

Zur Frage des Gasheizwertes.

Vortrag, gehalten in der Versammlung des bayrischen Vereins und des österreichischen Vereins von Gas- u. Wasserfachmännern in Passau am 11. Mai 1923.

Von H. STRACHE, Wien.

(Eingeg. 6./7. 1923.)

Veranlaßt durch die Kohlennot der Kriegs- und Nachkriegsjahre haben sich die Gaswerke mehr und mehr der besseren Auswertung der Kohle zur Gaserzeugung zugewendet. Dies konnte nicht ohne Verringerung des Heizwertes geschehen, weil die Auswahl der Kohle nicht mehr so sorgfältig geführt, und eine Vermehrung der Gasmenge nur durch teilweise oder vollkommene Vergasung des Kokes durchgeführt werden konnte, wobei heizärmere Gase entstehen. Die Verringerung des Heizwertes hat nun einen lebhaften Meinungswechsel hervorgerufen, welcher die Veranlassung war, diese Frage auf die Tagesordnung der heutigen Versammlung zu stellen.

Es gibt zwei Arten der Vermehrung der Gasausbeute, nämlich das Einsaugen von Generatorgas oder von Verbrennungsgasen einerseits und die Vergasung des Kokes oder restlose Vergasung der Kohle andererseits. Das Einsaugen von Generatorgas oder Verbrennungsgasen ergibt eine Steigerung des Stickstoff- und Kohlensäuregehaltes, die eine nutzlose Verdünnung des Gases herbeiführt, so daß man hier mit Recht von einem „gestreckten“ Gase sprechen kann. Nicht nur nutzlos ist diese Beimischung unbrennbarer Gase, sondern schädlich, weil durch sie nicht nur der Heizwert des Gases, sondern auch die Flammentemperatur und damit die Möglichkeit einer guten Ausnützung der Verbrennungswärme herabgesetzt wird. Wir müssen ja bei der Verwendung von Brennstoffen nicht nur eine gewisse Wärmemenge, sondern auch ein Temperaturgefälle haben, um die zur Verfügung stehenden Wärmemengen in entsprechender Weise auf einen anderen Körper übertragen zu können. Die Koksvergasung zu Wassergas oder die restlose Vergasung der Kohle zu einem Gemisch von Wassergas und Steinkohlengas, wie sie im Doppelgasverfahren vorliegt, ergibt dagegen zwar eine Herabsetzung des Heizwertes auf den Kubikmeter gerechnet, aber eine Erhöhung der Flammentemperatur, welche eine Folge des geringeren Luftbedarfes und der hohen Verbrennungsgeschwindigkeit des Wassergases ist. Natürlich erfordert die Luftzufuhr bei Verwendung solcher Gase mit geringerem Luftbedarf eine entsprechende Korrektur. Dadurch darf man sich aber nicht von der Verwendung solcher Heizgase abhalten lassen, wenn sich der Preis für die Wärmeeinheit billiger stellt.

In richtiger Erkenntnis dieses Umstandes ist man in England sogar so weit gegangen, das Gas nach „Therms“ zu verkaufen (d. h. nach Wärmeeinheiten), ohne jede Bedingung über den Heizwert pro Kubikmeter.

Durch Einsaugen von Verbrennungsgasen wird der Preis der Wärmeeinheit nicht, durch Einsaugen von Generatorgas nur unwesentlich geändert, und die Verteilungskosten des Gases werden durch den Transport von Stickstoff und Kohlensäure zwecklos vermehrt. Bei Zusatz von Wassergas oder bei restloser Vergasung vermindert sich dagegen der Preis der Wärmeeinheit.

Bevor ich aber meiner eigenen Meinung über den Gasheizwert Ausdruck gebe, will ich über die Meinungen anderer Fachmänner berichten, die im Laufe des letzten Jahres vorgebracht worden sind. Es haben sich geäußert: Schäfer¹⁾, Körting²⁾, Wilhelm³⁾, Westphal⁴⁾, Schipke und Vater⁵⁾, Peischer⁶⁾, K. Bunte⁷⁾, Balluf⁸⁾, Körting⁹⁾, Strache¹⁰⁾.

Dabei wurden die nachstehenden Nachteile der heizärmeren Gase vorgebracht.

1. Die höheren Leitungskosten und die höheren Verteilungskosten an die Konsumenten auf die Wärmeeinheit gerechnet.
2. Angriff der Rohre und Gasmesser.
3. Die Brenner lassen sich nicht ohne Änderungen benutzen.
4. Geringere Wärmekonzentration vermindert den Wirkungsgrad der Brenner.
5. Unbrennbare Gase (Kohlendioxidstickstoff) sind der Verwendung des Gases schädlich.

¹⁾ G. W. F. 1923 S. 23.

²⁾ G. W. F. 1923 S. 57.

³⁾ G. W. F. 1923 S. 58.

⁴⁾ G. W. F. 1923 S. 71.

⁵⁾ G. W. F. 1923 S. 71.

⁶⁾ G. W. F. 1923 S. 73.

⁷⁾ G. W. F. 1923 S. 103.

⁸⁾ G. W. F. 1923 S. 156.

⁹⁾ G. W. F. 1923 S. 219.

¹⁰⁾ G. W. F. 1923 S. 234.

6. Die Heizgasverbraucher werden durch den geringeren Heizwert abgestoßen.
7. Die Aufspeicherungskosten werden auf die Wärmeeinheit gerechnet höher.
8. Betriebsergebnisse längerer Zeit liegen bei der restlosen Vergasung noch nicht vor.
9. In den großen Beckton-Werken, die London versorgen, wurde neuerdings ein Ofenhaus mit Horizontalretortenöfen versehen.

Zugunsten der Herabsetzung des Heizwertes wurde Nachstehendes angeführt:

- a) Die Deutschland jetzt zur Verfügung stehende inländische Gaskohle reicht für den Betrieb der Gaswerke nicht aus, die Kohlenknappheit wird andauernd sein. Bei Herabsetzung des Heizwertes kann durch die restlose Vergasung Braunkohle zur Gasversorgung mit herangezogen werden.
- b) Gasmangel und Sperrstunden stoßen die Gasverbraucher stärker ab, als ein heizarmes Gas.
- c) Daß die Wärmeeinheit in heizärmeren Gasen billiger hergestellt werden kann, ist in Deutschland erwiesen. Die Gegner sprechen immer nur von den größeren Verteilungskosten und geben damit wohl die geringeren Erzeugungskosten zu. Der Heizwert sei aber nur nach wirtschaftlichen Rücksichten derart zu bemessen, daß die beste Heizwertausbeute aus der Kohle in Gasform gewonnen werden kann.
- d) Kohlen- und Koks-Transport soll bei kleineren Gaswerken so einfach wie möglich sein, und dies wird durch die restlose Vergasung begünstigt.

Gegen die von der anderen Seite genannten Nachteile der heizärmeren Gase wurde im Laufe des Meinungswechsels eingewendet:

- Ad 1. Der Gasverbrauch nimmt zufolge der gesunkenen Kaufkraft der Bevölkerung ab, so daß die Rohrleitungen heute auch für einen wesentlich höheren Gasverbrauch noch ausreichend sind. Die Verteilungskosten erhöhen sich übrigens nicht dem Heizwert entsprechend, sonst hätte das im Kriege abgegebene Gas von 4000 Cal./cbm um 20% mehr Verteilungskosten verursacht, was nicht der Fall war, vielmehr genügt eine unwesentliche Belastung des Druckreglers.
- Ad 2. Der Angriff der Rohrleitungen und Gasmesser ist der Entölung zuzuschreiben, welche durch die Benzolwäsche verursacht wird. Wenn die Entölung nicht zu weit getrieben wird, hören diese Angriffe auf. Überdies sei der dadurch gegebene Nachteil verschwindend gegenüber den Vorteilen der heizärmeren Gase.
- Ad 5. Kohlensäure und Stickstoff werden nur bei Zusatz von Verbrennungsgas vermehrt, nicht aber bei der restlosen Vergasung oder Doppelgaszusatz. Im letzteren Falle wird sogar eine geringere Menge von Stickstoff in das Gas getrieben, weil eine größere Menge desselben im Teer verbleibt.
- Ad 9. In England liegen die Verhältnisse anders als in Deutschland, so daß das Beispiel von Beckton für Deutschland nicht maßgebend ist. Aber obwohl Gaskohle in England reichlicher vorhanden ist, neigt man auch dort den heizärmeren Gasen zu, um so mehr müsse man dies in Deutschland, wo Kohlen gespart werden müssen.

Diesen Meinungen anderer Fachmänner will ich nun noch meine eigene Meinung ergänzend hinzufügen.

Wendet man zur Vermehrung der Gasausbeute die Koksvergasung zu Wassergas an, so ist keine ausgesprochene Gaskohle notwendig.

Das Wesentlichste bei der Herabsetzung des Heizwertes — die Verbilligung der Erzeugungskosten für 1000 Calorien — wird dadurch erreichbar, daß aus beliebigen Kohlen ein Gas erzeugt werden kann, welches zur Verteilung an die städtischen Verbraucher geeignet ist, und wenn oben schon erörtert wurde, daß zur Erzeugung des Wassergases keine Gaskohle erforderlich ist, so muß doch ergänzend hinzugefügt werden, daß nicht einmal eine Koks-kohle notwendig, sondern auch eine gar nicht kokende, ja sogar Braunkohle verwertbar ist, wenn man sie auf Doppelgas verarbeitet. Der Wassergasbetrieb hat nämlich immer noch den Nachteil, daß guter Koks zur Anwendung gelangen muß. Im Doppelgasgenerator gelangt hingegen die entgaste Kohle in Form von Halbkoks in den Generatorunterteil und eine backende Kohle ist eher nachteilig als vorteilhaft, weil sie leicht zum Hängenbleiben der Charge führt, so daß in diesem Falle zweckmäßiger Braunkohle zuzusetzen ist. Was es aber bedeutet, betreffend der

Kohlenqualität ganz frei zu sein (nur mumelige Braunkohle ist nicht verwendbar), wird jeder Praktiker leicht erkennen. Besonders Bayern und Österreich, die keine Steinkohlenlager besitzen, werden ein Verfahren begrüßen, das sie vom Bezuge weithergebrachter Gas- oder Kokskohlen unabhängig macht.

Daß die Verbilligung der Wärmeeinheit in Gasform bei Anwendung der restlosen Vergasung eine beträchtliche ist, kann aus folgenden Zahlen ersehen werden.

Bei der gewöhnlichen Entgasung der Steinkohle in Retorten und Kammeröfen werden aus 100 kg Kohle 25–28 cbm Gas von 5200–5600 Cal./cbm mit einem Heizwert von 130000–157000 Calorien in Gasform neben 50–60 kg verkäuflichen Koks erzeugt. Bei der restlosen Vergasung werden aus 100 kg einer Kohle vom gleichen Heizwert 120–150 cbm Gas mit 3200–3500 Cal./cbm, also 384000–525000 Calorien in Gasform gewonnen. Lagerung und Transport für Kohle und Koks verringern sich bei der restlosen Vergasung auf $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{5}$. Zur Erzeugung von 100 cbm Gas werden bei der Steinkohlengasgewinnung 350–400 kg Kohle benötigt und 170–240 kg Koks als Nebenprodukt gewonnen. Somit müssen insgesamt 520–640 kg transportiert und gelagert werden; bei der Doppelgaszeugung dagegen nur 70–80 kg. Auf 100000 Calorien gerechnet ergibt sich Transport und Lagerung von Kohle und Koks bei Steinkohlengas zu 9000–12000 kg, bei Doppelgas dagegen nur 2000–2500 kg.

Daß abgesehen von diesen Erläuterungen und abgesehen von der Verringerung des Raumbedarfes, die restlose Vergasung im allgemeinen billiger ist als die Steinkohlengaserzeugung, ist als erwiesen zu betrachten, und es bedarf darüber keiner weiteren Diskussion; nur in Ausnahmefällen, bei ungewöhnlich hohen Kokpreisen und geringen Kohlenpreisen, können die 1000 Calorien bei der Steinkohlengaserzeugung oder Kokerei billiger werden. Solche Verhältnisse sind aber selten lange andauernd, und gerade die Schwankungen der Preise von Kohlen und Koks üben bei der Kohlengaserzeugung, wo es sich um Preisdifferenzen handelt, eine bedeutend größere Wirkung auf die Sicherheit in der Preiskalkulation als bei der restlosen Vergasung, wo es sich nicht um Preisdifferenzen, sondern nur um den einfachen Preis der Kohle als Rohstoff handelt.

Auch bei Zusatzanlagen ist die verbilligende Wirkung der restlosen Vergasung auf den Gaspreis bekannt. Hier üben jedoch die doppelten Anlagekosten und der doppelte Betrieb überhaupt noch eine nachteilige Wirkung auf die Gesteuerungskosten aus. Weit billiger wird der Betrieb noch, wenn die ganze Gasversorgung von der Doppelgasanlage allein bewältigt werden kann, wie dies bereits in mehreren Städten geschieht. (Wieder-Neustadt in Österreich, Marburg, Cilli und Laibach in Jugoslawien, Fiume, Udine in Italien, Sabadka in Rumänien.)

Aber auch die Zusatzanlagen verbilligen den Betrieb schon wesentlich, wie z. B. Chemnitz, Graz, Leoben, Bologna beweisen.

Das Kapitel der Förderkosten pro 1000 Cal. erfordert eine genauere Berechnung. Es ist zu berücksichtigen, daß nicht der absolute Druck im Rohrnetz zur Gasförderung dient, sondern der Druckverlust vom Gaswerk bis zur Verbrauchsstelle. Angenommen der Druck im Gaswerk betrage 60 mm, jener beim Verbraucher 40 mm, der Druckverlust also 20 mm. Wird bei einem Gas von 5000 Cal./cbm der Heizwert auf 3300 Cal./cbm herabgesetzt, so erhöht sich der Gasdurchgang auf das $\frac{5,0}{3,3}$ fache und der Druckverlust auf das $\left(\frac{5,0}{3,3}\right)^2$ fache, das ist auf 2,3 fache, somit im obigen Beispiel von 20 mm auf 2,3 mal 20, das ist 46 mm, und somit muß der Druck ab Gaswerk 40 + 46, das ist 86 mm betragen, an Stelle der sonst verwendeten 60 mm.

Man meint nun ferner, daß durch den höheren Druck der Gasverlust im Rohrnetze gesteigert wird. Absolut genommen ist das richtig. Er steigt nämlich um das $\sqrt{\frac{86}{60}}$ fache, das ist um das 1,2 fache.

In Prozenten des Gasdurchganges gerechnet (und so rechnet man doch den Verlust immer), steigt er nicht, sondern er wird sogar im Gegenteil geringer. Der Gasdurchgang wächst nämlich auf das $\frac{5000}{3300}$, das ist 1,5 fache, während der Verlust nur auf das 1,2 fache

gestiegen ist, somit ist der Verlust in Prozenten bei dem heizärmeren Gase nur das 0,8 fache oder anders ausgedrückt in Prozenten des Verbrauches um ein Fünftel geringer.

Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, daß im gegenwärtigen Zeitpunkte die vorhandenen Rohrnetze genügend weit dimensioniert sind. Aber auch etwaige Ergänzungen durch einige Hochdruckleitungen, um gleichmäßigeren Druck im Rohrnetze zu erzielen, sind nicht so teuer, wie die höheren Kosten der Lagerung und des Transportes und der Kohlenqualität bei dem hochwertigen Gase. Auch betreffs der Berechnung der Kosten der Gasverteilung an die Verbraucher werden

häufig Irrtümer begangen. Man darf nicht die Verteilungskosten auf den Kubikmeter rechnen und dann nach Maßgabe des höheren Verbrauches in Kubikmetern höher einschätzen. Ein Abnehmer macht die gleichen Spesen, wenn er die gleiche Wärmemenge braucht, einerlei ob er etwa 3,3 cbm zu je 5000 Cal./cbm oder 5 cbm zu je 3300 Cal./cbm verbraucht. Der gleiche Wärmeabsatz für einen Gasverbraucher verursacht die gleichen Spesen.

Der befürchtete Angriff der Rohrleitungen und Gasmesser bei hohem Wassergaszusatz kann dadurch vermieden werden, daß man dem Gasgemisch den gleichen Teergehalt beläßt, wie ihn das Gas ohne Wassergaszusatz hatte.

Die wichtigste Frage beim Übergange auf einen geringeren Heizwert ist zweifellos die Behandlung der Brenner. Eine Änderung der Luftzufuhr bei den Bunsendüsen ist erforderlich und wird häufig übersehen, außerdem ist die Erhöhung des Druckes zweckmäßig oder geringes Autobohren der Gasausströmungsdüsen. Allmählicher Übergang vom hochwertigen Gas auf geringeren Heizwert ist zweckmäßig. Sobald aber die einmal festgesetzte Grenze erreicht ist, soll sie dauernd gleichmäßig beibehalten werden und nicht sprunghaft einmal Gas von höherem Heizwert abgegeben werden und ein anderes Mal von niedrigem. Unter diesen Umständen ist der Abnehmer zufrieden, namentlich dann, wenn man ihm höheren Druck gibt.

Unsere Fabrikanten der Gasverbrauchsapparate haben schon so Außerordentliches in Anpassungsfähigkeit der von ihnen gelieferten Apparate geleistet, daß sie es auch auf sich nehmen werden, die Apparate einem Gase von noch weiter herabgesetztem Heizwert anzupassen. Es ist ihr allergrößtes Interesse, die Verteilung eines Gases zu ermöglichen, das die Wärmeeinheit auf billigste Weise zu erzeugen gestattet. Es ist unrichtig zu sagen, es müsse das Gas verteilt werden, welches in den vorhandenen Brennern den besten Effekt gibt. Es müssen vielmehr die Brenner so ausgebildet werden, daß sie den besten Effekt für das Gas liefern, das am billigsten erzeugt und abgegeben werden kann.

Gerade die Wärmekonzentration in der Flamme kann durch einen hohen Wassergaszusatz viel vollkommener erzielt werden, als durch ein Gas von hohem Heizwert. Denn ein solches enthält schwere Kohlenwasserstoffe, die langsam, das heißt mit langer und daher weniger heißer Flamme verbrennen. Das Wassergas mit seiner hohen Entzündungsgeschwindigkeit gibt wegen seiner raschen Verbrennung eine kurze Flamme mit sehr hoher Temperatur. Gerade deshalb wird es ja in allergrößtem Maße aber zum Schweißen verwendet.

Kohlensäure und Stickstoff sollen allerdings im Gase so wenig wie möglich vorhanden sein, denn diese verringern nicht nur den Heizwert, sondern auch die Flammentemperatur, so daß der Nutzeffekt, mit dem die Wärme von der Flamme auf andere Gegenstände übertragen werden kann, geringer wird.

Auch die Aufspeicherungskosten des Gases müssen nicht notwendigerweise bei Gasen von geringerem Heizwert größer werden. Generatoren, welche zur Erzeugung solcher Gase dienen, sind stets betriebsbereit, und eine größere Reserve in Generatoren ist billiger, als eine große Reserve im Behälterraum. Dabei brauchen Kondensation und Reinigung keine großen Reserven, da diese immer betriebsbereit sind.

Der Vorwurf, den man der restlosen Vergasung macht, daß sie nämlich noch keine langjährigen Erfahrungen hinter sich hat, ist nicht das Schlimmste. Wenn in so kurzer Zeit nach Einführung der restlosen Vergasung auf den Gaswerken bereits 10 Städte darauf übergegangen sind, so ist dies nur ein gutes Zeugnis. Übrigens dürften die vier Jahre, welche die Stadt Graz in dieser Beziehung hinter sich hat, auch sehr konservativen Fachmännern genügen. [A. 160.]

Zur Bestimmung von Glucose durch Oxydation mit Jod.

Von Dr. FRIEDRICH AUERBACH und Dr. EMMA BODLÄNDER.

Aus dem Chemischen Laboratorium des Reichsgesundheitsamts.

(Eingeg. 30.6. 23.)

Die quantitative Bestimmung verschiedener Zuckerarten nebeneinander ist von jeher eine schwierige Aufgabe der analytischen Chemie gewesen. Und doch ist, namentlich für die Untersuchung von Lebensmitteln, wie Honig, Marmelade, Fruchtsirup, Schokolade u. a., die Kenntnis der Menge der darin enthaltenen einzelnen Zuckerarten oft von Bedeutung für die Beurteilung des Ursprungs, der Herstellungsart, Reinheit und Unverfälschtheit der untersuchten Probe. Die Ursache dieser Schwierigkeit liegt darin, daß es an analytisch brauchbaren, charakteristischen Reaktionen für die einzelnen Zucker fehlt. Vorschläge, die Verbindungen der Zucker mit Phenylhydrazin