



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

§ 4. Heizeffekt der Brennmaterialien

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96800](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96800)

und die mittlere Zusammensetzung in 100 Gewichtsteilen des Brennmaterials ist: 80 bis 90 Teile Kohlenstoff, 5 Teile Wasserstoff, 4 Teile Sauerstoff. — Die daraus erhaltenen Coaks sind fest und sehen wie gefroren aus.

c) Trockene Steinkohle ist härter als die vorhergehende, aber nicht so dicht, glänzend, von schwarzem Bruche und brennt mit blauer Flamme, hinterläßt auch beim Brennen erdige Rückstände.

Anmerkungen. Zu den fetten Steinkohlen gehört auch

a¹) die Schmiedekohle, die ihrer backenden Eigenschaften wegen ausschließlich in den Schmieden verwendet wird. Diese Eigenschaft macht sie dagegen zur Verwendung auf dem Roß ungeeignet, weil sie die Roßspalten verstopft.

a²) Die fette Kohle mit langer Flamme wird im Hausgebrauch und auf dem Roß, auch zur Leuchtgasgewinnung verwendet (englische Kohlen).

Die trockenen Kohlen zerfallen ebenfalls in solche, welche lange und kurze Flamme geben; erstere braucht man auf dem Roß, letztere nur zum Betrieb von Kalk- und Ziegelöfen.

5) Anthracit, glänzende Steinkohle, ist das älteste fossile Brennmaterial und besteht beinahe ausschließlich aus 94 bis 96 Proz. Kohlenstoff. In Europa kommt der Anthracit wenig vor, häufiger in Nordamerika, insbesondere aber in Pennsylvania, wo er zur Stubenheizung (Kaminheizung) verwendet wird. Diese Feuerung ist sehr reinlich, doch erfordert das Brennmaterial starken Zug. Anthracit läßt sich schwer entzünden, brennt langsam, ohne Flamme, ohne Geruch und sichtbaren Rauch und entwickelt bedeutende Hitze.

6) Künstliche Brennmaterialien sind zum Teil solche, welche man aus den festen, natürlichen Brennstoffen durch starke Erhitzung unter Abschluß von Luft erhält. Die aus dem Holze auf solche Weise gewonnenen Produkte der Verkohlung nennt man Holzkohlen. Gute, lufttrockene Holzkohle enthält durchschnittlich 85 Proz. Kohlenstoff, 12 Proz. hygroskopisches Wasser und 3 Proz. Asche; sie ist ziemlich hart, fest, spröde, glänzend schwarz, leicht entzündlich, glüht und verbrennt ohne eigentliche Flamme, höchstens sieht man blaue Flämmchen (brennendes Kohlenoxydgas) davon aufsteigen. — Das Gewicht variiert von 135 bis 250 kg per Kubikmeter.

Torfkohlen werden entweder durch Verkohlung des Torfes in Meilern oder in eigenen Öfen gewonnen. Dieses Brennmaterial ist leicht, schwammig, brennt langsam mit kurzer Flamme und hat 18 bis 20 Proz. Asche als Rückstand. Das Gewicht variiert zwischen 200 und 380 kg per Kubikmeter.

Coaks. Durch Destillation von Steinkohlen in geschlossenen Cylindern (Retorten), wobei sich gleichzeitig Leuchtgas entwickelt, oder in speziell dafür konstruierten Öfen werden Steinkohlencoaks, kurzweg Coaks genannt, gewonnen. Am meisten in Anwendung für häusliche Feuerungen sind

die erstgenannten oder Gascoaks. Sie eignen sich vorzüglich zur Stuben- und Küchenfeuerungen, wenn die Heizapparate danach eingerichtet sind. Die Feuerung mit Coaks hat die Vorzüge großer Reinlichkeit und Bequemlichkeit. — Für industrielle Zwecke eignen sich besser die in Öfen erzeugten Coaks, da sie dichter als die Gascoaks sind. Dies Material enthält, wenn von der ziemlich variablen hygroskopischen Feuchtigkeit desselben abgesehen wird, im Durchschnitt 93 Proz. Kohlenstoff, sonst nur Asche. Aus 100 kg Steinkohlen werden 40 bis 70 kg Coaks gewonnen.

Briquetten oder Kohlenziegel werden gewöhnlich aus sonst schlecht verwertbaren pulverförmigen Abfällen von Steinkohlen und Braunkohlen, die mit Steinkohlenteer zu einem Teig angemacht werden, durch Pressung hergestellt. Sie liefern ein gutes, reinliches und auch billiges Heizmaterial.

§ 4.

Heizeffekt der Brennmaterialien.

Zur Messung einer gewissen Wärmemenge benutzt man gewöhnlich irgend eine Wirkung, die sie hervorbringt. Als Einheit für die Messung wird allgemein die Wärmemenge benutzt, welche 1 kg Wasser von 0° auf 1° C. erwärmt, und diese mit dem Namen Kalorie oder Wärmeinheit bezeichnet.

Die spezifische Wärme eines Körpers bei einer gegebenen Temperatur ist die Wärmemenge, welche eine Menge dieses Körpers im Gewicht von 1 kg um 1° in der Temperatur erhöht. Hiernach ist die Kalorie nichts anderes, als die spezifische Wärme des Wassers bei 0°.

Die Anzahl Kalorien, welche man durch die vollständige Verbrennung von 1 kg eines Brennmaterials erhält, ist dessen absoluter Wärmeeffekt.

Daß durch chemische Verbindungen im allgemeinen Wärme erzeugt, durch Zersetzen solche konsumiert wird, mag als bekannt gelten; auch kann man annehmen, daß die Zersetzung eines Körpers in seine chemischen Bestandteile ebensoviel Wärme erfordert, als bei der Verbindung dieser Teile entwickelt wurde, vorausgesetzt, daß die getrennten Stoffe wieder in den Zustand versetzt werden, in dem sie sich vor ihrer Verbindung befanden.

Die in § 3 vorgeführten Brennmaterialien bestehen nun sämtlich aus Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; der darin enthaltene Kohlenstoff und Wasserstoff kann aber erst nach Trennung der chemischen Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft neue Verbindungen eingehen. Da ferner die Verbrennungsprodukte stets gasförmig sind, auch wenn das Brennmaterial fest war, so können wir nunmehr die vorstehende Definition dahin erweitern:

Der absolute Wärmeeffekt eines Brennmaterials ist die algebraische Summe der Wärmemenge, die durch Verbrennung des in 1 kg desselben enthaltenen Kohlenstoffes und Wasserstoffes entwickelt wird, minus der Wärmemengen, die durch die Zersetzung und die molekulare Arbeit der Verflüchtigung des Brennmaterials, das vorher fest oder flüchtig war, verbraucht werden.

Für das zweite Glied dieser Summe fehlen meist die nötigen Angaben. Nachstehende Tabelle enthält die Ergebnisse der Versuche von Favre und Silbermann¹⁾ über die Anzahl von Wärmeeinheiten, welche bei der Verbrennung einiger Körper in reinem Sauerstoff erzeugt werden.

Tabelle I.

| | Wärmeeinheiten |
|--|----------------|
| Holzohle zu Kohlenoxyd verbrannt | 2 473 |
| Holzohle zu Kohlenjäure verbrannt | 8 080 |
| Natürlicher Graphit zu Kohlenjäure verbrannt | 7 810 |
| Diamant zu Kohlenjäure | 7 770 |
| Kohlenoxyd | 2 403 |
| Wasserstoffgas | 34 462 |
| Sumpfgas (CH ₄) | 13 063 |
| Etbildendes Gas (C ₂ H ₂) | 11 858 |
| Stearinjäure | 9 820 |
| Weingeist | 7 184 |
| Petroleum | 11 773 |

Wie aus vorstehender Tabelle hervorgeht, giebt ein Kilogramm festen Kohlenstoffes, in Kohlenjäure umgewandelt, eine verschiedene Anzahl Wärmeeinheiten je nach dem Grade seiner Dichtigkeit, je nachdem es als Holzohle,

Graphit oder Diamant sich vorfindet, und zwar eine mit der Dichtigkeit abnehmende Wärmemenge. Da aber die chemische Erscheinung in diesen drei Fällen dieselbe ist, muß man schließen, daß die Tabelle nicht die wahre Wärmemenge giebt, die der Verbindung von 1 kg Kohlenstoff mit circa 2½ kg Sauerstoff entspricht, sondern den Überschuß derselben über die für die Verdampfungsarbeit aufgewendete Wärmemenge, welche, der Kohäsion des Stoffes entsprechend, in jedem der Fälle verschieden ausfällt.

Zur praktischen Bestimmung des absoluten Wärmeeffektes eines zusammengesetzten Brennmaterials, wie solche die Natur liefert, nimmt man an: daß die von 1 kg desselben entwickelte Wärmemenge diejenige Summe von Wärmeeinheiten sei, welche man nach Tabelle I erhielt, wenn man den darin enthaltenen Kohlenstoff und freien Wasserstoff einzeln verbrennen würde. Bei dieser Hypothese wird die durch die Zersetzungsaufgewendete Wärme einfach vernachlässigt und über die Verflüchtigungsarbeit der nicht gasförmigen Brennstoffe werden gewisse willkürliche Annahmen gemacht.

Grashof hat den absoluten Wärmeeffekt mehrerer festen Brennstoffe berechnet, die wir in Tabelle II zusammenstellen. Hierbei sind der Kohlenstoff (C) und der Wasserstoff (H) als alleinige brennbare Bestandteile angesehen, und bezüglich des Sauerstoffes ist die Annahme gemacht, daß derselbe an Wasserstoff gebunden sei. Spalte 3 enthält die Angabe über das chemisch gebundene Wasser, Spalte 4 giebt den Betrag des hygroskopischen Wassers, Spalte 5 den Aschengehalt der Brennstoffe und Spalte 6 den absoluten Wärmeeffekt K derselben, ausgedrückt in Kalorien.

Tabelle II. Heizeffekte fester Brennstoffe.

| Brennstoff | C | H | H ₂ O | W | A | K |
|-----------------------------------|------|-------|------------------|-------|-------|------|
| Lufttrockenes Holz | 0,39 | — | 0,40 | 0,195 | 0,015 | 2731 |
| Lufttrockener Torf | 0,35 | 0,01 | 0,29 | 0,25 | 0,10 | 2743 |
| Lufttrockene Braunkohle | 0,50 | 0,015 | 0,205 | 0,20 | 0,08 | 4176 |
| Steinkohle | 0,80 | 0,04 | 0,09 | 0,03 | 0,04 | 7483 |
| Holzohle | 0,85 | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 7034 |
| Coals | 0,87 | 0,005 | 0,015 | 0,05 | 0,06 | 7065 |

Es ist nun die Frage, wie sich der praktische Heizeffekt zu dem in der Tabelle verzeichneten theoretischen Wärmeeffekt K verhält. Hierüber vermag nur der experimentelle Versuch genügende Klarheit zu verschaffen. In unrationell betriebenen Feuerungsanlagen, z. B. in vielen Stubenöfen, wird durch unvollkommene Verbrennung unserer Brennstoffe nur ein Teil des Kohlenstoffes zu Kohlenjäure, der

übrige Teil zu Kohlenoxydgas verbrannt, dessen absoluter Wärmeeffekt nur rot. 2400 Wärmeeinheiten (vergl. Tabelle I) erreicht, während bei vollständiger Verbrennung zu Kohlenjäure 8000 Wärmeeinheiten aus 1 kg Kohlenstoff erzeugt werden könnten. Das Bestreben der Heizingenieure, nach dieser Richtung die Leistungsfähigkeit der Anlagen zu steigern, ist daher vollberechtigt.

Das Verhältnis des praktischen Heizeffektes zu dem theoretischen nennt man in der Heiztechnik den „Wirkungsgrad des Feuerraumes“. Die Experimente zur Er-

1) Annales de chimie et de physique, 3. série XXXIV, 357—450; XXXVI, 5—47; XXXVII, 405—508.

mittlung dieses Wirkungsgrades sind in der Art angesetzt worden, daß man bestimmte, wie groß die Wassermenge ist, welche durch 1 kg des zu untersuchenden Brennstoffes verdampft werden kann. Hierbei ergab sich im allgemeinen: daß der Wirkungsgrad η zwischen 0,40 und 0,80 des theoretischen Heizeffektes schwankt, daß aber bei guten Anlagen $\eta = 0,75$ bis 0,80 gesetzt werden darf. Selbstverständlich hängt η auch sehr von der Bedienung des Herdes, z. B. der Höhe der Brennstoffschicht, der Zugregulierung und den Intervallen, in denen neuer Brennstoff aufgeschüttet wird, ab. Bei annähernder Berechnung der Feuerungsanlagen kann also der Wert $\eta = 0,75$ bis 0,80 nur dann in Anwendung kommen, wenn sorgfältige Wartung des Feuers durch einen geschickten Heizer — wie dies bei größeren Centralheizungen der Fall ist — in Aussicht steht.

§ 5.

Ermittlung der zur Verbrennung erforderlichen Luftmenge.

Die Bestimmung der zur Verbrennung nötigen Menge Sauerstoff unterliegt keinerlei Schwierigkeit, sobald sie unter der Annahme durchgeführt wird, daß lediglich der Kohlenstoff und der freie Wasserstoff die brennbaren Bestandteile des Brennstoffes bilden.

Es ist bekannt, daß

1 kg Wasserstoff mit 8 kg Sauerstoff zu 9 kg Wasser und ferner, daß

3 kg Kohlenstoff mit 8 kg Sauerstoff zu 11 kg Kohlen- säure verbrennen, daß also zur vollständigen Verbrennung von 1 kg Kohlenstoff $\frac{8}{3}$ kg Sauerstoff nötig sind.

Enthält hiernach der Brennstoff:

- C kg Kohlenstoff,
- H kg freien Wasserstoff,

so ist behufs vollständiger Verbrennung desselben die Zuführung von

$$\left(\frac{8}{3}C + 8H\right) \text{ kg}$$

Sauerstoff geboten und läßt sich also leicht die Menge der zuzuführenden Luft bestimmen. Wird nämlich die atmosphärische Luft lediglich als aus 77 Teilen Stickstoff und 23 Teilen Sauerstoff bestehend gedacht, wird also von den übrigen Beimischungen (Wasser, Kohlenäure u. s. w.) abgesehen, so beträgt das theoretische Luftquantum:

$$L = \frac{100}{23} \left(\frac{8}{3}C + 8H\right) \quad (3)$$

welches durch das thätächlich zuzuführende Quantum

$$L' = m L$$

zu ersetzen ist, wobei passend

- für Holz und Torf $m = 1,5$
- „ Kohlen $m = 2,0$

zu wählen sind.

Mit Hilfe von Formel 3 hat Grasshof nachstehende Tabelle berechnet, welche nicht nur das Gewicht G der Heizgase in Kilogrammen, sondern außerdem die Dichtigkeit δ derselben, bezogen auf die atmosphärische Luft als Einheit und ihre mittlere spezifische Wärme c enthält, und zwar für $m = 1$ und $m = 2$. Für $m = 1,5$ wird man Mittelwerte nehmen.

Tabelle III.

| Brennstoff | L | m = 1 | | | m = 2 | | |
|----------------------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|
| | | G | δ | c | G | δ | c |
| Holz | 4,52 | 5,50 | 1,003 | 0,266 | 10,02 | 1,002 | 0,254 |
| Torf | 4,41 | 5,31 | 0,993 | 0,268 | 9,72 | 0,996 | 0,256 |
| Braunkohle | 6,32 | 7,24 | 1,023 | 0,258 | 13,56 | 1,012 | 0,250 |
| Steinkohle | 10,67 | 11,63 | 1,043 | 0,250 | 22,30 | 1,022 | 0,245 |
| Holzkohle | 10,20 | 11,15 | 1,071 | 0,244 | 21,35 | 1,036 | 0,242 |
| Coaks | 10,26 | 11,20 | 1,077 | 0,242 | 21,46 | 1,039 | 0,241 |

Schwer nur gelingt es bei unseren Feuerungen, in denen feste Brennstoffe zur Verwendung kommen, sämtlichen zugeführten Sauerstoff zum Verbrennen zu bringen, weil

auch die geschickteste Anordnung des Verbrennungsraumes und die aufmerksamste Bedienung die zum Feuer zugeführte Luft nicht in der Art zu verteilen vermag, daß der Sauerstoff an jeder Stelle mit gleicher Intensität verbrennt, schon deshalb, weil der Brennprozeß durch Aschen- und Schlackenbildung beeinträchtigt wird.

1) Die Verdampfungsfähigkeit eines bestimmten Brennstoffes gestattet nun den Heizwert desselben zu beurteilen. Aus dem Heizwert aber kann auf die Preiswürdigkeit der betreffenden Brennstoffe geschlossen werden.