

ausführliche Versuche gemacht und gefunden, daß bei Planrosten mit Handbeschickung und natürlichem Zug mit Brennstoffen mit 16 bis 23 v. H. flüchtigen Bestandteilen die besten Wirkungsgrade zu erzielen waren; daß die Brennstoffausnützung jedoch mit zunehmendem Gasreichtum der Kohlen abnahm und zwar hauptsächlich infolge der Verluste durch unverbrannte Gase und Ruß, verursacht durch den Luftmangel kurz

nach dem Beschicken. Bessere Wirkungsgrade wurden mit mechanischer Rostbeschickung (Unterschubfeuerung) erzielt. Infolge der gleichmäßigen Brennstoffzufuhr und des durch Druckluft bewirkten reichlicheren Luftüberschusses war der Verlust durch unvollkommene Verbrennung bei solcher Feuerung auch bei gasreichen Kohlen gering, während allerdings der Verlust V_3 durch Abgase gestiegen war.

V. Die Brennstoffe.

1. Entstehung.

Alle Brennstoffe sind Ergebnisse organischen Lebens gegenwärtiger oder lang vergangener Zeiträume und leiten als solche ihren Ursprung von der Sonnenenergie her.

Während Holz und Torf noch heute gebildet werden, liegt die Zeit der Pflanzen, aus denen sich die Steinkohle gebildet hat, ungezählte Jahrtausende zurück. Die Braunkohle ist etwas jünger. Die Umbildung der Pflanzen zu Stein- oder Braunkohlen ist unter der Einwirkung von Druck und Wärme während sehr langer Zeiten vor sich gegangen. Für das Erdöl wird die Entstehung aus tierischen Resten vorweltlicher Meere angenommen.

2. Steinkohlen.

A. Das Vorkommen.

Die Steinkohlen sind in allen Erdteilen in größeren Ablagerungen vorhanden. Sie liegen in vielen, mitunter über 100 Schichten, Flöze genannt, durch Zwischenschichten aus Schieferthon oder Sandstein getrennt, übereinander. An einigen Stellen treten die Schichten offen zutage, an anderen liegen sie über 1000 m tief unter der Erdoberfläche. Die Dicke der Schichten beträgt einige mm bis 6 m, z. B. in China. Als abbauwürdig werden zurzeit Flöze von etwa 1 m Mächtigkeit angesehen.

Als wichtigste Fundorte kommen für Deutschland in Betracht:

Das Ruhrkohlenbecken, welches sich nach Norden bis über die Lippe hinausstreckt, mit etwa 60 abbauwürdigen Flözen von 50 bis 60 m Gesamtmächtigkeit.

Das Saarkohlenbecken mit 77 Flözen von 80 m Mächtigkeit.

Das Oberschlesische Becken mit 35 abbauwürdigen Flözen von 100 m Gesamtmächtigkeit, während die Mächtigkeit einzelner Flöze 3 bis 4 m und diejenige der gesamten Formation 5000 m beträgt.

Ferner Kohlenbecken bei Aachen (Wurmrevier), Pfalz und Oberbayern, Deister, Niederschlesien und Sachsen.

B. Die Kohlenarten.

Man unterscheidet die Steinkohlen nach dem Gasgehalt in gasarme und gasreiche und nach dem Verhalten bei der Erhitzung unter Luftabschluß in:

1. Backkohle oder Fettkohle:

kleine Stücke backen zusammen;

2. Sinterkohle:

große Stücke fallen nicht auseinander, kleine Stücke backen nicht zusammen;

3. Sandkohle oder Magerkohle:

große Stücke zerspringen, kleine Stücke backen nicht zusammen.

Zahlentafel Nr. 5.

Einteilung der Steinkohlen, geordnet nach dem geologischen Alter, nach H. Wedding.

Bezeichnung	Flüchtige Bestandteile v. H.	Spez. Gew. γ	Eigenart	Verwendung
1. Gasarme Sandkohle, Anthrazit (älteste Kohle).	5—10	1,5 ÷ 1,75	Keine Flamme, erfordert lebhaften Zug.	Für Hausbrand und Schachtöfen.
2. Gasarme, alte Sinterkohle.	10—15,5	1,3	Kurze Flamme.	Für Dampfkesselfeuerungen.
3. Gasarme, a) alte b) Backkohle.	15,5—20 20—33	1,25	Die Feinkohle liefert einen festen und dabei porösen stückigen Koks.	a) Für Schmiedefeuer und zur Verkokung; b) für Leuchtgas-erzeugung.
4. Gasreiche, junge Backkohle.	33—40	1,1 ÷ 1,25	Brennt mit langer Flamme; der Grus ist schwer verkokbar.	Für Dampfkessel und Flammöfen
5. Gasreiche, junge Sinterkohle.	40—44	1,3	Lange Flamme, stark rusend.	Für Dampfkessel geeignet, erfordert aber Einrichtungen für rauchfreie Verbrennung.
6. Gasreiche, junge Sandkohle.	44—50	1,35	Desgl.	

C. Aufbereitung der Kohlen.

Die Mehrzahl aller Kohlenzechen (Gruben) besitzt eine Aufbereitungsanlage, d. h. eine Separation und Wäsche, die der größte Teil der geförderten Steinkohle passiert. Nur ein Teil der Kohle wird so, wie sie aus dem Schachte zutage gefördert wird, zum Versand gebracht. In der Separation wird die vom Förderschacht herkommende Kohle zunächst in Schwingsieben derart sortiert, daß alle unter 80—90 mm großen Stücke in einen Füllrumpf fallen, von wo sie später in die Wäsche gelangen, während die größeren Stücke auf Lesebändern den Separationsraum passieren und danach gleich zum Versand gelangen. Auf den Lesebändern erfolgt das Auslesen (Ausklauben) der größeren, für die direkte Verbrennung untauglichen Beimengungen, der sog. Berge, von Hand, während in der Wäsche die kleineren Beimengungen durch von unten in dünnere Kohlenschichten

geleitetes Wasser entfernt werden, indem man die Differenz der spez. Gewichte der reinen Kohle — 1,2 bis 1,5 — und des Schiefers — 1,8 bis 2,8 — ausnützt.

Die mit dem Waschwasser fortgerissene Kohle (Schlammkohle) wird in sog. Sümpfe geschwemmt und nach oberflächlicher Trocknung an der Luft — ev. mit besserer Kohle gemischt — mittels künstlichen Zuges (Unterwindgebläse) unterm Kessel verfeuert, während die fallenden Berge entweder zur Halde gefördert oder als Bergversatz in die Grube zurückgebracht werden. Die erwähnten Klaubeberge werden neuerdings vielfach, ev. untermischt, in Generatoren besonderer Bauart (S. 242) vergast und so indirekt noch zur Kesselheizung nutzbar gemacht.

Vor oder nach dem Waschen erfolgt die Klassierung der Kohle, wobei je nach Stückgröße zwischen folgenden Bezeichnungen unterschieden wird¹⁾.

I. Gebräuchliche Bezeichnungen in Rheinland und Westfalen.

(Syndikatsmarken des Rheinisch-Westfälischen Kohlsyndikats.)

1. Fettkohlen.

Fördergruskohlen	etwa 10 v. H. Stückgehalt
Förderkohlen	25 „ „ „
Melierte Kohlen	40 „ „ „
Bestmelierte Kohlen	50 „ „ „
Förderschmiedekohlen	25 „ „ „
Melierte Schmiedekohlen	40 „ „ „
Stückkohlen I	abgesiebt über 80 mm
„ II	50 „ „
„ III	35 „ „
Gewaschene melierte Kohlen	
(Stücke und Nüsse III/IV gemischt)	
Nußkohlen I	etwa 50/80 mm Korngröße
„ II	30/50 „ „
„ III	15/30 „ „
„ IV	10/15 „ „
„ V	6/10 „ „
Nußgruskohlen	0/50/75 „ „
Fein- und Kokskohlen	0/6 bis 0/10 „ „

2. Gas- und Gasflammkohlen.

Fördergruskohlen	etwa 10 v. H. Stückgehalt
Flammförderkohlen	25 „ „ „
Gasflammförderkohlen	45 „ „ „
Generatorkohlen	45 „ „ „
Gasförderkohlen	45 „ „ „
Stückkohlen I	abgesiebt über 80 mm
„ II	50 „ „
„ III	35 „ „
Nußkohlen I	etwa 50/80 mm Korngröße
„ II	25/50 „ „
„ III	18/28 „ „
„ IV	8/18 „ „
„ V	5/8 „ „
Nußgruskohlen I	0/30 „ „ und mehr
„ II	0/30 „ „
Feinkohlen	0/5 bis 0/8 „ „

3. Eß- und Magerkohlen.

Fördergruskohlen	etwa 10 v. H. Stückgehalt
Förderkohlen	25 „ „ „
„	35 „ „ „

Melierte Kohlen	45 v. H. Stückgehalt
Bestmelierte Kohlen	50 „ „ „
Aufgebesserte melierte Kohlen	60 „ „ „
„ „ „ „	75 „ „ „
Stückkohlen	abgesiebt über 80 mm
Gewaschene melierte Kohlen	
(Stücke und Nüsse III/IV gemischt)	
Nußkohlen I	etwa 50/80 mm Korngröße
„ II	25/50 „ „
„ III	15/25 „ „
„ IV	8/15 „ „
„ V od. Perlkohlen	6/10 „ „
Nußgruskohlen	4/8 „ „
Feinkohlen	0/4 bis 0/8 „ „

II. Gebräuchliche Bezeichnungen im Saarrevier.

1. Fettkohlen.

Würfelmkohlen	etwa 50/80 mm Korngröße
Nußkohlen I	35/50 „ „
„ II	15/35 „ „
„ III	8/15 „ „
„ IV	0/8 „ „
Nußgruskohlen	2/15 „ „

2. Flammkohlen.

Würfelmkohlen	etwa 50/80 mm Korngröße
Nußkohlen I	35/50 „ „
„ II	15/35 „ „
„ III	8/15 „ „
„ IV	4/8 „ „
Nußgruskohlen	2/35 „ „
„	2/15 „ „
Feinkohlen	0/6 „ „

III. Gebräuchliche Bezeichnungen in Schlesien.

Stückkohle	über 100 qmm Flächengröße
Würfelmkohle I	75 bis 100 „ „
„ II	60 „ 75 „ „
Nußkohle I	40 „ 60 „ „
„ II	25 „ 40 „ „
Erbskohle	15 „ 25 „ „
Grieskohle	8 „ 15 „ „
Staubkohle	0 „ 8 „ „

D. Die Brikettierung

der Steinkohle kann nur nach vorheriger inniger Mischung von Feinkohlen mit etwa 5 v. H. Weichpech, Teer, Asphalt usw. erfolgen. Normale Brikettgrößen sind:

Länge mm	Breite mm	Dicke mm	Stückgewicht kg
320	195	125	10,0
300	175	110	6,5
280	150	110	5,0
220	110	105	3,0
170	90	100	1,5
150	76	100	1,25
	große Eiform		90—125 g
	kleine Eiform		35—50 g

E. Bei längerer Lagerung

im Freien kann eine gute, lufttrockene Kohle, die ursprünglich nur 2 bis 4 v. H. Wasser enthielt, bedeutend mehr Feuchtigkeit aufnehmen, und zwar kann dann eine

¹⁾ Hütte, Taschenbuch für Eisenhüttenleute, 1910.

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), CH_4 , und schwerer Kohlenwasserstoff (Äthylen), C_2H_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 Schaukeln 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
Hochföfenkoks		Knabbel oder Abfallkoks	45 × 65 bis 45 × 75
Gießereikoks		Kleinkoks	25 × 40 bis 25 × 50
Brechkoks (Siebkoks) I	50 × 90 bis 60 × 120	Perlökoks (Nußkoks) I	10 × 25
Brechkoks (Siebkoks) II	30 × 50 bis 40 × 60	Perlökoks (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 Briketts¹⁾, 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
 $2 C + O_2 = 2 CO$ (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
 $CO_2 + C = 2 CO$ (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,
 $2 H_2O + C = CO_2 + 2 H_2$.

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

¹⁾ Zeitschr. „Glückauf“ 1910, S. 755, 1661 ff.

mit Anthrazit oder Koks betrieben. In neuerer Zeit hat man mit Erfolg auch andere Brennstoffe verwendet, besonders solche, welche wegen ihres geringen Heizwertes bei der Ausnutzung in Kesselfeuerungen Schwierigkeiten bereiten, wie Kohlenschlamm, Klaube- und Waschberge.

Einen sehr ergiebigen Generator stellt der Hochofen dar. Für 1 t des in ihm erzeugten Roheisens werden etwa 900 kg Hüttenkoks gebraucht, die etwa 4500 cbm Hochofengas — Gichtgas — von 800 bis 900 WE/cbm, bezogen auf 0° C, liefern. Davon sind zur Beheizung der Winderhitzer und für Leitungsverluste 40 bis 50 v. H. abzuziehen, so daß für 1 t Roheisen 2200 bis 2500 cbm Gichtgase zur Beheizung von Kesseln oder zur Verbrennung in Gasmaschinen übrigbleiben.

C. Das Naturgas.

Unter den Gasen ist noch das Naturgas zu erwähnen, welches an einigen tiefgelegenen Stellen aus der Erde strömt, und da eine solche Quelle nur gefaßt und mit einer Rohrleitung verbunden zu werden braucht, einen billigen Brennstoff liefert. In Pennsylvanien findet eine ausgedehnte Verwendung derselben statt, doch hat die Ergiebigkeit der Quellen schon nachgelassen. In Deutschland ist eine Verwendung des Naturgases selten (S. 243) bekannt geworden.

4. Rauchkammerlösche

nennt man die kleinen unverbrannten, zum Teil verkockten Kohletheilchen, welche durch den scharfen Zug der Lokomotiven durch die Siederöhren hindurchgerissen werden und sich, mit etwas Flugasche vermischt, in der Rauchkammer sammeln. Früher als wertlos fortgeworfen, nutzt man dieselbe, da ihr Heizwert 4000 bis 6000 WE/kg beträgt, jetzt in Dampfkesselfeuerungen mit künstlichem Zuge, oder in Generatoren zur Gaserzeugung, aus. — Um wie erhebliche Mengen es sich dabei handelt, geht daraus hervor, daß eine Lokomotive im Jahr bis zu 11 000 kg Lösche ansammeln kann.

5. Braunkohlen.

A. Das Vorkommen und die Gewinnung.

Die wichtigsten Braunkohlenlager Deutschlands sind für:

a) erdige Braunkohle: Niederrhein (linksrheinisch), Dillgebiet, Westerwald, Oberhessen, Wesergebiet, Sachsen (Provinz) und Schlesien; geringeren Mengen begegnet man auch in Süddeutschland;

b) holzreiche Braunkohle (Lignit): Niederschlesien (Lausitz).

Sodann wird noch die böhmische Braunkohle vielfach im Königreich Sachsen und Bayern verfeuert, da sie einen erheblich höheren Heizwert als unsere heimische Braunkohle hat und deshalb schon größere Transportkosten verträgt.

Da die Braunkohle meist nur wenige Meter unter der Erdoberfläche liegt, erfolgt die Gewinnung in der Regel in sog. Tagebauten, aus denen die Kohle mittels einer Ketten- oder Drahtseilbahn zur Verladestelle oder in die Brikettfabrik gefördert wird.

Eigenschaften der Braunkohle.

Die erdige Braunkohle, besonders die rheinische, ist im allgemeinen sehr fein und enthält nur wenig Stücke. Der Wassergehalt der frisch gewonnenen Braunkohle

beträgt im Mittel 45 bis 60 v. H., der Aschengehalt 5 bis 10 v. H. Da die Kohle nicht backt, kann sie mit Vorteil auf Treppen- oder Muldenrosten verfeuert werden.

Der größte Teil der gewonnenen Kohle wird zur

B. Brikettierung

verwendet, nachdem die Kohle vorher getrocknet und, soweit noch erforderlich, zerkleinert wurde. Da infolge des hohen Wassergehaltes die Kohle bei der Trocknung ungefähr das halbe Gewicht verliert, und außerdem zur Herstellung von 1 t Briketts etwa $\frac{3}{4}$ t Rohkohle für die Kesselanlage zum Betriebe der Brikettfabrik und zur Trocknung der Kohle mittels Dampf benötigt werden, so erfordert 1 t Briketts insgesamt etwa $2\frac{3}{4}$ t Rohkohle. Im Gegensatz zur Steinkohle benötigt die Braunkohle bei der Brikettierung keine besonderen Bindemittel. Als solches dient vielmehr das vorhandene Bitumen — so nennt man die Gesamtheit der pech- und teerartigen klebrigen Bestandteile des Brennstoffes —, so daß die Briketts lediglich durch den hohen Druck in den Pressen und die damit verbundene Erhitzung zustande kommen.

Normale Brikettgrößen sind:

Bezeichnung	Länge mm	Breite mm	Dicke mm	Stückgewicht g
Industriebriketts	183	60	40	~500
Salonbriketts	157	58	34	~330
Würfelbriketts	60	60	40	~200

Rohkohle sowohl wie Briketts werden außer zur direkten Verbrennung in industriellen Feuerungen auch zur Erzeugung von Kraftgas in Generatoren verwertet.

Bei der trockenen Destillation bitumenreicher Braunkohle werden Solaröl, Paraffin, Kreosot u. a. gewonnen, während als fester Bestandteil der sog. Grudekoks zurückbleibt.

Über die

Lagerung

der Braunkohle ist dem über Steinkohle Gesagten nichts mehr hinzuzufügen, nur ist bei der Stapelung von Briketts besonders für gute Entlüftung Sorge zu tragen, damit Selbstentzündungen vermieden werden.

Beim Einkauf

von Braunkohle ist neben dem Heizwert der Wassergehalt zu berücksichtigen, da er, wie oben erwähnt, bei der frischgewonnenen Kohle 45 bis 60 v. H. des Gesamtgewichtes ausmachen kann.

C. Lignit

ist eine Braunkohle mit noch deutlich erhaltener Holzstruktur, mit geringerem Wassergehalt als die gewöhnliche erdige Braunkohle und deshalb höherem Heizwert als jene. Auch läßt sich Lignit schlechter brikettieren als die erdige Kohle, abgesehen davon, daß das Material vor dem Brikettieren zerkleinert werden müßte.

6. Der Torf.

A. Das Vorkommen.

Torfmoore findet man nur im gemäßigten Klima. In Deutschland sind ausgedehnte Moorflächen im ganzen mehr als 10 000 qkm, teilweise bis zu 10 m Mächtigkeit vorhanden; davon die größten Moore in Hannover, Oldenburg und Oberbayern.

Durch Trocknung von 100 kg nassen Torfschlammes, der im Naturzustande im Durchschnitt etwa 15 kg Trockenmasse und 85 kg Wasser enthält, gewinnt man etwa 20 kg sog. lufttrockenen Torf mit etwa 25 v. H. Wasser.

B. Die Gewinnung

des lufttrockenen Torfes geschieht meist in der Weise, daß der Torfschlamm mit Spaten gestochen und vermittels Elevator den ähnlich wie Ziegelpressen arbeitenden Torfpresen zugeführt wird. Die Torfziegel (Soden) trocknen dann an der Luft, bis ihr Wassergehalt auf etwa 25 v. H. heruntergegangen ist.

C. Torfkoks.

Die „Oberbayerischen Kokswerke und Fabrik chemischer Produkte A.-G. in Beuerberg“ vergasen derartige Torfziegel in stehenden Retorten nach dem Zieglerischen Verfahren und erzielen damit eine Aus-

beute von etwa 35 v. H. Torfkoks oder 45 bis 50 v. H. Torfhalbkoks (Heizkoks), während die den Retorten entweichenden Gase eine Nebenproduktengewinnung passieren, nach welcher die nicht kondensierbaren Gase zur Beheizung der Retorten benutzt werden. Der Koks wird in luftdicht verschlossenen Wagen abgekühlt. Ein Bespritzen mit Wasser ist nicht zugänglich, da der Koks sonst Wasser aufnimmt und außerdem springt. Torfkoks kommt in Abmessungen von 100 bis 250 × 60 × 40 mm in den Handel. Er ist klingend hart und läßt sich in Zieglerischen Öfen so weit sintern, daß er fast dieselbe Druckfestigkeit erhält wie Steinkohlenkoks, was sich bei Holzkohle nicht erreichen läßt.

Torfkoks eignet sich unter anderm zum Schweißen und Löten und als Pulver zum Härten. Auf Torfheizkoks wird bei aschenreichem Rohmaterial gearbeitet. Es ist ein noch nicht vollständig verkoktes Produkt, das noch schwer vergasbare Substanzen enthält, die mit Flamme brennen.

Zahlentafel Nr. 6.
Feste Brennstoffe.

Nummer	Bezeichnung	Mittlere Zusammensetzung in v. H.								Heizwert h WE/kg	Spezifisches Gewicht γ	Theoretisch erforderl. Luftmenge für 1 kg cbm
		Wasser W	Asche	Kohlenstoff C	Wasserstoff H	Sauerstoff und Stickstoff O+N	Schwefel S	Koks-ausbeute	Flüchtige Bestandteile			
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.			
1	Anthrazit	0,95	3,9	85,42	3,82	4,68	1,23	89,3	9,7	7975	1,4—1,7	8,7
2	Steinkohle: Ruhrkohle	1,3	6,5	80	4,7	6	1,5	77	22	7650		8,4
3	„ Saarkohle	2,7	7,2	74,5	4,9	9,6	1,1	63,5	36	7100	1,2 bis	8,0
4	„ Schlesische Kohle	1,9	5,9	75,6	4,5	11	1,1	70,0	28	7000		7,9
5	„ Sächsische Kohle	5,4	4,1	74	5	10,3	1,2	60	30	7100	1,4	8,0
6	„ Oberbayerische Molassekohlen	9	17	53	4	12	5	56	35	5200	—	5,9
7	Englische Steinkohlen	5,5	6	75	4,5	8	1	—	—	7100		8,3
8	Steinkohlenbriketts	7,1	1,7	82,2	4,2	3,7	1,2	82,7	15,7	7800	—	8,5
9	Koks aus: Westfälischer Kohle	1,8	8,9	83,3	1,0	4,0	1,0	96,2	2,0	6930	1,4	7,7
10	„ Saarkohle	1,4	8,4	85,5	0,9	2,7	1,1	96,8	1,8	7100		7,9
11	„ „ Oberschles. Kohle	3,7	6,4	86,4	0,5	2,0	1,0	94,3	1,9	7100	1,4	7,8
12	Rauchkammerlöschchen	5	20—35	—	—	—	—	—	—	4500	—	—
13	Böhmischer Ossegger Bezirk	22	3	—	—	—	—	—	—	5250	—	—
14	Braunkohle: Brucher Bezirk	25	3,5	—	—	—	—	—	—	5000	1,1 bis	—
15	„ Falkenauer Bezirk	28	6	—	—	—	—	—	—	4800		—
16	„ Brüxer Bezirk	26,4	4,0	50,1	3,5	16	—	—	—	4600	1,1	—
17	Sächsische Braunkohle	35,3	7,2	40	3,2	12	2,3	31,3	33,4	3700	1,4	4,5
18	Bayerische Braunkohle	60	4	—	—	—	—	—	—	1850	—	—
19	Mitteldeutsche Braunkohle Durchschnitt	45,3	6,5	32,0	2,7	13,5		—	—	2690	—	—
20	Braunkohlenbriketts	15,6	9,1	52,3	4,3	16,6	2,1	41,5	43,5	4600	—	5,9
21	Lignit von Josefszeche Schwanenkirchen	40,4	15,9	28,8	2,5	9,5	2,9	34,0	25,6	2550	—	3,3
22	Torf: roh	85	—	—	—	—	—	—	—	—	0,95	—
23	„ lufttrockener	20	6	44	4,5	25	0,5	31	49	3800	0,25 ÷ 0,9	5,1
24	„ Halbkoks	3,8	2,5	74	3,5	16	0,2	—	—	6700	—	7,5
25	„ Torfkoks	4,3	3,0	86	1,9	6,5	0,3	—	—	7500	—	8,1
26	Holz, lufttrocken	18	1	41	5	35	—	—	—	4500	0,7/1,03	5,0
27	Sägespäne	35	0,3	—	—	—	—	—	—	2550	—	—
28	Sägespanbriketts	13	2,9	42,2	—	36,6	0,08	—	—	7400	—	3,8
29	Holzkohle, frisch gegläht	—	2	94	1	3	—	—	—	7780	0,4	8,6
30	Lohe, gepreßt	62	1,8	19	2,2	15	—	—	—	1300	—	—

Zahlentafel Nr. 7.
Gasförmige Brennstoffe.

Bezeichnung	1 cbm Gas enthält cbm:							Spez. Gewicht γ kg/cbm	Unterer Heizwert h _u WE/cbm	Theoret. Luftbedarf cbm/cbm
	Wasserstoff H	Methan CH ₄	Äthylen C ₂ H ₄	Kohlenoxyd CO	Kohlensäure CO ₂	Wasser H ₂ O	Stickstoff N			
Leuchtgas	0,48	0,35	0,04	0,07	0,03	—	0,03	0,52	5400	6,7
Koksofengas	0,55	0,32	0,023	0,07	0,012	0,10	0,015	0,465	4000—5000	5,0
Kraftgas aus Anthrazit	0,24	0,02	—	0,17	0,11	—	0,46	1,05	1250	1,15
Kraftgas aus Koks	0,07	0,02	—	0,276	0,048	—	0,586	1,2	1200	1,0
Hochofengas	0,03	0,005	—	0,26	0,095	0,05	0,56	1,26	900	0,7

Aus lufttrockenem Torf kann ferner in Generatoren Kraftgas von 1200 bis 1300 WE und, als Nebenprodukt, schwefelsaures Ammoniak gewonnen werden.

7. Flüssige Brennstoffe.

Die wichtigsten Fundstellen des Erdöls sind Pennsylvanien, Niederländisch-Indien, Texas, Baku, Rumänien und Galizien, außerdem findet man es noch an vielen anderen Stellen der Erdoberfläche, jedoch in weniger großen Mengen. In Deutschland wird Erdöl nur in geringen Mengen, und zwar in der Provinz Hannover und im Unterelsaß gewonnen. Das Rohöl setzt sich aus einer großen Zahl von Kohlenwasserstoffverbindungen der Paraffinreihe C_nH_{2n+2} zusammen, welche durch Destillation nach ihren Siedepunkten getrennt werden.

Im allgemeinen werden die flüssigen Brennstoffe zur direkten Verwertung den Maschinen (Dieselmotoren) zugeführt, da sie für die Verbrennung unter Dampfkesseln zu teuer sind; in besonderen Fällen, z. B. auf Schiffen und Lokomotiven, haben sie jedoch den Vorzug, in einem gegebenen Raume viel größere Energiemengen zu konzentrieren als feste Brennstoffe.

10000 WE in Petroleum nehmen den Raum von $\frac{5}{4}$ l ein.
 10000 „ „ Steinkohlen „ „ „ „ 2—4 l „
 10000 „ „ Braunkohlen „ „ „ „ 6—10 l „

Rohes Erdöl wird trotzdem selten als Brennstoff verwendet, öfter die, Masut genannten, Rückstände der

Destillation, die, wie die Destillationsendprodukte der Stein- und Braunkohlen, dickflüssig sind und vorgewärmt der Feuerung zugeführt werden müssen.

8. Brennstoff-Zahlentafeln.

Die Zahlentafeln Nr. 6 bis 8 sind nach dem Taschenbuch der Hütte, der Z. Ver. deutsch. Ing. (Aufsatz von Bunte, Jahrg. 1900, Nr. 21) und anderen Quellen zusammengestellt. Die einzelnen Zahlen können natürlich auf allgemeine Gültigkeit keinen Anspruch machen, da für Kohlen, aus demselben Schacht gefördert, hier und da verschiedene Werte angegeben werden, wie ja auch die Güte von Kohlen gleicher Herkunft erheblichen Schwankungen unterliegen kann.

Zahlentafel Nr. 8.
 Flüssige Brennstoffe.

Bezeichnung	1 kg enthält v. H.			Spez. Gewicht γ kg/l	Unterer Heizwert h_u WE/kg	Theoret. Luftbedarf cbm/kg
	Kohlenstoff C	Wasserstoff H	Sauerstoff O			
Rohöl, Masut, Naphtha,						
Solaröl	83,5	14	0,5	0,87	10000	11,5
Gereinigtes Petroleum	83,5	14	0,5	0,8	10500	11,5
Benzin	84,3	15,7	—	0,7	11000	11,5
Spiritus 90 v. H. . . .	41,5	13	45,5	0,83	5500	7
Teer	80,3	10,6	6,1	1,2	9100	9,8