

Gaswirtschaft

S c h r i f t

S
2a
C 100a

Die Erzeugung von Wassergas und Synthesegas
nach dem Thyssen-Galascy-Verfahren.

915

In der heutigen Gaswirtschaft rückt die Frage der Erzeugung billigen Unterfeuerungsgases ohne Koksbenutzung zwecks Freimachung von Koksofengas, das bislang noch unter den Koksöfen zur Beheizung der Öfen verbrannt wird, immer mehr in den Vordergrund. Hand in Hand mit diesen Überlegungen gehen die Bestrebungen, preiswert Stadtgas unmittelbar aus Wassergas oder ähnlichen COH_2 -Gemisch herzustellen. Schliesslich liegt auch bei der Fischer-Tropsch-Synthese noch die Notwendigkeit vor, sich von der Verwendung von Koks bzw. hochwertigen Körnungen von Koks frei zu machen. Die restlose Vergasung dürfte hier Wege zeigen, die beschritten werden können, wobei als Rohstoff vornehmlich nicht mehr verkokungsfähige Kohle Verwendung finden sollte.

Von Interesse sind in diesem Zusammenhang die Verfahren, bei denen gleichzeitiger Dampfzusatz mit Sauerstoff oder mit sauerstoffangereicherten Luft eine Gaserzeugerkonstruktion ermöglicht, welche folgende Vorteile aufweist:

- a) Herabsetzung der Ansprüche an die Beschaffenheit des zu vergasenden Brennstoffes
- b) besserer Wirkungsgrad
- c) erhöhte Leistung
- d) Vorteile des kontinuierlichen Betriebs
- e) höherer Gasheizwert.

Die Firma Krupp hat sich daher entschlossen, eine besondere Ausführung eines solchen Sauerstoff-Abstich-Generators als Sauerstoff-Wassergaserzeuger in Wanne-Eickel erproben zu lassen. Es handelt sich hier um die Thyssen-Galascy-Anlage.

Die Vergasungsleistung des auf dem Treibstoffwerk in Wanne-Eickel zur Aufstellung gelangenden und in Gemeinschaft von der Thyssenschen Gas- und Wasserwerke G.m.b.H. und der Fried. Krupp A.G. zu betreibenden Thyssen-Galascy-Abstichgenerators mit einem Gestelldurchmesser von etwa 1,35 m wird mit etwa 1200 kg Kohlenstoff/h, bezogen auf den Gestellquerschnitt, veranschlagt

Der Thyssen-Calosoy-Generator, dessen Konstruktion in der Abbildung 1 im Schema zu sehen ist, ist ein Schachtgenerator, der ein dem Hochofen ähnliches Profil aufweist. Am unteren Ende des konisch eingezogenen Schachtes befinden sich mehrere rund um den Gaserzeuger herum angeordnete Sauerstoffdüsen a. Der dampfgesättigte Sauerstoff wird bei b in die Düsen eingeführt. Bei c wird ein der Verbrennung dienendes Hilfgas zugeführt; hiervon wird später noch die Rede sein. Darüber befinden sich weitere Düsen d zur zusätzlichen Luft-, Sauerstoff- oder Dampfzuführung. Der Roheisenabstich, falls auf Roheisen gearbeitet wird, befindet sich bei e. Der Schlackenabstich ist durch f angedeutet. Die Kühlung des Generator-Unterteiles erfolgt mittels der um den Gaserzeuger herum angebrachten, sektorartigen Kühlkästen g, welchen jeweils durch h das Kühlwasser zugeleitet und aus welchen es durch i abgeführt wird. Durch Leitung k werden die Kühlkästen ausserdem mit Spritzwasser berieselt, welches durch eine Ringleitung zugeführt wird. Die Abführung des in den Kühlkästen sich ansammelnden Spritzwassers erfolgt bei m. Die Konzentrierung der Reaktionszone auf den verhältnismässig geringen Raum bzw. eine geringe Schachthöhe und die daraus sich ergebenden geringe Kühlfläche sichern einen kleinen Wärmeverlust. Das in der Mitte angeordnete Gasabzugsrohr n, welches im übrigen in Anpassung an die Verschiedenartigkeit des zu vergasenden Brennstoffs in seiner Länge verstellbar ausgeführt wird, verhindert eine unangenehme Randgängigkeit des Generators, welche ungleichmässige Querschnittbelastung und die daraus sich ergebenden üblen Folgen wie Durchbrennen oder Brückenbildung nach sich ziehen würden. Der Gasaustritt befindet sich bei o. Der Gichtverschluss ist so angeordnet bzw. so ausgebildet, dass beim Begichten die Öffnung der Haube des mittleren Gasabzugsrohres abgedeckt wird.

Als Steinkohlen-Brennstoff kommt sowohl Koks von praktisch beliebiger Körnung als auch nicht backende Mager- und Gasflammkohle von praktisch beliebiger Körnung, u.U. also sogar Förderkohle, sowie bei entsprechender Magerung auch schwachbackende Kohle zur Vergasung. Die Magerung kann entweder durch Zusatz von Erzen oder Schlacken erfolgen. Bei der geringen spezifischen Wärme und geringen Schmelzwärme von Schlacken bedeutet die Zumischung derselben als Magerungsmittel nur eine geringfügige Herabsetzung des Wärmewirkungsgrades der Anlage.

Das Verfahren Thyssen-Galoscy vermeidet die materialzerstörende Wirkung der Sauerstoffverwendung durch einen geschickten Kunstgriff, nämlich durch Unterteilung der ausserordentlich heftigen Verbrennung in zwei regelbare Vorgänge. Im ersten wird in einer Vorkammer des Gaserzeugers, nämlich der Sauerstoffdüse, in die ein Gemisch von Sauerstoff und Dampf eintritt, soviel Hilfgas verbrannt, dass das Gemisch und die Abgase des Hilfgases auf ihre Reaktionstemperatur mit dem glühenden Kohlenstoff und zweckmässig auf die Schmelztemperatur der Schlacke erhitzt werden; im zweiten tritt dieses Gemisch heiss in den festen Brennstoff ein mit soviel Sauerstoffüberschuss, dass gerade der Wärmebedarf für die Reduktion von Wasserdampf und Kohlensäure sowie für Schlackenschmelze und Verluste gedeckt, aber eine materialzerstörende Temperaturspitze vermieden wird. Hierdurch fällt das Verbrennen des Kohlenstoffs und die Reduktion des Wasserdampfes zusammen. Die Zersetzung des Wasserdampfes ist praktisch vollständig. Es braucht daher nur der für die Wasserreaktion erforderliche Dampf zugeführt zu werden. Da die Verbrennungserzeugnisse des Hilfgases in der Reaktionszone reduziert werden, entsteht wieder eine dem Heizwert des Hilfgases entsprechende Menge Kohlenoxyd und Wasserstoff. Das Hilfgas, welches im übrigen der eigenen Gaserzeugung entnommen werden kann, bedeutet also keinen zusätzlichen Wärmeaufwand, sondern dient nur als Sauerstoffträger und zur Temperaturverlagerung. Im Unterteil des Gaserzeugers entsteht somit ein Gasgemisch von etwa $\frac{2}{3}$ Kohlenoxyd und $\frac{1}{3}$ Wasserstoff; es ist bei nahe frei von Kohlensäure und Stickstoff.

H ₂	:	rund 31,0%
CO	:	" 64,5%
CO ₂	:	" 3,5%
N ₂	:	" 1,0%
Dichte:		0,7 (Luft = 1)
oHw	:	2800 WE

Nach Art der Spülgasschwelung steigt dieses in der Reaktionszone entstehende Gas durch die Brennstoffssäule nach oben; das dort abgezogene Gas enthält daher bei Vergasung von Kohle die aus derselben durch Schwelung erhaltbaren Schwelprodukte.

Soll im Thyssen-Galoscy-Generator Synthesegas erzeugt werden, so wird durch die oberen Düsen Wasserdampf in entsprechender Menge eingeführt, um diejenigen Mengen Kohlenoxyd zu konvertieren, welche das gewünschte Verhältnis von Kohlenoxyd zu Wasserstoff im Synthesegas ergibt, falls man nicht vorzieht, die Konvertierung getrennt vom eigentlichen Wassergaserzeugungsprozess vorzunehmen.

Der Vorteil des beschriebenen Gaserzeugers gegenüber normalen Wassergasgeneratoren ist vor allem der stetige Betrieb. Da das bei normalen Wassergasgeneratoren notwendige Heissblasen fortfällt, ergibt sich ein Wirkungsgrad der Anlage von etwa 90 % und darüber - errechnet aus dem Heizwert von Gas und ausgebrachten Kohlenwertstoffen dividiert durch den Heizwert der durchgesetzten Kohle - gegenüber einem Wirkungsgrad von etwa 70 % der üblichen Wassergasgeneratoren. Der Thyssen-Galoscy-Abstichgenerator, der sich im übrigen bewährter Verfahrensmassnahmen aus dem praktischen Gaserzeugen- und Hochofenbetrieb bedient, hat eine mehrfache Durchsatzleistung gegenüber den bisherigen Gaserzeugern. Sein wirtschaftlicher Vorteil wird hauptsächlich in der Erschliessung neuer preiswerter Steinkohlensorten für die restlose Vergasung gesehen - auch durch Verwendung aschereicher Brennstoffe. Hierdurch tritt eine wesentliche Verbreiterung der Brennstoffgrundlage für Synthesezwecke und Ferngasversorgung ein. Da das erzeugte Gas z.B. für die Synthese bei Anwendung einer Sauerstoffkonzentration von etwa 95 % nur ca. 2 % Stickstoff enthält, wird der Syntheseofenraum besser ausgenützt und das Syntherestgas kann vorteilhaft als Hilfgas verwendet und dem Generator wieder zugeführt werden, wobei das in dem Restgas enthaltene Methan aufgespalten und die ebenfalls darin befindliche Kohlensäure durch den Kohlenstoff des Vergasungsbrennstoffs wieder zu Kohlenoxyd reduziert wird.

Ob und inwieweit ein im Thyssen-Galoscy-Abstichgenerator hergestelltes Wassergas unmittelbar für industrielle Zwecke Verwendung finden kann, bleibe der Prüfung durch die zuständigen Stellen vorbehalten.

Der zweieinhalbjährige Dauerbetrieb der von Thyssengas in Duisburg-Hamborn betriebenen Versuchsanlage mit 2 t täglichem Brennstoffdurchsatz, der mehrmonatige Betrieb einer Anlage des ungarischen Stickstoffwerks in Pécs mit einem Tagesdurchsatz von 10 t sowie die von der Fried.Krupp A.G. durchgeführten ausführlichen Berechnungen lassen vermuten, dass das beschriebene Ver-

fahren ausser den bisher erwähnten Vorteilen noch den weiteren hat, dass der Abstichgenerator sich für die Gewinnung von Roheisen Spezialsorten eignet.

Um dies nachzuprüfen, ist es notwendig, nicht etwa nur die Wärmebilanz des gesamten Vergasungsprozesses aufzustellen, welche einerseits durch die Brennstoffaufgabe und anderseits durch die Gasabführung begrenzt ist, sondern es muss eine Stufenbilanz aufgestellt werden, welche Aufschluss gibt über den Wärmebedarf und das Wärmeangebot in jedem beliebigen Querschnitt, d.h. in jeder beliebigen Schacht- bzw. Temperaturhöhe des Gaserzeugers.

Die Abbildung 2 zeigt als Beispiel hierfür die Stufenbilanz eines normalen Hochofens zur Erzeugung von Roheisen, aus welcher man als wesentlich die Stofftemperatur-Linie und die Gichtgas-temperatur-Linie erkennen kann. An Stellen, wo auf der Ordinate abgelassen die Gastemperatur-Linie, einen wesentlich höheren Wert angibt als die Stofftemperatur-Linie, ist über den Wärmebedarf hinaus ein Wärmeangebot vorhanden, welches zum weiteren Wärmeverbrauch irgendwelcher Reaktionen dienen könnte. Wenn durch diesen weiteren Wärmeverbrauch der Gesamtwärmebedarf in einem höheren Schachtquerschnitt, d.h. links von der betrachteten Ordinate, grösser wird als des Wärmeangebot, wenn also die Stofftemperaturlinie die Gastemperatur-Linie schneidet, so gibt die Möglichkeit der weiteren Luft-, Sauerstoff- oder Dampfzuführung durch die oberen Düsen ein Mittel in die Hand, die Wärmebilanz wieder auszugleichen.

Es würde zu weit führen, alle diese Einzelheiten hier zu erörtern; es darf jedoch folgendes gesagt werden: Wenn sich das Verfahren auch für die Erschmelzung gewisser Roheisensorten so eignet, wie bisherige Berechnungen vermuten lassen, und was die auf unserem Treibstoffwerk vorgesehenen Versuche nachweisen sollen, dann bietet das Verfahren für die Verhüttung von Erzen den Vorteil der Verminderung des Kapitalaufwandes durch Fortfall der Windhitzer und den durch die Sauerstoffanwendung bedingten Vorteil der Erstellung kleinerer Hochofen und Gebläse. Diese Fragen sollen gerade bei Krupp in Zusammenarbeit mit den Hochofenfachleuten studiert werden.

Über den Preis des im Thyssen-Galosczy-Abstichgenerator erzeugten Wassergases oder Synthesegases kann allgemeingültig nur gesagt werden, dass er von dem Preis des verwendeten Brennstoffs und des benötigten Sauerstoffs weitgehend abhängt. Bei Verwendung von 95 %igem O_2 und einem Sauerstoffpreis von 2 Rpf/Nm³ rein O_2 sowie, um den Vergleich zu ermöglichen, von Hochofenkoks zum Syndikatsverrechnungspreis wurde der Brennstoffanteil an den Gasselbstkosten mit ca. 45 % und der Sauerstoffanteil mit etwa 28 % errechnet. In diesem Zusammenhang ist jedoch darauf hinzuweisen, dass 80 %iger Sauerstoff heute schon für 1,0 Rpf/Nm³ herstellbar ist. Die Verwendung von 80 %igem Sauerstoff im Thyssen-Galosczy-Generator erhöht gegenüber dem Betrieb mit 95 %igem den Stickstoffgehalt des erzeugten Gases nur etwa von 2 auf 6 %. Der letztgenannte Sauerstoffpreis setzt allerdings eine stündliche Erzeugung von etwa 15 000 Nm³ Sauerstoff voraus. Zweckmässig lässt sich daher das Verfahren mit dem Betrieb anderer Sauerstoffverbraucher, z.B. gegebenenfalls dem Hochofen, kuppeln.

Wärmetechnisch gesehen, ermässigt sich der Wirkungsgrad des Thyssen-Galosczy-Generators von ca. 90 % auf etwa 80 %, wenn man den Energiebedarf der Sauerstofferzeugung mit berücksichtigt. Er liegt daher immer noch erheblich über dem mit etwa 70 % angenommenen Wirkungsgrad von Wassergas-Generatoren.

Wenn man nun aus einem solchen Wassergas unmittelbar auf Stadtgasqualität gehen will, so kann dies geschehen, indem man die gesamten Gasmengen teilweise methanisiert oder einen Teilstrom voll methanisiert und mit dem nicht methanisierten Teilstrom mischt. Die Entscheidung hierüber bleibt dem Rechenstift vorbehalten. Die Konvertierung im grossen mit Nickel-Kontakten ist an sich kein Problem mehr, nachdem die I.G. Farbenindustrie in Ludwigshafen über grosse Erfahrungen verfügt. Es wird aber auch innerhalb des Bergbaues mit der Continental-Gasgesellschaft auf diesem Gebiet gearbeitet, um gegebenenfalls schwefelfestere Kontakte herzustellen und diese zu verbilligen. Ausserdem wird beim Kaiser-Wilhelm-Institut in Mülheim versucht, die Konvertierung unter Druck mittels billigster Eisenkontakte wirtschaftlich durchzuführen.

Aus allen diesen Gründen darf man die ersten Grossversuche des Thyssen-Galosczy-Verfahrens mit Spannung erwarten.