

34 - J
 Leuna Werke, den 25. Oktober 1958
 Sab/w

Re

Lurgi-Sauerstoffdruckvergasung

Besuchabericht von der Besichtigung der Lurgi-Drucksauerstoffvergasung auf
 dem Kraftwerk des A.S.W. Mirschfelde bei Zittau.

Anwesend die Herren: Dr. Hubmann } von Lurgi
 Dr. Fritsche } von Leuna
 OI. Sabel }

	Seite
Zusammenfassung:	1
Technische Beschreibung der Anlage:	2
Theoretische Grundlagen des Verfahrens und Versuche:	3
Leistungen und Anlagekosten:	5
Vergleich Lurgi-Drucksauerstoffverfahren mit Sauerstoffbrikettvergasung:	6

Ergebnisbericht

Die Vergasungsanlage in Hirschfeld, bestehend aus 2 Generatoren von je 1,20 m³, erzeugt mit einem Generator 800 m³ Stadtgas stündlich. Bei einem Innendruck des Generators von 20 at wird abgeseibte Trockenbraunkohle mit 20 - 25 % H₂O von 2 - 10 mm Kerngröße vergast. Die Kohle enthält normalerweise weniger als 1 % Staub (unter 0,5 mm). Schätzungsweise die Hälfte der Körner besteht aus kleinen Lignitstückchen, deren Holzstruktur noch erhalten ist. Das Stadtgaswerk Zittau ist stillgelegt und die Versorgung der Gasabnehmer (etwa 80 000 Bewohner) erfolgt ausschließlich mit gereinigtem Braunkohlengas, das von der besichtigten Anlage nach der Reinigung von 20 auf 10 at reduziert in einer Zubringerleitung von etwa 60 mm l.W. zu dem alten Stadtgasgasometer geführt wird.

Die Besichtigung dieser Lurgi-Stadtgaserszeugung mit Sauerstoff unter Druck zeigte uns eine gut durchgebildete, betriebstechnisch sichere Vergasung und Gasreinigungsanlage.

Die Übertragung der Erfahrungen auf Synthesegas mit 10 at erscheint möglich. Im Synthesegas wird mit einem starken Anfall von Methan zu rechnen sein. Die Anlagekosten der Drucksynthesegaserszeugung werden voraussichtlich billiger sein als die der bekannten drucklosen Synthesegaserszeugungen. Die Verbräuche an Brennstoff und Vergasungsmitteln der drucklosen Verfahren sind etwa die gleichen wie diejenigen des Lurgi-Druckverfahrens.

Bezüglich der Kompression der drucklos erzeugten Synthesegase auf 10 at ist die direkte Herstellung unter 10 at nicht wesentlich billiger, weil der Vergasungssauerstoff auf 12 at komprimiert werden muß und weil der zur Vergasung angewandte 12-at-Dampf bei seiner Entspannung für die drucklosen Verfahren Energie zur Stromerzeugung geliefert hätte.

Der geringere Platzbedarf und die billigeren Anlagekosten der eigentlichen Vergasungsanlage dürften der einzige wirkliche Vorzug gegenüber drucklosen Anlagen sein.

Technische Beschreibung der Anlage:

Die eingehende Beschreibung mit Abänderungen befindet sich in „Mitteilungen aus dem Arbeitsbereich Metallgesellschaft Nr. 13, Januar 1938.“

Die Generatoren sind zwischen Füllraum und unterem Abschluß etwa 4,5 m hoch. Der Druckmantel, oben und unten abgerundet, wird mit 20 at beansprucht. Innerhalb des druckfesten Mantels befindet sich ein zweiter Blechmantel in einem geringen Abstand von dem Druckmantel. Der Zwischenraum zwischen beiden Mänteln ist mit Wasser gefüllt. Es ist also gewissermaßen ein Wassermantelgenerator in ein druckfestes Gefäß hineingebaut. Der obere Teil des inneren Wassermantels ist, wie beim Generator üblich, ausgeleert. In der Höhe der Brennstoffschicht im unteren Teil fehlt die Ausmauerung, damit sich keine Schlacken im Mauerwerk festsetzen können. Die Dampferzeugung des Kühlwassers wird nicht ausgenutzt, sondern die geringe erzeugte Dampfmenge geht unmittelbar hinter dem Generator in den Gasausgangsstutzen; dadurch wird ein Druckausgleich zwischen Wassermantel- und Generatorinnenraum erreicht. Auf unsere Frage, warum der erzeugte Dampf nicht dem Sauerstoff zur Vergasung beigegeben würde, wurde uns gesagt, daß man die Betriebssicherheit des Druckausgleichs der Ausnutzung der geringen erzeugten Dampfmenge vorziehe.

Der Unterteil des Druckgenerators ist mit einer rotierenden Ascheräumvorrichtung (alles unter Druck) ausgerüstet. Die Asche wird einmal am Tage aus einem neben dem Generator hängenden Schlackensack abgelassen. Durch die Drehachse der Ascheräumvorrichtung strömt der überhitzte Dampf, mit Sauerstoff gemischt, mit etwa 500 ° in den Generator.

Die Füllvorrichtung ist ähnlich den Füllvorrichtungen an gewöhnlichen Generatoren, nur daß der Deckel der Füllhaube mit kräftigen Schrauben aufgeschraubt wird, weil er ja nach Ziehen des inneren Abschlußkegels dem vollen Druck von 20 at aushalten muß. Die Füllung geht so vor sich, daß der Bedienungsmann, nachdem er festgestellt hat, daß die letzte Füllung im Aufsatz verbraucht ist, den Kegel zwischen Füllaufsatz und Generator in der üblichen Weise mit Gegengewicht schließt. Dann wird der 20-at-Druck des Füllaufsatzes in einem Gasometer entspannt. Darauf werden die Verschlusschrauben geöffnet, der Deckel wird zurückgeschoben und die Füllung des Aufsatzes vorgenommen. Danach wird der Deckel wieder zugeschraubt und aus dem unteren Generator wieder 20 at auf den Füllkopf gelassen; der Zwischenkegel wird nach Bedarf gelüftet. Bei der Füllung entsteht nicht mehr Staub als auch sonst beim üblichen Generator. Man hatte nicht den Eindruck, daß die Füllung irgendwelche Schwierigkeiten bereitet.

An Gasausgang und etwa in der Mitte des Schachtes sind je 1 Thermometer angebracht, nach dem der Generator gefahren wird. Das mit 20 at erzeugte

Stadtgas hat folgende Analyse (in ungereinigtem Rohgas):

CO ₂	30,0 %
C _m H _n	0,6 %
CO	16,5 %
H ₂	34,0 %
CH ₄	16,0 %
N ₂	2,0 %

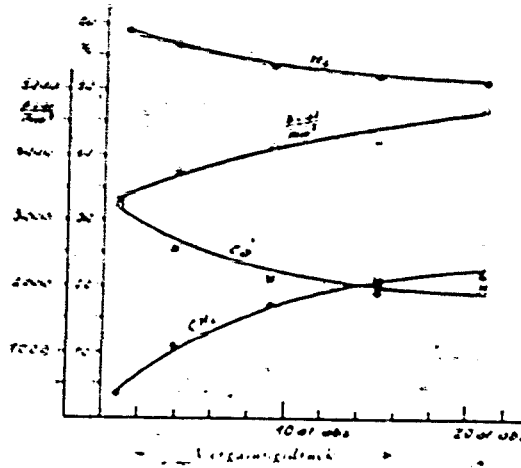
Unter dem gleichen Druck von 20 at wird das Gas vom Teer und Schwefel gereinigt. Der Teer und das Mittelöl fallen in 2 hintereinandergeschalteten indirekten Kühlern an. Zum Herausheben aus dem Drucknetz dienen einfache dampfgeheizte Kondensstöpfe. In einem Benzinwascher mit Abreiber werden die Gasbenzine gewonnen. Kühler und Benzinwascher sind, dem Druck entsprechend, außerordentlich klein. Dann geht das Gas in eine Druckwasserreinigung zur Entfernung des Schwefelwasserstoffs.⁴⁾ Die aus dem Druckwasser entspannte Kohlensäure, die durch den Schwefelwasserstoff- und Wasserstoffanteil noch ungefähr 400 - 500 WE hat, wird mit dem entspannten Gas aus der Füllhande in Gasometer gemischt. Die Gas Mischung dient zum Überhitzen des Vergasungsdampfes auf 500°. Der Schwefel der vergasteten Kohle geht also im Kamin des Dampfvorwärmers in der Hauptmenge in den Rauchgasen über Dach, eine Anordnung, die bei einer größeren Anlage bedenklich wäre oder mindestens einen hohen Kamin erforderlich machte. Das Druckwasser der Druckwasserwäsche geht im Kreislauf. Die Belüftung des Wässers erfolgt in zwei Stufen. Die erste Belüftungsluft mit 50 - 100 mg Schwefel wird im Kessel mit verfeuert; die Luft der zweiten Stufe, mit praktisch 0 H₂S, geht über Dach. Die geringen Rest von 7 - 10 mg Schwefel nach der Druckwasserwäsche werden in der kleinen Baseneiseneranlage entfernt, so daß das abgegebene Stadtgas praktisch keinen Schwefelwasserstoff mehr enthält.

Zur Zeit befinden sich 5 Lurgi-Druckgeneratoren für Sauerstoffvergasung à 2,60 m ø für Böhlen im Bau. Das erzeugte Stadtgas soll in das Stadtgasnetz der „Gasanag“ abgegeben werden.

Theoretische Grundlagen des Verfahrens und Versuche:

Die Druckvergasung fördert mit steigendem Druck theoretisch und praktisch die Methanbildung. Aus den Veröffentlichungen der Lurgi ergibt sich im folgenden Bild die Abhängigkeit der Gasanalyse vom Druck:

⁴⁾ und der Kohlensäure



Aus theoretischen Überlegungen ist auch von Lurgi die Stadtgas erzeugung entwickelt worden, indem der Heizwert des erzeugten Gases durch die hohe Methanbildung bei 20 at nach Herausnahme der Kohlensäure auf den Stadtgasheizwert von etwa 4 200 WE gesteigert werden konnte.

Da sich das Verhältnis $\text{CO}_2 : \text{H}_2 = 1 : 2$ nach dem Druckvergasungsverfahren anscheinend leicht einstellen läßt, wird das Lurgi-Verfahren zur Zeit für Fischer-Synthesegas außerordentlich stark propagiert. Herr Dr. Hubmann teilte uns aus Versuchen, die kurzfristig in Hirschfelde eingeschoben wurden, folgende Analysen für Fischer-Synthesegas mit (nach Herauswaschen der Kohlensäure):

	CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	H ₂
Niederlausitzer Kohlen	1	30	60	7	2
Mitteldeutschland Böhlen:	1	30	60	8,2	2
nichtbackende Oberschle- sische Steinkohle:	1	30	60	5,2	2
Rheinische Braunkohle:	1	30	60	6-7	2

Die Synthese ist nicht unter 20, sondern 10 at Druck geplant, damit der Methangehalt des Gases nicht zu hoch wird. Falls einzelne Kohlen einen zu hohen Methangehalt ergeben sollten, plant die Lurgi, für Synthesegasanlagen so-

gar auf 5 at zurückzugehen. Außerdem soll sich für die Methanbildung ergeben haben, daß sie zurückgedrängt werden kann durch höhere Ofenbelastung und durch erhöhte Dampfabgabe, also durch Zurücknahme der Ofentemperatur (?).

Leistungen und Anlageneigenheiten

Als Generatorleistung werde uns für eine Trockenbraunkohle mit 20 % Wasser und 2 - 10 mm Korn eine Schachtbelastung von 1 000 kg Kohle pro qm und Schacht für Stadtgas angegeben (etwa 3 - 4 mal soviel als die Schachtbelastung eines drucklosen Briquetgenerators). Für Synthesegas hofft man eine Schachtbelastung von 1 000 - 1 200 kg Kohle pro qm Schacht zu erzielen.

Der Teeranfall beträgt bei teerarmer Kohle 75 % nach Fischer, bei teerreicher Kohle 80 % nach Fischer. In Hirschfelde, wo eine Kohle mit 10,2 % Teer bei 2,3 % Feuchtigkeit in der Kohle zur Verfügung steht, werden 72 % der Fischeranalyse zum Verkauf gebracht. Durch die Eigenart des Verfahrens, wahrscheinlich durch Kondensation von Teer im Kopf des Druckgenerators, wo etwa 300 - 350° herrschen, und nachträglicher Wiederverdampfung bzw. Krackung im Generatoroberteil, sind 25 % der anfallenden Teeransbeute unter 160° siedend. Sie werden von einem Unternehmer als Autobensin für 200,- RM pro t ab Werk abgenommen. Dieser „Bensin“-Anfall hat eine Oktanzahl von 100. Das Kondensieren und Zurücklaufen von Teer im Generatorkopf bewirkt nach Ansicht von Herrn Dr. Hubmann, daß kein Staub im Teer ist. Die ganze in den Generator eingebrachte Staubmenge wird durch den im Generatorkopf kondensierenden Teer gebunden und damit in tiefere Regionen des Generators überführt, wo die susammengeballten Staubkörner verkraken und nicht mehr zerfallen können. Der Teer ist also vollständig staubfrei.

Es wurde uns versichert, daß Verschlackungen an dem Generator praktisch nicht vorkommen. Ein Mannloch zum Räumen des Generators ist nicht vorgesehen. Tritt einmal Verschlackung ein, dann wird der Generator entspannt und von oben durchgestoßen und gestocht. Wenn die Feuerzone möglichst tief im unteren Teile in dem ausgemauerten Teil des Wassermantels gehalten wird, sind, wenigstens für Hirschfelder Kohle, keine Verschlackungen zu befürchten. Die angebrachte Schlacke zeigte jedoch einige Schlackenstücke, was Herr Dr. Hubmann auf unregelmäßigen Gang des Ofens wegen zu hohem Wassergehalts der ankommenden Trockenbraunkohle zurückführte. Tatsächlich mußten einige Störungen vorgelegen haben, denn es wurde uns mitgeteilt, daß der Reserveofen angefahren werden mußte, um die Stadtgasbelieferung sicherzustellen.

Trotz dieser Störung wurde bei der Besichtigung der Eindruck gewonnen, daß die gesamte Anlage technisch gut darobgebildet ist, und daß der Betrieb für die Hirschfeld-Kohle, unter Befriedigung der gestellten Anforderung an die Stadtgasqualität und -Reinheit, einfach durchzuführen ist.

Über die Anlagekosten der Vergasungsanlage allein konnten wir von Herrn Dr. Hubmann keine exakten Unterlagen bekommen. Für die Erzeugung von Synthesegas, also Kohlensäurefreies und gereinigtes Gas von etwa 7 % Methan, 3 % Stickstoff und Kohlensäure und 90 % $\text{CO} + \text{H}_2$ im Verhältnis 1 : 2, wurden uns folgende Angaben gemacht:

Gesamte Synthesegaserzeugung einschließlich Sauerstoffherzeugung:	RM 9,3 Millionen
Gebäude:	" 1,8 "
	<u>Sa. RM 11,1 Millionen</u>

In dieser Anlage sind 11 Generatoren vorgesehen.

Für Niederlausitzer Kohle bei 10 Generatoren ist der entsprechende Preis:

RM 10,8 Millionen

Aus früheren Angaben (Briefe von Lurgi vom 11. und 14. Dezember 1937) ergibt sich, daß eine Gaserzeugeranlage, einschließlich Sauerstoffabrik, bei 10 at Vergasungsdruck, für 56 000 nm^3 Rohgas -- 40 000 nm^3 Synthesegas rein, 4,1 Millionen RM kosten soll. Dies wären rund 100 000,- RM pro 1 000 m^3 $\text{CO} + \text{H}_2$, im Vergleich zu 190 bis 370 000,- RM für andere bekannte drucklose Synthesegaserzeugungen. Wenn auch diese Vergleichszahl wahrscheinlich zu niedrig ist, weil in den letzten Zahlen für Brennstoffförderung, Entaschung, Entteerung usw. erhebliche Summen eingeschlossen sind, die in der Lurgi-Aufstellung fehlen dürften, so ist doch anzunehmen, daß die Anlagekosten der reinen Vergasungsanlage bei Lurgi *wesentlich* niedriger sein dürften als die der drucklosen Verfahren.

Vergleich Lurgi-Drucksaurestoffverfahren mit Sauerstoffbrikettvergasung:

Die Vorteile der Druckvergasung liegen zunächst in der billigeren Apparatur. Vorausgesetzt, daß diese Vergasungsart auf eine Kohle angewandt wird, die nicht zu Verschlackung neigt, wie z.B. bei Niederlausitzer Kohle oder Rheinischer Braunkohle, so ist fraglos das Druckverfahren in den Anlagekosten dem drucklosen Verfahren überlegen. Wenn aber, wie z.B. bei Mitteldentscher Kohle,

mit Verschlackungen zu rechnen ist, erscheinen drucklose Generatoren wegen der leichteren Zugänglichkeit, trotz erhöhter Anlagekosten, sicherer. Ein weiterer Vorteil der Druckvergasung liegt in der Verwendungsmöglichkeit verhältnismäßig kleinstückiger Kohle. Die Vergasung von 2 - 10 mm Korn mit brauchbaren Durchsätzen ist im drucklosen Generator nicht möglich. Im drucklosen Generator muß Kohle von mindestens Haselnuß- bis Walnußgröße oder Brikett zur Verfügung stehen, um Durchsätze von 2 - 300 kg Trockenbraunkohle pro m² Schacht/h zu erzielen. Andererseits bietet die Druckvergasung, wenn der Brennstoff in Brikettform zur Verfügung gestellt wird, von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, keine Vorteile.

Ein Nachteil der Druckvergasung wird immer die hohe Methanbildung sein. Da außer der bevorzugten Methanbildung im Druckgenerator alle anderen Verhältnisse der Gasbildung unverändert sind, muß der Verbrauch an Sauerstoff, Brennstoff und Dampf, auf CO+H₂ bezogen, etwa der gleiche sein wie im drucklosen Generator. Die Verbräuche nach dem Lurgi-Druckverfahren sowie nach dem drucklosen Verfahren, bezogen auf 1 000 m³ CO+H₂ und auf Ilsebrikett (28a der Kohlentabelle der Braunkohlenvergasung), bestätigen diese Anschauung:

	<u>Lurgi-Druck</u>	<u>Leuna-Sauerstoff</u>
CO ₂ %:	27,3	23,2
CO %:	22,4	25,0
H ₂ %:	44,6	49,9
CH ₄ %:	5,3	1,5
H ₂ %:	0,4	0,4
Brikett ₁₅ /Nm ³ CO+H ₂ :	0,98	0,97
Sauerstoff 98-99 % Nm ³ :	172	188
Hi-Dampf t:	0,61	0,76
Teergutschrift kg:	64	77
Schwelgasgutschrift 1000 WE:	keine	175