

34-R

20796

Gemeinschaftlicher Bericht

des

Vereins für die bergbäulichen Interessen, Essen,

und der

Lurgi-Gesellschaft für Hydrometallurgische Technik, Frankfurt-Main,

Druckvergassungsversuch auf der Anlage Böhlen der A.S.W.
von 5. - 12. Oktober 1941.

In der Zeit vom 5. bis 12. Okt. 1941 fanden in Gaswerk Böhlen der Aktiengesellschaft Sächsishe Werke Großversuche zur Vergasung von Steinkohle statt. Die Versuche wurden von der Lurgi-Gesellschaft für Wärmetechnik und vom Verein für die bergbaulichen Interessen gemeinsam durchgeführt.

An den Versuchen nahmen teil die Herren:

Dr. Goms	}	Bergbau-Verein, Zwickau
Dipl.-Ing. Blecher		
Obering. Otto		A.S.W.
Dr. Danulat	}	Lurgi-Gesellschaft für Wärmetechnik
Dipl.-Ing. Kapp		
Dipl.-Ing. Szubinski		

Die in einem Druckgaserzeuger der Lurgi auf der Anlage Böhlen der A.S.W. durchgeführten Vergassungsversuche mit Magerkohle der Zeche Alstaden sollten die Eignung der Steinkohle für diesen Prozeß in einem Großversuch nachweisen. In den vergangenen drei Jahren waren bereits auf der Anlage Hirschfelde der A.S.W. in einem kleineren Druckgaserzeuger der Lurgi mit verschiedenen Steinkohlen derartige Versuche durchgeführt worden, die zufriedenstellende Ergebnisse zeigten. Als geeignet erwiesen sich nichtbackende Steinkohlen, die einen hinreichend hohen Aschenschmelzpunkt besitzen.

Beschreibung der Anlage.

Die Kohle wird in Kübeln zur Anlage gefahren, die einzelnen Kübel werden durch einen Kran zum Hochbunker befördert, der etwa 60 t faßt (Anlage I). Jeder Druckgaserzeuger besitzt einen Hochbunker. Der Bunker endigt in zwei Hosenrohren, die durch einen Schieber über der Füllöffnung des Gaserzeugers geschlossen werden. Die Verbindung zwischen Bunker und Gaserzeuger wird beim Füllen durch ein bewegliches Teleskoprohr hergestellt, wobei eine Staubabsaugung in Tätigkeit tritt, um bei Braunkohle Belästigung durch den feinen Staub zu vermeiden. Bei der Verwendung von Steinkohle trat keine nennenswerte Staubbildung ein. Der Gaserzeuger wird oben von der Kohlschleuse und unten von der Aschenschleuse abgeschlossen, die beide während des Betriebes unter Druck stehen. Die Abdichtung nach außen erfolgt durch gewichtsentlastete Deckel, die mit 4 schwenkbaren Schrauben lösbar befestigt sind. Zwischen den Schleusen und dem Gaserzeuger

sind durch Hebel von außen zu betätigende Ventile eingebaut. Der Gaserzeuger besitzt innen eine Ausmauerung in der erforderlichen Höhe. Sie ist auf der Zwischenwand zwischen Gas- und Dampfraum angebracht, die beide unter gleichem Druck stehen. Der Druckausgleich wird durch eine Verbindung zwischen Dampf- und Gasraum hergestellt. Ein druckfester Mantel, der isoliert ist, umgibt den Gaserzeuger von außen. Im unteren Teil des Gaserzeugers ist der Drehrost angebracht, der durch eine nach außen abgedichtete Hohlwelle mittels Sohnsacke und Schneckenrad bewegt wird. Der Aschendurchfall wird durch Flügel, die an der Welle befestigt sind, der Austragsöffnung zur Schleuse zugeführt. Die Anlage wurde auch während der Versuche mit dem üblichen Betriebsdruck von 20 atü gefahren. Da die unter Druck stehenden Teile bis 25 atü abgedrückt sind, wäre ein Fahren unter etwas höherem Druck möglich, falls eine Steigerung des Sauerstoff- und Dampfdruckes erreicht werden könnte.

Betrieb der Anlage.

Zur Füllung der Kohlschleuse wird nach Schließen des Ventils zwischen Schleuse und Gaserzeuger das Entspannungsventil geöffnet, das sogen. Schleusengas, etwa 45 m³ entspanntes Gas, wird über einen Gasbehälter den Brennern des Dampfüberhitzers zugeleitet, die außerdem von den Entspannungsgasmengen gespeist werden, die bei der Entspannung des Wassers aus der Druckwäsche frei werden. Nach Absinken des Druckes in der Schleuse wird der Deckel geöffnet, das Teleskoprohr gesenkt und durch Öffnen des Bunkerschleibers die Schleuse gefüllt. Nach Schließen des Deckels wird die Schleuse durch eine Druckgasleitung wieder unter Druck gesetzt. Nun kann auch das Ventil zum Gaserzeuger wieder geöffnet werden, und die Kohle fließt nach unten ab. Die Asche wird durch den kegelförmigen Drehrost nach unten ausgetragen und sammelt sich in der Aschenschleuse an. In gewissen Zeitabständen wird die Aschenschleuse nach Schließen des Zwischenventils entspannt und die Asche nach Öffnen des Deckels entleert. Die Aschenschleuse wird dann durch Zufuhr von Dampf wieder unter Druck gesetzt. Die Vergasungsmittel, Sauerstoff und Wasserdampf, werden durch die Hohlwelle zum Drehrost geführt und treten oberhalb des Rostes zum Brennstoffbett. Der Sauerstoff

wird von der hierfür erbauten Anlage geliefert. Der Dampf, der aus dem Kesselhaus des Kraftwerks entnommen wird, strömt durch einen gasbeheizten Überhitzer, den er mit rd. 500°C verläßt. Das erzeugte Gas strömt unter dem Generatordruck von rd. 20 atü durch einen Krümmer am oberen Ende des Gaserzeugers aus und wird durch den anschließend angeordneten Rieselkühler vorgekühlt. Es gelangt dann nach Durchlaufen der Nachkühler und des Benzinwaschers in die mit Raschigringen gefüllten Waschtürme der Druckwasserwäsche. Hier werden H_2S fast vollständig und CO_2 bis auf etwa 2 %, in geringen Mengen aber auch brennbare Gase, ausgewaschen. Das Waschwasser wird in einer Entspannungsturbine und nachgeschaltetem Kessel entspannt, das austretende Entspannungsgas wird z.T. in dem Dampfüberhitzer, z.T. im Kraftwerk verbrannt, das entspannte Wasser von den Gasresten in einem Belüftungsturm gereinigt. Die letzten Reste von H_2S werden aus dem Gas durch eine unter Druck stehende Trockenreinigung entfernt. Ein vor dem Ferngasanschluß eingebauter Druckregler hält den Druck auch bei schwankender Abgabe stets auf gleicher Höhe.

Durchführung der Messungen.

Die Kohlenmenge wurde durch Wägung der einzelnen Kübel ermittelt, die in den Hochbunker entleert und leer zurückgewogen wurden. Mit dem Versuch wurde begonnen, nachdem Bunker und Kohlenschleuse leergefahren waren. Durch Besichtigung des Bunkers wurde festgestellt, daß keine Kohlenreste vorhanden waren; die Entleerung der Schleuse zeigte sich dadurch an, daß das Zwischenventil freibeweglich war. Zur Kontrolle des Kohlenverbrauchs wurde der jeweilige Zeitpunkt aufgeschrieben, in dem die Kohlenschleusen gefüllt wurden. Hierbei wurden jeweils Einzelproben der Kohle genommen, die in einer Sammelprobe vereinigt wurden. Zwei gleiche Proben wurden bei Beendigung des Versuchs dieser Sammelprobe entnommen und davon eine zur Aufarbeitung dem Laboratorium von A.S.W. übergeben.

Die Aschenmengen konnten nicht gemessen werden, es wurde von jeder Entaschung eine Probe genommen, die zur Sammelprobe vereinigt wurde. Aus dieser wurden ebenfalls zwei Proben zur Bestimmung des Trennbaren entnommen. Die Aschenmenge läßt sich dann rechnerisch aus dem Aschengehalt der Kohle ermitteln.

Der Sauerstoff wurde mit einem Druck von rd. 22 atü vom Sauerstoffwerk geliefert und über ein Regulierventil nach Durchströmen einer Meßblende der Hohlwelle des Drehrostes zugeführt.

Gemessen wurden stündlich Temperatur, Druck und Differenzdruck sowie die Konzentration des Sauerstoffs. Die Dampfszufuhr wurde ebenfalls durch ein Regulierventil in der erforderlichen Höhe geregelt. Stündlich aufgeschrieben wurden die Ablesungen für Dampftemperatur, Druck und Differenzdruckwerte an der Meßblende. Die Manteldampfmenge wurde aus dem zeitlichen Verlauf des Absinkens des Wasserstandes bei abgestellter Speisewasserszufuhr errechnet. Sie ist im Verhältnis zur Frischdampfmenge nur gering.

Da auf Grund der Versuche in Hirschfelde ein geringerer Gasheizwert als der des Braunkohlengases zu erwarten war und somit bei Zumischung der Heizwert der Gesamtgasabgabe verringert worden wäre, wurde das Gas aus dem mit Steinkohle betriebenen Generator entspannt und zum Kraftwerk geleitet. Eine Mischung des Versuchsgases mit dem Betriebsgas hätte außerdem eine Mischung von Steinkohlenteer mit Braunkohlenteer bedingt, was möglichst vermieden werden sollte. Das Gas durchströmte ein Entspannungsventil, das hinter dem Rieselkühler angeordnet war, und wurde in einem weiteren Kühler^{bis} auf rd. 50°C gekühlt. Die Meßstellen für Temperatur, Druck und Differenzdruck waren in der Gasrohrleitung hinter dem Kühler angeordnet. Da die stündliche Aufschreibung der Rohgasdifferenzdrucke infolge von Druckschwankungen in der Kraftwerksleitung große Ungenauigkeiten ergeben hätte, wurde eine schreibende Ringwaage eingebaut. Die planimetrierten Streifen wurden der Berechnung der Menge zugrunde gelegt.

Das Kondensat aus dem Rieselkühler wurde über einen Kondensstopf in die entspannte Gasleitung zurückgeführt. Die Kondensate aus der Gasleitung und dem Kühler wurden gesammelt in einen Scheidebehälter geführt, in dem sich der Teer teilweise absetzte. Ein Teil des Teeres bildete bei der Entspannung mit dem Kondensat eine Emulsion und gelangte mit dem Überlauf in die Abwassergrube. Da zur Vermeidung von Betriebsstörungen durch Schlackenbildung die Dampfszufuhr zum Gaserzeuger wesentlich gesteigert werden mußte, stiegen die Kondensatmengen so hoch an, daß ein zweiter Abfluß erforderlich war und eine Mengemessung aus der Spiegelabsenkung des Scheidebehälters unmöglich wurde. Gemessen wurden daher Momentanwerte an Kondensat-

auslauf über der Abwassergrube; die verschiedenen Messungen stimmten in etwa überein. Die Anordnung der verschiedenen Meßstellen ist aus Anlage 1 ersichtlich.

Versuchsverlauf.

Über die Fahrweise des Gaserzeugers während der Versuche ist folgendes voraussusichtigen: Die höchsten Temperaturen, die in der Verbrennungszone im Gaserzeuger auftreten, sind durch das Verhältnis O_2 : Dampf bestimmt. Einfachheitshalber soll dieses Verhältnis im folgenden in $Nm^3 O_2$: kg Dampf ausgedrückt werden. Verändert man das Verhältnis zugunsten des Dampfes, so senkt man die Temperatur in der Verbrennungszone, die Fahrweise wird kälter, erhöht man den Sauerstoffanteil, so wird heißer gefahren. Die Gasaustrittstemperatur wird hiervon nicht direkt beeinflusst, im Gegenteil wird sie meist höher bei kälterer Fahrweise, was mit der bei hohem Dampfzusatz eventuell schlechteren Umsetzung in chemisch gebundene Wärme zusammenhängt.

Um günstige Verbrauchszahlen zu erhalten, muß stets so heiß wie möglich gefahren werden. Die Grenze ist durch den Aschenschmelzpunkt bestimmt. Bei den bisherigen Vergasungsversuchen in Hirschfelde mit Steinkohle (Wiesche-Magerkohle, Concordia-Magerkohle, gealterte Krupp-Amalie-Kohle) konnten Verhältnisse zwischen 1:6 bis 1:7,5 ohne Schlackenbildung eingestellt werden.

Anfahren: 5.X. 8¹⁰ bis 6.X. 14⁰⁰ Uhr. Der Gaserzeuger, der bereits mit einer entsprechenden Menge Asche und Holz gefüllt war, wurde am 5.X.41 morgens 8¹⁰ Uhr durch alle 4 Stochlöcher gezündet. Nach Schließen aller Öffnungen wurde der Gaserzeuger bei etwa 2 atü Druck mit Luft und etwas Dampf hochgeheizt. Zur besseren Verteilung des Feuers wurden zunächst ca. 2¹/₂ Schleusen Braunkohlenbrikettgrus aufgegeben, wonach anschließend mit Steinkohle langsam unter Beobachtung der Temperatur gefüllt wurde. Am 6.X. mußte der Gaserzeuger nochmals zur Ausführung einiger Vorbereitungsarbeiten abgestellt und entspannt werden. Mittags wurde wieder mit Luft angeblasen und auf Druck gefahren, wonach die Umstellung auf Sauerstoff und größere Dampfmenge erfolgte.

1. Einstellung: 6.X. 14⁰⁰ Uhr.

Gaserzeugerdruck:	19,0 atü
Gasaustrittstemperatur:	450 - 525 ⁰⁰
Rein-Sauerstoffmenge:	376 Nm ³ /h
Vergasungs-Dampfmenge:	3 074 kg/h
Sauerstoff : Dampf	1 : 8,17

Da die Gasaustrittstemperatur so hoch steigt, erwachsen bei der Betriebsleitung der AS7. Bedenken wegen der Haltbarkeit des Materials. Daraufhin wird zunächst die Leistung zurückgenommen.

2. Einstellung: 6.X. 16⁰⁰ - 20⁰⁰ Uhr.

Gaserzeugerdruck:	19,0 atü
Gasaustrittstemperatur:	465 ⁰⁰
Rein-Sauerstoffmenge:	259 Nm ³ /h
Vergasungs-Dampfmenge:	2 159 kg/h
Sauerstoff:Dampf	1 : 8,33
Rohgasmenge, Einzelablesung:	2000 Nm ³ /h

Aus der Sauerstoff- und Gasmenge ergibt sich ein Sauerstoffbedarf pro Nm³ Reingas von etwa 0,19 Nm³/Nm³, was den bisher bei Steinkohle festgestellten Werten entspricht, so daß angenommen werden kann, daß die Vergasung einwandfrei vor sich geht. Zur Erniedrigung der Gasaustrittstemperatur werden 60 - 100 l Wasser pro Kohlschleuse dazugegeben, jedoch ohne nennenswerten Erfolg. Daraufhin wird zur Schonung des Materials der Druck auf ca. 15 atü zurückgenommen, und es wird stärker Asche gezogen. Gleichzeitig wird etwas heißer gefahren.

3. Einstellung: 6.X. 20⁰⁰ bis 7.X. 13⁰⁰ Uhr.

Gaserzeugerdruck:	14,7 atü
Gasaustrittstemperatur:	430 ⁰⁰
Rein-Sauerstoffmenge:	229 Nm ³ /h
Vergasungs-Dampfmenge:	1 844 kg/h
Sauerstoff:Dampf	1 : 8,05

Im Laufe der Nacht wird die erste Steinkohlensasche ausgeschleust, die bereits einige Schlacken und gesinterte Asche enthält. Außerdem ist die Asche auch zu schwarz geworden, so daß wieder weniger ausgetragen werden muß. Die nächste Aschenschleuse enthält noch mehr Schlacken. Inzwischen liegt außer der Aschenschmelzkurve der Steinkohle auch diejenige von Böhlener Kohle vor, so daß ein Vergleich möglich ist. Danach ist das Verhalten

der Steinkohlensäcke noch wesentlich ungünstiger als das der Böhlemer Braunkohlensäcke (siehe Anlage 2). Der Gaserzeuger muß also sehr kalt gefahren werden.

Wegen der hohen Gasaustrittstemperatur werden zwischen Lurgi und ASW. Vereinbarungen über die Übernahme von Materialgarantien getroffen. Bei Messungen der Oberflächentemperatur am Gasaustrittskrümmen wurden Werte unter 200°C gefunden, Nachrechnungen ergaben eine auch bei höheren Temperaturen noch weitgehend ausreichende Sicherheit. So konnte die Belastung wieder erhöht werden.

4. Einstellung: 7.X. 17^{00} bis 8.X. 9^{00} Uhr.

Gaserzeugerdruck:	19,1 atü
Gasaustrittstemperatur:	562°C
Rein-Sauerstoffmenge:	$381 \text{ Nm}^3/\text{h}$
Vergasungsdampfmenge:	$3\ 356 \text{ kg/h}$
Sauerstoff:Dampf	1 : 8,80

Während dieser Zeit wurden genaue Ablesungen und Gasanalysen durchgeführt, so daß eine Auswertung erfolgen konnte (s. weiter unten). In der Nacht zeigten sich die ersten Austrageschwierigkeiten, die zunächst auf die vorher gebildete Schlacke zurückgeführt wurden.

Da am 8.X. morgens die Leistung der Sauerstoffanlage zurückgenommen werden mußte, wurde auch der Versuchsgaserzeuger in der Leistung reduziert. Die Fahrweise wurde noch kälter eingestellt.

5. Einstellung: 8.X. 9^{00} bis 9.X. 14^{45} Uhr.

Gaserzeugerdruck:	19,4 atü
Gasaustrittstemperatur:	550°C
Rein-Sauerstoffmenge:	$263 \text{ Nm}^3/\text{h}$
Vergasungsdampfmenge:	$2\ 754 \text{ kg/h}$
Sauerstoff:Dampf	1 : 10,46

Für die Rohgasmengenmessung wurde eine Ringwaage eingebaut und anschließend geeicht. Während dieser Einstellung wurden Messungen durchgeführt, so daß dieser Abschnitt wieder ausgewertet werden konnte. Am 9.X. 4^{15} Uhr brach das Schneckenrad der Aschenaustragung (alter Bruch), am Vormittag wurde ein neues Rad während des Betriebes eingesetzt. Da die Austragung aber trotzdem nicht in Gang gebracht werden konnte, mußte der Gaserzeuger abgestellt und entspannt werden.

Stillstand: 9.X. 14⁴⁵ bis 10.X. 13⁰⁰ Uhr.

Während des Stillstandes wurde durch Ausräumen unter dem Rost die Austragung wieder in Gang gebracht und anschließend so lange ausgetragen, bis nur noch wenige Schlacken mitkamen. Das Festsitzen des Rostes wurde zunächst auf die Schlacken zurückgeführt. Allerdings war die Schlacke so weich, daß nach den bisherigen Erfahrungen Austrageschwierigkeiten noch nicht auftreten durften. Am 10.X. konnte der Gaserzeuger wieder mit Luft angeblasen und auf Druck gefahren werden.

6.Einstellung: 10.X. 19⁰⁰ bis 11.X. 14⁰⁰ Uhr.

Gaserzeugerdruck:	19,6 atü
Gasaustrittstemperatur:	559 ⁰ C
Rein-Sauerstoffmenge:	392 Nm ³ /h
Vergasungs-Dampfmenge:	3 795 kg/h
Sauerstoff:Dampf	1 : 9,68

Es erfolgen wieder Ablesungen, so daß eine Auswertung möglich wurde. Apparativ werden noch einige Verbesserungen durchgeführt wie die Umänderung des Kühlwasserablaufes am Kühler und des Schwelwasserablaufes am Scheidebehälter.

Die Leistung wird noch erhöht und nach Leerfahren des Kohlenbunkers mit der Kohlenmessung und dem Hauptversuch begonnen.

7.Einstellung: Hauptversuch. 11.X. 14⁵³ bis 12.X. 19²⁶h.

Gaserzeugerdruck:	19,0 atü
Gasaustrittstemperatur:	600 ⁰ C
Rein-Sauerstoffmenge:	534 Nm ³ /h
Vergasungs-Dampfmenge:	5 665 kg/h
Sauerstoff:Dampf	1 : 9,50

Durchführung aller Messungen. Da das zusätzliche Kühlwasser für den Vorkühler ausfällt und infolgedessen die Vorkühleraustrittstemperatur über 450⁰ ansteigt, muß am 12.X. ein kurzer Stillstand von 6⁵⁵ bis 7¹⁰ Uhr eingelegt werden. Eine Dichtung in der Niederdruckseite fliegt heraus und macht für kurze Zeit das Abfackeln des Gases notwendig. Eine weitere Störung in der Gasmenngemessung trat durch Versagen des Uhrwerks der Ringwaa-

ge auf. Da beide Störungen aber nur von kurzer Dauer waren, konnte die Gasmenge mit genügender Genauigkeit interpoliert werden. Nach etwa 24 Stunden wurde ein Kohlenabschluß gemacht.

Versuchsende: Am 12.X. 19²⁵ Uhr brach das zweite Schneckenrad. Da nur noch ein Reserverad vorhanden war, und da die genaue Ursache unbedingt festgestellt werden mußte, wurde der Versuch abgebrochen und der Gaserzeuger stillgesetzt und entleert. Dabei konnte festgestellt werden, daß ein konischer, gußeiserner Entlastungsring, der sich im Oberteil des Gaserzeugers befindet, bei den hohen Gasaustrittstemperaturen zu Bruch gegangen ist. Teile dieses Ringes, die starke Schrammen aufwiesen, hatten sich in der Austragung festgesetzt. Durch Ausräumen der Asche und kleineren Schlackenstücke unter dem Rost am 9.X. sind jedenfalls die Eisenstücke wieder locker geworden, bis sie sich wieder irgendwo festsetzten. Die Ursache der Austrageschwierigkeiten ist also offensichtlich in diesen Eisenteilen zu suchen.

Auswertung der Versuche.

Die Ergebnisse der Einstellungen 1 - 3 konnten nicht weiter ausgewertet werden, da Analysen und Ringwaageaufzeichnungen der Rohgasmengen erst ab 7.X. nachmittags durchgeführt wurden. Die durchgesetzten Kohlenmengen wurden für die einzelnen Zeitabschnitte auf Grund der betreffenden Schleusenzahlen ermittelt. Das Gewicht einer Schleusenfüllung wurde beim Hauptversuch mit 1,635 t errechnet. Da erst beim Hauptversuch eine genaue Kontrolle durchgeführt wurde, wann jeweils die Schleuse leer war, und anderseits bei den verschiedenen Einstellungen die Sauerstoff- und Dampfmengen den üblichen Betriebsprotokollen entnommen wurden, können diese Vorversuche, die ja nur zur Orientierung und zur Ermittlung der günstigsten Fahrweise dienen sollten, keinen Anspruch auf sehr große Genauigkeit machen. Die Reingasausbeuten der Einstellungen 4 - 6 liegen höher als die erfahrungsgemäß zu erwartenden Werte; wahrscheinlich stieg infolge zu geringer Aschenaustragung die Feuerzone während dieser Zeiten; es besteht auch die Möglichkeit, daß die Rohgasmenge zu hoch gemessen wurde. Es wurden deshalb vor dem Hauptversuch die Meßgeräte nochmals kontrolliert und während des Versuchs die Zeiten der Kohlen Schleusenleerung genau bestimmt und die Aschenaustragung gesteigert.

Die Untersuchung der beim Hauptversuch gezogenen Kohlen- und Aschensammelprobe erfolgte im Laboratorium der ASW. Die Werte sind in Anlage 4 zusammen gestellt. Die Zusammensetzung des Rohgases wurde aus in über je 2 Stunden gezogenen Proben laufend festgestellt.

Die aus den Mittelwerten der einzelnen Messungen, die während des Hauptversuchs nur wenig schwankten, errechneten Mengen von Sauerstoff, Vergasungsdampf, Rohgasmenge sowie deren mittlere Zusammensetzung, die Kohlen-, Aschen- und Kondensatmengen wurden in Zahlentafel 5 eingetragen. Die hieraus ermittelten Werte für den spez. Verbrauch der Vergasungsmedien wurden in dieser Anlage ebenfalls zusammengestellt. Im Gegensatz zu der Auswertung der Vorversuche wurde zur größeren Genauigkeit bei der Ermittlung der Reingasmenge und -zusammensetzung des Hauptversuches die Löslichkeit der Einzelgase im Wasser der Druckwasserwäsche berücksichtigt; es ergab sich hierbei jedoch nur ein geringer Unterschied der Resultate. In Anlage 6 ist die Kohlenstoffbilanz der Vergasung eingetragen, ferner wurden hier noch die Ergebnisse von Sonderuntersuchungen im Rohgas zusammengestellt.

Bezogen auf den Nm^3 -Reingas ergab sich ein Verbrauch an Reinsauerstoff von $0,207 \text{ Nm}^3$, an Vergasungsdampf von $1,965 \text{ kg}$. Das Verhältnis $\text{O}_2 : \text{H}_2\text{O}$ -Dampf wurde zu $1 : 9,5$ errechnet. Dieser verhältnismäßig hohe Wasserdampfzusatz wurde infolge des im Vergleich mit den bisher vergasten Braun- und Steinkohlen niedrigen Aschenschmelzpunktes der verwendeten Kohle erforderlich, der O_2 -Verbrauch hielt sich in den bei den früheren Versuchen mit Steinkohle bzw. Koks festgestellten Grenzen. Er ist höher als bei der Braunkohlenvergasung, da hier infolge des wesentlich höheren Anteils an flüchtigen Bestandteilen größere heizkräftige Gas-mengen aus der Entgasung frei werden. Die Reingasausbeute betrug $1,560 \text{ Nm}^3$ je t Rohkohle, auf Reinkohle bezogen wurde sie mit $1,830 \text{ Nm}^3/\text{t}$ Reinkohle ermittelt, wobei der Reingashheizwert H_0 mit $3,835 \text{ kcal/Nm}^3$ errechnet wurde. Die Gasausbeutezahlen entsprechen den bisher gefundenen Werten, während der Reingashheizwert etwas niedriger liegt. Zum Vergleich seien noch die bisher bei Vergasungsversuchen mit Ruhrkohlen in Hirschfelde gefundenen Zahlen gegenübergestellt.

		Hirschfelde			
		Böhlen Alstaden Magerkohle Haupt- versuch	Concordia Mager- kohle	gealterte Krupp Analle	Wiesche Mager- kohle
Vergasungsdruck	atü.	19,0	20,0	20,9	21,0
Reinsauerstoff- verbrauch	Nm ³ /Nm ³	0,207	-	0,226	0,198
Dampfverbrauch	kg/Nm ³	1,965	-	1,37	1,40
Reinsauerstoff zu Dampf	Nm ³ :kg	1:9,50	1:7,45	1:6,04	1:7,05
Reingasausbeute	Nm ³ /t Koh- konle	1 560	-	1630-1700	1 630
Reinheitswert	kcal/Nm ³	3 833	4 130	4 075	4 132

Zusammenfassung.

Aus den Versuchen geht hervor, daß sich die benutzte Ma-
gerkohle nach dem Lurgi-Verfahren gut vergasen läßt. Störungen
infolge Backens der Kohle traten nicht auf. Die Störungen, die
zum Abbruch der Versuche führten, wurden durch einen Fremdkör-
per bedingt, der sich in der Aschenaustragung festsetzte. Die
Gasaustrittstemperaturen lagen hauptsächlich infolge des niedri-
gen Wassergehaltes wesentlich höher als bei Braunkohlenvergasung,
was bei der Konstruktion von Steinkohlengaserzeugern beachtet
werden muß. Mit Rücksicht auf den Aschenschmelzpunkt der Kohle
mußte mit einem Verhältnis O₂ : H₂O Dampf von 1:9,5 gefahren
werden. Daraus ergibt sich ein verhältnismäßig hoher Dampfzu-
satz. Der Sauerstoffverbrauch hielt sich in den bei Kohle und
Koks bereits festgestellten üblichen Grenzen.

Gasausbeute und Gasheizwert erreichten etwa die bei den
früheren Versuchen mit einem kleineren Gaserzeuger festgestell-
ten Werte; der Gasheizwert lag hierbei etwas niedriger. Versuche
mit wechselndem Druck des Gaserzeugers konnten nicht durchgeführt
werden. Um den bei der Braunkohlenvergasung üblichen Gasheizwert
zu erreichen, wäre eine Steigerung des Generatordruckes auf
30 - 40 atü erforderlich.

Um günstige Verbrauchswerte von Sauerstoff und Dampf
trotz niedriger Aschenschmelzpunkte zu erzielen, könnte an eine
Druckgaserzeugung mit flüssigem Schlackenabzug gedacht werden,
jedoch ist eine derartige Ausführung bisher praktisch noch nicht
erprobt worden.

Dr.-Ing. Gumz

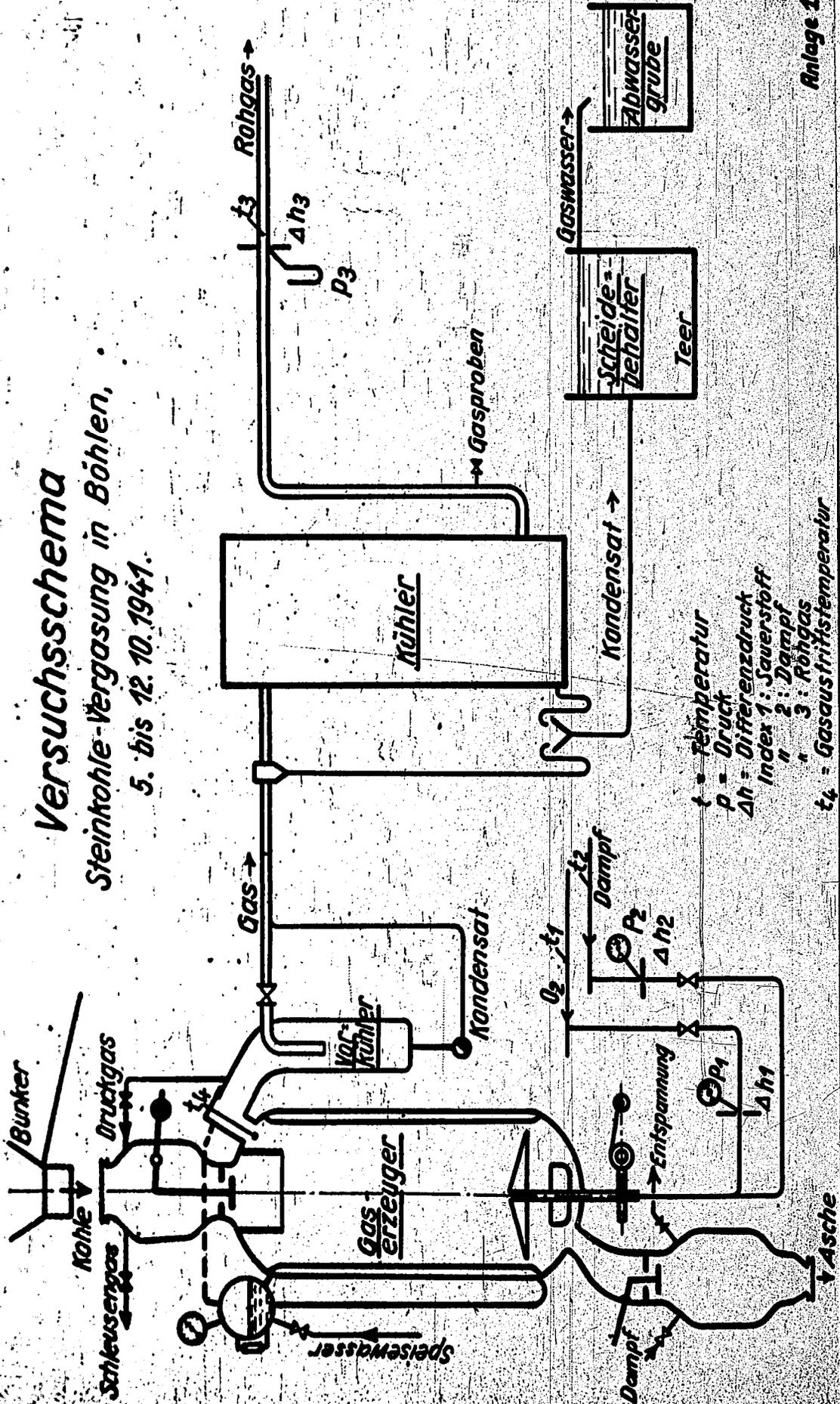
Dipl.-Ing. Kapp

Dipl.-Ing. Blecher

Versuchsschema

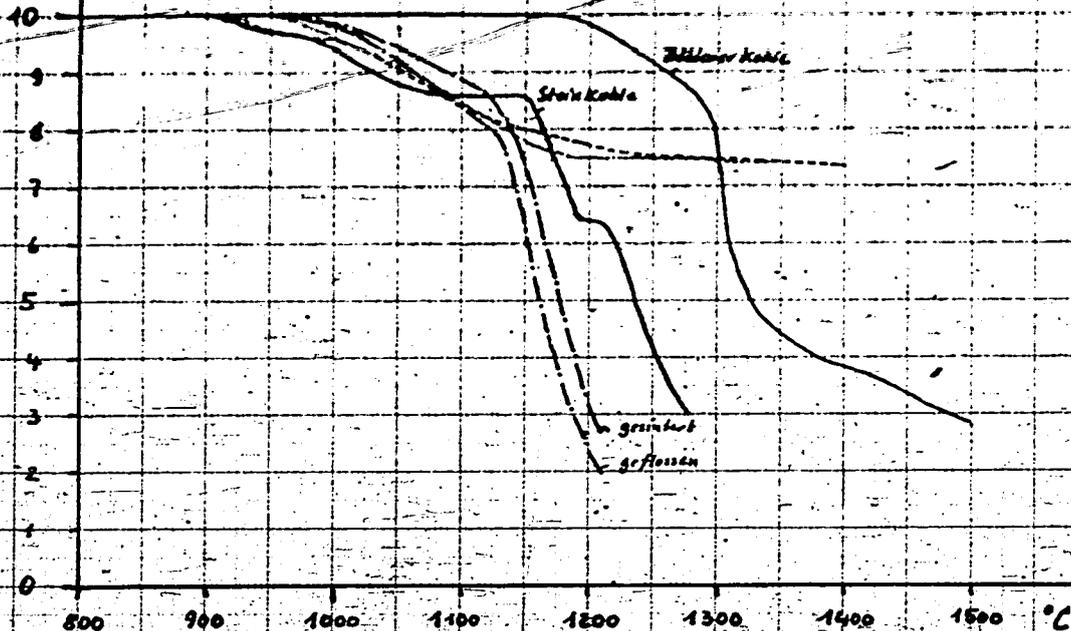
Steinkohle-Vergasung in Böhlen,

5. bis 12. 10. 1941.



20803

Anlage 1.



- Steinkohle : Alstaden-Nagerkohle, Mischung Feinkohle und Nuss 5
- - - Böhleer Kohle : Gemisch Knorpel und ArnB, etwa mittlerer Schmelzpunkte
- · · Hirschfelder Kohle, gekörnte Probe
- · - Hirschfelder Kohle, gepulverte Probe
- - - Während des Versuchs entstandene Schlacke aus Steinkohlen asche, gesinterte Teile, geflossene Teile

Auswertung der Vorversuche.

		Einstellung		
		4	5	6
Zeitdauer der Einstellung	h	16	29,75	19
Druck im Gaserzeuger	atm	19,1	19,4	19,6
Gasaustrittstemperatur	°C	562	550	559
Zahl der Kohlschleusen		9,1	12,6	13,3
Kohlenverbrauch	t/h	(0,930)	(0,692)	(1,143)
Reinkohlenmenge	t/h	(0,771)	(0,574)	(0,947)
Rohsauerstoffmenge	Nm ³ /h	399	274	422
Konzentration	%	95,7	96,1	92,9
Reinsauerstoffmenge	Nm ³ /h	381	263	392
Vorgasungsdampf	kg/h	3 356	2 754	3 795
Dampftemperatur	°C	490	500	489
Reinsauerstoff:Dampf		1:8,80	1:10,47	1:9,68
Rohgasmenge	Nm ³ /h	2 779	1 842	(3 188)
Rohgasanalyse (Mittelwert)				
CO ₂ + H ₂ S	%	31,30	32,77	31,38
CnHm	%	0,30	0,24	0,27
O ₂	%	0,23	0,23	0,20
CO	%	14,85	15,00	13,90
H ₂	%	41,57	41,80	42,63
CH ₄	%	10,45	10,85	10,43
N ₂	%	1,30	1,11	1,19
Reingasanalyse (berechnet)				
CO ₂ + H ₂ S	%	2,00	2,00	2,00
CnHm	%	0,43	0,35	0,38
O ₂	%	0,33	0,34	0,28
CO	%	21,20	19,00	19,88
H ₂	%	59,31	60,90	60,86
CH ₄	%	14,90	15,80	14,90
N ₂	%	1,83	1,61	1,70

20810a

- 2 -

		Einstellung		6
		4	5	
Rohgasheizwert Ho	koal/Nm ³	2 762	2 740	2 756
spez. Gewicht Rohgas	kg/Nm ³	0,936	0,946	0,928
Reingasheizwert Ho	koal/Nm ³	3 937	3 992	3 936
spez. Gewicht Reingas	kg/Nm ³	0,497	0,474	0,480
Dichte bez. auf Luft = 1		0,385	0,367	0,372
Reingasmenge	Nm ³ /h	1 945	1 262	2 230
Spez. O ₂ -Verbrauch:				
bez. auf Rohgas	Nm ³ /Nm ³	0,137	0,143	(0,123)
bez. auf Reingas	"	0,196	0,208	(0,176)
Spez. Dampfverbrauch:				
bez. auf Rohgas	kg/Nm ³	1,21	1,49	(1,19)
bez. auf Reingas	"	1,72	2,18	(1,70)
Reingasausbeute:				
bez. auf Rohkohle	Nm ³ /t	(2090)	(1825)	(1950)
bez. auf Reinkohle	"	(2520)	(2200)	(2350)

Anlage 4

Hauptversuch.

Kohlenanalyse

1) Siebanalyse

	>	10	mm	1,6	%
7	-	10	"	21,2	%
5	-	7	"	21,2	%
3	-	5	"	24,8	%
2	-	3	"	14,4	%
1	-	2	"	8,0	%
	<	1	"	8,8	%

2) Schüttgewicht: lose geschüttet 0,668 t/m³
 fest gerüttelt 0,938 "

3) Allgemeine Zusammensetzung:

Brennbares	82,90	%
Asche	13,10	%
Wasser	4,00	%

4) Schwelanalyse:

Koks	93,10	%
Teer	0,10	%
Schwelwasser	5,10	%
Gas + Verlust	1,70	%

Teer in Kohle mit 15% Wasser 0,10 %
Teer in Reinkohle 0,10 %

5) Verkokung:

Fixer Kohlenstoff	73,42	%
Fl. Bestandteile	9,48	%
Fixer Kohlenstoff in Reinkohle	88,56	%
Fl. Bestandteile in Reinkohle	11,44	%

6) Elementaranalyse:

Kohlenstoff	75,13	%
Wasserstoff	3,56	%
Schwefel	0,91	%
Sauerstoff + Stickstoff	3,30	%
Asche	13,10	%
Wasser	4,00	%

umgerechnet auf aschen- und wasserfreies Material (Reinkohle)

Kohlenstoff	90,63	%
Wasserstoff	4,29	%
Schwefel	1,10	%
Sauerstoff + Stickstoff	3,98	%
Asche	---	
Wasser	---	

7) Heizwerte:

Oberer Heizwert (Verbrennungswärme)	7022	kcal/kg
Unterer Heizwert	6807	"
Oberer Heizwert der Reinkohle	8470	"
Unterer Heizwert der Reinkohle	8240	"

Brennbares in der Asche: 6,51 %

Hauptversuch

Anlage 5

Gaserzeugerdruck	19,0	atm
Gesaustrittstemperatur	600	°C
Versuchsdauer	1 398	min
Kohle gewogen	38,46	t
Rohkohlenverbrauch	1,654	t/h
Reinkohlenverbrauch	1,371	"
Anzahl der Kohlenschleusen	23,5	
Schleusengewicht	1,635	t
Aschenmenge, errechnet	232	kg/h
(mit 6,5 % Brennbarem)		
Rohsauerstoffmenge	569	Nm ³ /h
Konzentration	93,9	%
Reinsauerstoffmenge:	534	Nm ³ /h
Dampfmenge	5 053	kg/h
Dampf Temperatur	480	°C
Reinsauerstoff : Dampf	1 : 9,50	Nm ³ : kg
Rohgasmenge	3 820	Nm ³ /h
Schleusengasmenge	48	"

Rohgasanalyse
(Mittelwert)

CO ₂	31,30	%
H ₂ S	0,27	%
CnHm	0,24	%
O ₂	0,25	%
CO	14,36	%
H ₂	42,89	%
CH ₄	9,65	%
N ₂	1,04	%

Rohgasheizwert

2 718 kcal/Nm³

Spez. Gewicht

0,930 kg/Nm³

C-Gehalt des Rohgases

0,299 kg/Nm³

Reingasanalyse

(berechnet unter Berücksichtigung der Löslichkeiten)

CO ₂	2,00	%
CnHm	0,24	%
O ₂	0,37	%
CO	20,52	%
H ₂	61,78	%
CH ₄	13,55	%
N ₂	1,54	%

Reingasheizwert

3 833 kcal/Nm³

spez. Gewicht

0,476 kg/Nm³

Dichte bez. auf Luft = 1

0,368

20813

- 2 -

Reingasmenge	2 575 Nm ³ /h
Spez. O ₂ -Verbrauch	
bez. auf Rohgas	0,140 Nm ³ /Nm ³
bez. auf Reingas	0,207 "
Spez. Dampfverbrauch	
bez. auf Rohgas	1,327 kg/Nm ³
bez. auf Reingas	1,965 "
Reingasausbeute	
bez. auf Rohkohle	1 560 Nm ³ /t
bez. auf Reinkohle	1 880 "
Mit 1 kg Kohle eingebrachte Wärme:	7 022 kcal = 100 %
Im Reingas ausgebracht:	5 980 kcal = 85,1 %
Kondensatmenge (Einzelmessung)	3,42 t/h
Speisewasser für Gaserzeugermantel	390 l/h

20814

Anlage 6O-Bildung

Eingebracht in Kohle:	1 243 kg/h =	100 %
Ausgebracht:		
in Rohgas	1 142 " =	91,9 %
in Schleusengas	14,3 " =	1,1 %
in Asche	13,7 " =	1,1 %
in Teer, Staub, Meßfehler	73,0 " =	5,9 %
		100,0 %

Sonderuntersuchungen im Rohgas.

Datum	Zeit	H ₂ S Vol. %	org. S g S/100 Nm ³	NH ₃ g/Nm ³
8.10.	10 ⁰⁰ h	0,286		
	14 ³⁰ h	0,257		
9.10.	9 ⁰⁰ h	0,252		
	8 - 14 h		6,6	2,96
	14 ²⁰ h	0,267		
11.10.	9 - 10h	0,241		
	10 - 15 h		8,1	3,08
12.10.	12 ⁰⁰	0,297		
	12 ¹⁵ -15 h			3,16
	8-11 h		12,1	