kohlenoxyd verbrennt zu Kohlensäure nach $CO + O = CO_2$ unter Entwicklung von 5660 WE für je 1 kg des in dem Gase enthaltenen Kohlenstoffes, so daß die Wärmeentwicklung bei dieser zweimaligen Oxydation, C zu CO und CO zu CO_2, dieselbe wie bei der Verbrennung von C zu CO_2 ist.

Da in 1 kg CO jedoch nur $\frac{12}{28}$ kg C enthalten sind, so ist der Heizwert von Kohlenoxyd

$$h = \frac{12}{28} \cdot 5660 = 2440 \text{ WE/kg}.$$

Die vorstehend gezeigte Ermittlung des Heizwertes setzt die chemische Analyse des Brennstoffes voraus. Im allgemeinen erfolgt die Heizwertbestimmung für Brennstoffe aller Art durch den calorimetrischen Versuch. Für eine eingehende Beurteilung des Brennstoffes

[1]) Diese Zahlen entsprechen den Molekulargewichten nach Zahlentafel Nr. 2.