

Förderkohle (Gemisch von Fein- und Stückkohle) bis 15 v. H. und Nußkohle bis 10 v. H. Wasser enthalten. Sodann wird eine derartig gelagerte Kohle noch dadurch verschlechtert, daß eine Oxydation, d. h. eine Aufnahme von Sauerstoff stattfindet bei gleichzeitiger Abnahme von Wasserstoff, wodurch Brenn- und Entgasungswert (Verkokbarkeit) der Kohle eine Verminderung erfahren und auch bei größerer Schütthöhe, als ca. 4 bis 5 m, die Selbstentzündung der Kohle begünstigt wird. Um diese Selbstentzündung zu vermeiden, sind in neuerer Zeit besonders in Amerika Versuche gemacht worden, die Kohle unter Wasser zu lagern. Dabei will man konstatiert haben, daß die Kohle unter Wasser besser wurde. Über die Art der Lagerung — Schichthöhe und ev. Entlüftungsvorrichtungen — größerer Kohlenmengen machen vielfach die Feuerversicherungen besondere Vorschriften. Die Lagerung auch kleinerer Kohlenmengen in warmen Räumen, über Rauchkanälen usw. ist streng zu vermeiden, da dadurch ebenso wie durch zu hohe Aufschüttung die Selbstentzündung begünstigt wird. Zum Lagern als eiserne Bestände verwendet man am besten nur Briketts, deren Güte durch das Lagern kaum leidet.

## F. Die Heizwertbestimmung.

Der Heizwert der Kohle kann entweder, wie auf S. 7 beschrieben, nach dem Ergebnis der chemischen Analyse berechnet oder direkt durch den calorimetrischen Versuch bestimmt werden. Letzteres Verfahren beruht darauf, daß eine Probe des Brennstoffes, etwa 1 g, in reinem Sauerstoff verbrannt und die erzeugte Wärme an der Temperaturerhöhung einer abgemessenen Menge Wasser, welches das Verbrennungsgefäß umgibt, gemessen wird. Nach der Methode von Berthelot geht die Verbrennung in einer fest verschließbaren Stahlbombe von 200 bis 300 ccm Inhalt vor sich, in welche der Sauerstoff mit 25 at Druck hineingeleitet wird. Die Probe wird durch einen mit elektrischem Strom zum Glühen gebrachten Draht entzündet.

Einfache und zweckmäßige Bauarten des Calorimeters nach diesem System rühren von Mahler und Kröker her. Bei dem Apparat von F. Fischer findet die Verbrennung in einem Sauerstoffstrom von atmosphärischer Spannung statt, die aus dem Calorimeter abgehenden Gase werden dann noch zum Zweck einer gleichzeitigen Elementaranalyse durch Absorptionsgefäße geleitet.

Bei dem Verfahren von Parr findet die Verbrennung nicht in Sauerstoff, sondern in einer sauerstoffhaltigen Verbindung, Natriumsuperoxyd, statt, die dabei gebildete Kohlensäure und das Wasser werden in Form von Natriumcarbonat und Natriumhydrat gebunden. Dabei wird angenommen, daß die bei diesem Prozeß freiwerdenden Verbindungswärmen dem Heizwerte entsprechen.

Bei der Entnahme der Brennstoffproben ist besonders darauf zu achten, daß die Probe wirklich der durchschnittlichen Zusammensetzung der zu untersuchenden Brennstoffmenge entspricht. Die Aufbewahrung und Versendung der Proben soll in luftdicht verschlossenen Gefäßen — nicht in Holzkisten — erfolgen, da der Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes durch denjenigen der Luft beeinflusst wird und besonders bei Braunkohlen durch Lagern an der Luft sich beträchtlich vermindern kann, so daß bei Nichtbeachtung dieser Vorsicht die calorimetrische Untersuchung einen zu günstigen Wert ergeben würde.

Für gasförmige Brennstoffe bestimmt man den Heizwert mit dem Calorimeter von Junkers, in welchem eine durch die Gasuhr gemessene Gasmenge mittels eines Bunsenbrenners verbrannt wird, während ein das Calorimeter durchfließender Wasserstrom die Wärme der Abgase aufnimmt.

## G. Beim Einkauf

sollte man außer dem Heizwert auch den Feuchtigkeits- und Aschengehalt des Brennstoffes, der zusammen nicht mehr als ca. 10 v. H. vom Gewicht einer guten Steinkohle betragen soll, berücksichtigen, da der Wasser- und Aschengehalt den Heizwert weit mehr beeinflussen als die verschiedene Zusammensetzung der eigentlichen brennbaren Substanz. Wie oben bereits erwähnt, kann eine Steinkohle, die längere Zeit und nicht unter Dach gelagert hat, in den oberen Schichten je nach Korngröße und Jahreszeit schon allein 10 bis 15 v. H. Wasser enthalten. Die Bestimmung des Wasser- und Aschengehaltes neben dem Heizwert der Kohle ist besonders auch da unerlässlich, wo hohe Frachtkosten in Frage kommen.

## 3. Koks und Gas.

### A. Die Entgasung.

a) Gasförmige Brennstoffe können aus festen durch zwei Verfahren hergestellt werden, durch Entgasung und Vergasung.

Das Verfahren der Entgasung liegt der Leuchtgasfabrikation und der Herstellung von Hüttenkoks zugrunde und beruht darauf, daß bei Erhitzung unter vollständigem Luftabschluß auf 1000 bis 1300° die flüchtigen Bestandteile der Steinkohlen entweichen, während die festen als Koks zurückbleiben.

Bei der Leuchtgasfabrikation gewinnt man Koks als Nebenerzeugnis, dazu Teer und Ammoniak.

Die Entgasung geschieht in wagerechten, schräg liegenden oder senkrechten Retorten aus Schamotte. Die Ausbeute auf 100 kg Steinkohlen (langflammige Fettkohle) beträgt etwa 30 cbm Gas, 65 bis 70 kg Koks, 4 bis 5 kg Teer, 8 bis 10 kg Ammoniakwasser. Zum Heizen der Retorten braucht man etwa 15 kg der gewonnenen Koks, sofern hierfür nicht Teer verwendet wird.

Die Hauptbestandteile des Leuchtgases sind:

Wasserstoff, H; leichter Kohlenwasserstoff (Grubengas),  $\text{CH}_4$ , und schwerer Kohlenwasserstoff (Äthylen),  $\text{C}_2\text{H}_4$  (s. Zahlentafel Nr. 7).

### Gaskoks.

Derselbe wird je nach dem Verwendungszweck in verschiedener Reinheit und Stückgröße in den Handel gebracht. Nachdem der Koks aus der Retorte entfernt und mittels Wasserstrahl abgekühlt ist, wird er mit einer breiten Gabel geschaufelt und dabei von kleinen Koksstückchen und Staub getrennt. Es entsteht der sog. Gabelkoks, der in einer Stückgröße von ca. 30/80 mm in den Handel kommt und in der Hauptsache für Hausbrand in Stubenöfen und in den Kesseln der Zentralheizungen Verwendung findet. Das beim Schaufeln entfallende Kokslein (Breeze) in einer Stückgröße von 0/30 mm kann bei gutem Schornsteinzuge auf einem Schrägrost verfeuert werden, während der verbleibende Koksstaub in einer Größe von 0/5 mm auf Planrosten

mit Unterwind (S. 228) verbrannt werden muß. Nußkoks mit 6/40 mm Stückgröße wird durch Zerkleinern von Gabelkoks erzielt und ist für den Hausbrand sehr begehrt. Nach der Zerkleinerung passiert der Koks eine Siebtrommel, aus der der Reihe nach Nußkoks, Kokslein (Breeze) und Koksgrus (Koksstaub) entfallen.

Der Koks ist schwer entzündlich und brennt mit schwacher blauer Flamme; um gut zu brennen, muß er in größerer Schichthöhe aufgegeben werden als andere Brennstoffe. Er wird für Dampfkesselfeuerungen des hohen Preises wegen nur dort verwendet, wo seine Eigenschaft, ohne Rauchentwicklung zu brennen, von Bedeutung ist.

#### Hüttenkoks

wird aus gewaschener Feinkohle (kurzflammige Fettkohle oder diese mit halbfetter oder Magerkohle vermischt) gewonnen. Die Verkokung erfolgt bei vollständigem Luftabschluß in langen wagerechten Kammern aus feuerfesten Steinen, den sog. Koksöfen, die von außen mit einem Teil der aus den Kohlen ausgetriebenen Gase geheizt werden. Die hierdurch entstehenden Verbrennungsgase (Koksöfenabhitze) entweichen mit einer so hohen Temperatur, daß sie noch zur Beheizung von Kesseln nutzbar gemacht werden können. Eine Koksöfenkammer ist ca. 500 bis 600 mm breit und faßt ungefähr 6000 bis 7000 kg Steinkohle, die Dauer der Entgasung beträgt für eine Kammer etwa 24 bis 30 Stunden. Das Ausdrücken erfolgt mittels besonderer Maschinen. Nach dem Abspritzen mit kaltem Wasser hinterbleibt ein fester poröser Stückkoks. Besonders bevorzugt für den Hüttenbetrieb ist der westfälische Koks infolge seiner Härte und Tragfähigkeit. Die Koksausbeute beträgt etwa 70 bis 75 v. H., die übrigen 25 bis 30 v. H. flüchtigen Bestandteile passieren eine Anlage zur Gewinnung von Nebenprodukten, in welcher in der Hauptsache Teer, schwefelsaures Ammoniak und Benzol gewonnen werden. Je nach der Verwendungsart und der Stückgröße unterscheidet man zwischen:

Benennung	Stückgröße mm	Benennung	Stückgröße mm
Hochofenkoks ....		Knabbel oder Abfallkoks .....	45 × 65 bis 45 × 75
Gießereikoks .....		Kleinkoks .....	25 × 40 bis 25 × 50
Brechkoks (Siebkoks) I .....	50 × 90 bis 60 × 120	Perl koks (Nußkoks) I .....	10 × 25
Brechkoks (Siebkoks) II .....	30 × 50 bis 40 × 60	Perl koks (Nußkoks) II .....	8 × 12
Brechkoks (Siebkoks) III .....	20 × 30 bis 25 × 40	Koksgrus (Koksasche oder Koksstaub) .....	0 × 8
Brechkoks (Siebkoks) IV .....	10 × 20 bis 12 × 25		

An Koksasche entfallen etwa 4 v. H. des erzeugten Koks. Man verwendet dieses Material entweder in Kesselfeuerungen mit Unterwindgebläse oder preßt den Koksstaub mit Zellpech oder anderen Bindemitteln zu Briquettes<sup>1)</sup>, die einen Heizwert von ~6000 WE haben und die bei einem Schornsteinzuge von 12 bis 15 mm, am Kesselende gemessen, auf gewöhnlichen Planrosten verfeuert werden können.

Das

#### Koksofengas

hat nach dem Ausscheiden von Teer, Ammoniak, Benzol usw. in einer Nebenproduktgewinnungsanlage einen Heizwert von etwa 4500 bis 5000 WE, bezogen auf 0° C, und wird, soweit es nicht zur Beheizung der Koksöfen wieder gebraucht wird, für die Kesselfeuerung

(S. 238) oder zur Verbrennung in Gasmaschinen nutzbar gemacht. In neuerer Zeit wird zuweilen Koksofengas auch durch Fernleitungen den städtischen Gasbehältern zugeführt und für Leuchtzwecke verwendet. Da die Gasmaschinen zur Erzeugung von 1 PS in der Stunde etwa 2500 WE, also nur etwa 1/2 cbm Koksofengas benötigen, ist diese Art der Verwertung rationeller als die Verwendung zur Kesselfeuerung, wo bei 65 bis 70 v. H. Ausnützung der Gase und bei einem Wärmeverbrauch einer modernen Dampfkraftmaschine von 4100 WE/PSe noch 1,3 cbm Gas pro Stunde gebraucht werden. Trotzdem findet man die Gaskraftmaschine auf den Zechenanlagen noch wenig verbreitet, da die Reinigung des Gases schwierig ist und, wenn nicht sorgfältig vorgenommen, durch den Staub Störungen in der Maschine verursacht werden.

#### B. Die Vergasung im Generator.

Bei der Vergasung werden entweder die Brennstoffe durch unvollkommene Verbrennung in den gasförmigen Zustand überführt, oder es entsteht das Gas durch Zersetzung von Kohlensäure und Wasserdampf, während die für diesen Vorgang erforderliche Energie durch gleichzeitig oder abwechselnd erfolgende Verbrennung in demselben Herd geliefert wird.

Wenn man nur den Kohlenstoff berücksichtigt, so sind folgende drei Fälle zu unterscheiden:

1. Unvollkommene Verbrennung zu Kohlenoxyd  
 $2C + O_2 = 2CO$  (für 1 kg C werden 2440 WE frei).

2. Reduktion der Kohlensäure in den oberen Schichten des Generatorschachtes, welche auftritt, wenn Kohlensäure mit glühenden Kohlentelchen in Berührung kommt. Demnach:

a) dicht über dem Rost, Bildung von Kohlensäure  
 $C + O_2 = CO_2$  (8100 WE werden frei);

b) in höher gelegenen Schichten, Reduktion der Kohlensäure

$CO_2 + C = 2CO$  (5660 WE werden gebunden).

Dieses in der Hauptsache aus CO bestehende Gas nennt man Luftgas oder Generatorgas.

3. Reduktion des unter den Rost geblasenen Wasserdampfes durch den glühenden Kohlenstoff:

a) wenn die Temperatur 1160° C übersteigt,  
 $H_2O + C = CO + H_2$ ;

b) wenn die Temperatur unter 1160° sinkt,  
 $2H_2O + C = CO_2 + 2H_2$ .

Dieses aus H und CO bestehende Gas heißt Wassergas; dasselbe wird durch abwechselndes Warmblasen und Einblasen von Wasserdampf in einen Generator erhalten.

Während der Periode des Einblasens von Wasserdampf wird das Gas erzeugt und dabei zur Zersetzung des Wassers eine gewisse Wärmemenge verbraucht, so daß die Temperatur des Generators sinkt; deshalb muß in bestimmten Zeitabständen der Wasserdampf abgestellt und Luft eingeblasen werden, während dieser Zeit werden die Abgase ins Freie gelassen.

Die meisten Generatoren liefern eine Mischung von Luft, Generatorgas und Wassergas, welche man Kraftgas nennt, enthalten also brennbare Bestandteile, H und CO, daneben, als unvermeidlichen Ballast, den mit der Luft eingeführten Stickstoff.

Das Kraftgas findet fast ausschließlich Verwendung zum Betrieb von Gasmotoren. Die Generatoren werden

<sup>1)</sup> Zeitschr. „Glückauf“ 1910, S. 755, 1661 ff.