

Arbeitsgemeinschaft

Denzig - Ruhrgas - Bergbauverein e

Bericht über die Versuche an der Staubvergassungsanlage
im Jahre 1943

Anlage z. Schreiben

Denzig

v. *13.2.44* G.-Nr. T *839/44*

I. Abschluss der Versuche aus dem Jahre 1942

Untersuchung des Mauerwerks der Schlichte
Analyse der Schlacke

II. Umbau der Anlage

Verbesserung der Kohlenmühle
Schlackenabzug am Schacht I
Einbau von Probesteinen in Schacht I
Vorwärmung des Vergasungsmittels durch einen
Röhrenvorwärmer
Verbesserung der Meßapparatur, selbsttätige
Instrumente für die wichtigsten Messungen.

III. Versuchsdurchführung

Versuche mit Mischvorwärmung und indirekter
Vorwärmung.
Übergang von Kohle der Zeche "Wilhelmine -
Viktoria" zu Kohle der Zeche "Shamrock."
Verschlackung im Schacht I.

IV. Auswertung der Versuche

Vergleich zwischen Zuteilerleistung und ein-
gewogener Kohlenmenge,
Schlackenbilanz.
Untersuchung des Ausbrandes.

V. Kritik der Versuche.

Gasheizwert
Ausbrand
Schlackenangriff auf das Mauerwerk.

Untersuchung des Mauerwerks der Schächte.

Zum Abschluß der Versuche im Jahre 1942 mußte noch der Zustand der Schachtausmauerung untersucht werden. Zu diesem Zweck ließ man die Schächte erkalten, um sie anschließend zu befahren.

Bei dieser Untersuchung zeigte es sich, daß das Mauerwerk noch sehr gut erhalten war. Die Steine waren von einer schokoladenbraunen Schlackenglasur von etwa 10 mm Stärke überzogen. Diese Schlacke war 5 - 10 mm in den Stein hineindiffundiert; weitere Veränderungen waren an den Steinen nicht festzustellen. Die Mauerfugen zeichneten sich durch die Glasur deutlich ab, weil der Mörtel stärker angegriffen wurde als die Steine. Im unteren Teil des Schachtes war die Schlacke in Stalaktiten von den Wänden abgetropft. Außer einem Riß auf dem Umfang zwischen Meßstelle II und III waren keine wesentlichen Beschädigungen festzustellen. An dieser Stelle war die innerste Steinschicht deshalb gerissen, weil sie durch zu hohe Aufheizung zwischen zwei Versuchen geschrumpft war. Die oberen Nasensteine der inneren Schicht setzten auf der nicht geschrumpften zweiten Steinschicht auf, das Mauerwerk konnte nicht nachsacken und so entstand ein Riß von etwa 100 mm Breite.

Es wurde vermutet, daß die Schlacke im unteren Teil des Schachtes I aus abgelaufener Steinsubstanz bestehen könnte. Deshalb wurde ein Schlackenstück aus dem unterem Teil und ein Stein aus dem oberen Teil von Schacht I ausgebrochen und im Hauptlaboratorium der Didierwerke untersucht.

Die Untersuchung ergab folgendes:

Si O ₂	=	48,90 %
Al ₂ O ₃	=	33,76 %
Fe ₂ O ₃	=	11,36 %
Ca O	=	1,04 %
Mg O	=	0,58 %
P ₂ O ₅	=	0,11 %
SO ₃	=	Spuren
Mn ₃ O ₄	=	0,11 %
		<hr/>
		95,75 %

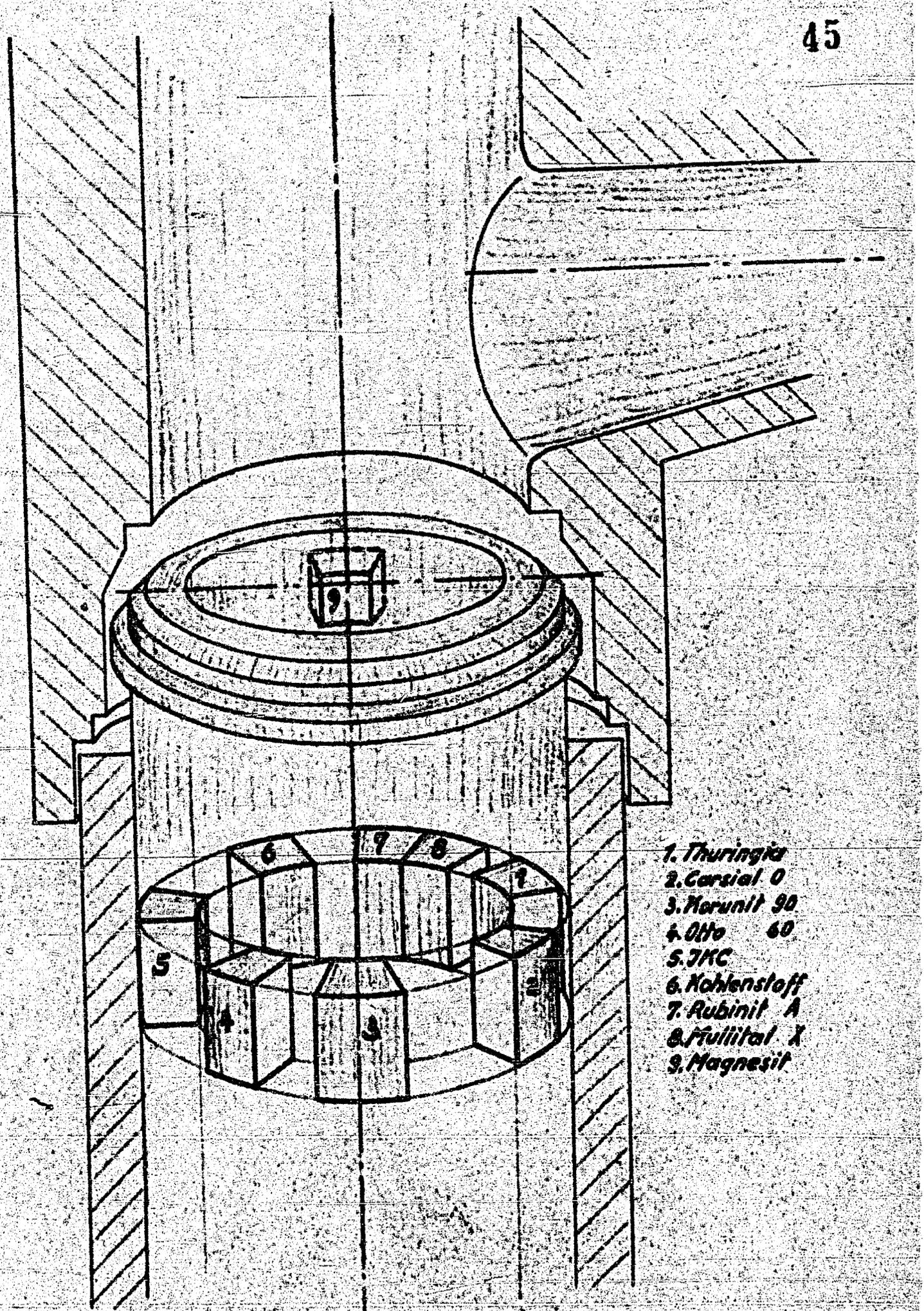
Die Probe setzt sich über 80 % aus $\text{Si O}_2 + \text{Al}_2 \text{O}_3$ zusammen und enthält außer sonstigen Verunreinigungen nur $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ in erheblichen Mengen. Es ist also an Hand der Analyse möglich, daß es sich um abgelaufene Steinsubstanz handelt. Allerdings gibt es auch Steinkohlenschlacke von ähnlicher Zusammensetzung. Da die Rundung des Schachtes aber sehr gut erhalten geblieben war und keine sonstigen Formänderungen festzustellen waren, so ist es wenig wahrscheinlich, daß es sich bei der Schlacke um geschmolzenes Mauerwerk handelt. Der ausgebrochene Stein hatte folgende Eigenschaften:

spezif. Gewicht	=	2,69 kg/dm ³
Raumgewicht	=	2,22 "
Porosität	=	17,5
Wasseraufnahme	=	6,7 Gewichts %
Wasseraufnahme	=	14,9 Vol %

Aus den festgestellten Eigenschaftszahlen geht die außerordentliche Verdichtung des Steines hervor. Normalerweise hat diese Qualität Porositätszahlen von 24 und eine Wasseraufnahme von fast dem doppelten Betrag wie jetzt festgestellt wurde. Es ist also eine außerordentlich weitgehende Sinterung während des Betriebes eingetreten, die mit einer starken Schwindung verbunden ist. Da sehr hohe Temperaturen geherrscht haben, so handelt es sich wahrscheinlich um eine thermische Veränderung des Steines.

Die Versuche sollten nun in zwei Richtungen weitergeführt werden:

1. Versuche den Heizwert des Gases zu steigern.
2. Versuche zur Klärung des Schlackenverhaltens.



1. Thuringia
2. Corsial 0
3. Merunit 90
4. Otto 60
5. JKC
6. Kohlenstoff
7. Rubinit A
8. Fullital X
9. Magnesit

Abb. 1

Einbau der Probesteine in Schacht I

II. Umbau der Anlage

Als größter Übelstand bei allen Versuchen hatte sich die geringe Leistung der Kohlenmühle erwiesen. Die Mühle saugte durch die Kohlenaufgabe kalte Luft an statt der Heißluft aus dem Heizofen. Es wurde eine Umföhrungsleitung von 300 ϕ direkt vom Ofen zum Mühlengehäuse gelegt. Damit waren die Schwierigkeiten behoben. Der Heizofen lieferte jetzt soviel Wärme, daß bei einer Mahlleistung von 800 kg/h eine Temperatur von 100 - 120 °C hinter der Mühle gehalten werden konnte. Vor der Mühle war bei diesen Verhältnissen die Temperatur etwa 600 °C, jedenfalls war der Kohlenstaub gut getrocknet und die Zuteiler arbeiteten einwandfrei gleichmäßig. Es wurde überhaupt der Kreislauf des Trockengases fallengelassen und die gesamte Trockengasmenge in's Freie abgeföhrt. Hierfür war das Filter natürlich zu klein und infolgedessen die Drücke in der Mühle zu hoch. Durch Ausbau der Filtersäcke wurde eine Notlösung geschaffen und die Staubverluste an Brudengebläse mußten eben in Kauf genommen werden.

Um Versuche über längere Dauer durchzuführen, war ein kontinuierlicher Schlackenabzug an Schacht I erforderlich. Um dies behelfsmäßig zu ermöglichen, wurde unter die Windleitung von Schacht I ein Tauchtopf eingebaut (siehe Skizze Nr. 2), aus dem die herabfallende Schlacke von Zeit zu Zeit herausgekratzt werden kann, ohne daß der Generatorgang unterbrochen werden mußte. Die Tauchung wurde auf 650 mm gehalten und zeigt gleichzeitig jede beginnende Verschlackung am Schacht an, da dann der Widerstand steigt und die Tauchung durchschlägt.

Dauerversuche sollten in erster Linie geföhrt werden, um den Schlackenangriff an der Ausmauerung zu studieren. Zu diesem Zweck waren in Höhe von Meßstelle III noch Probesteine verschiedener Qualitäten eingemauert (siehe Skizze Nr. 1)

- | | |
|------------------|--|
| 1. Thuringia | (hohtonerdhaltige Hartschamotte) |
| 2. Carsial 0 | (Silizium - Carbid) |
| 3. Koranit 90 | (hohtonerdhaltiger Korund) |
| 4. Otto 60 | (Schamottestein) |
| 5. IKC | (5 % Chromsäure) |
| 6. Kohlenstoff | (auf Kokebasis) |
| 7. Rubinit A | (Magnesit-Qualität) |
| 8. Mullital X | (hohtonerde - u. mullitalhaltige Qualität) |
| 9. Magnesitstein | |

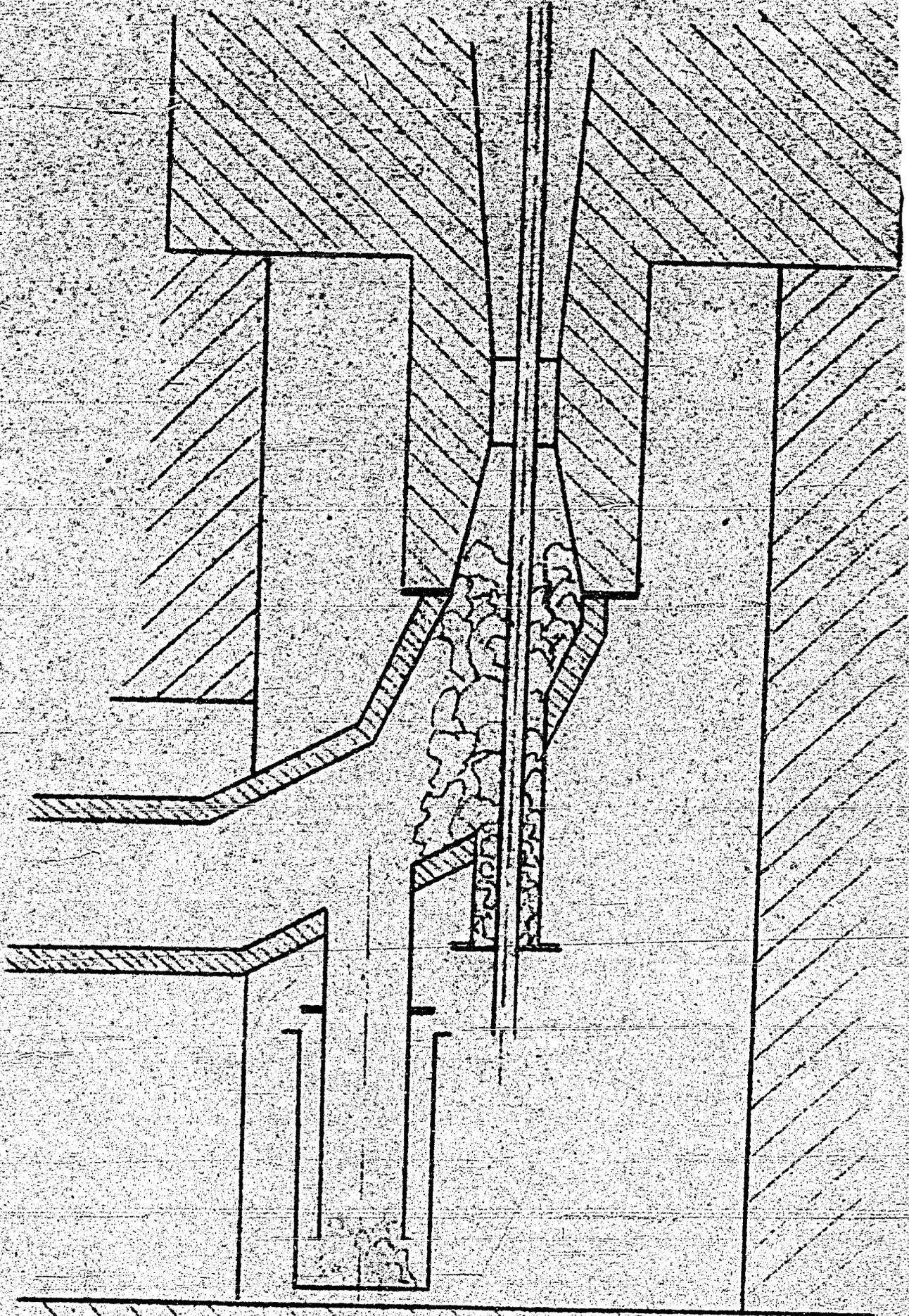


Abb. 2.

Anordnung des Tautropfens unter Schacht I und Verschlackung bei Versuch Nr. 36.

Auf einer Fläche von $0,25 \text{ m}^2$ war die Schlacke weggestemmt und eine Stampfmasse (Retortit) aufgetragen. Die Probefelder waren mit Normalformaten aus je 9 Steinen gemauert.

Die Meßapparatur wurde auf Grund der Versuchserfahrungen weiter verbessert. Der Differenzdruck an der Blende in der Hauptwindleitung wurde durch eine schreibende Ringwaage und der Druck vor der Blende durch einen Druckschreiber aufgezeichnet.

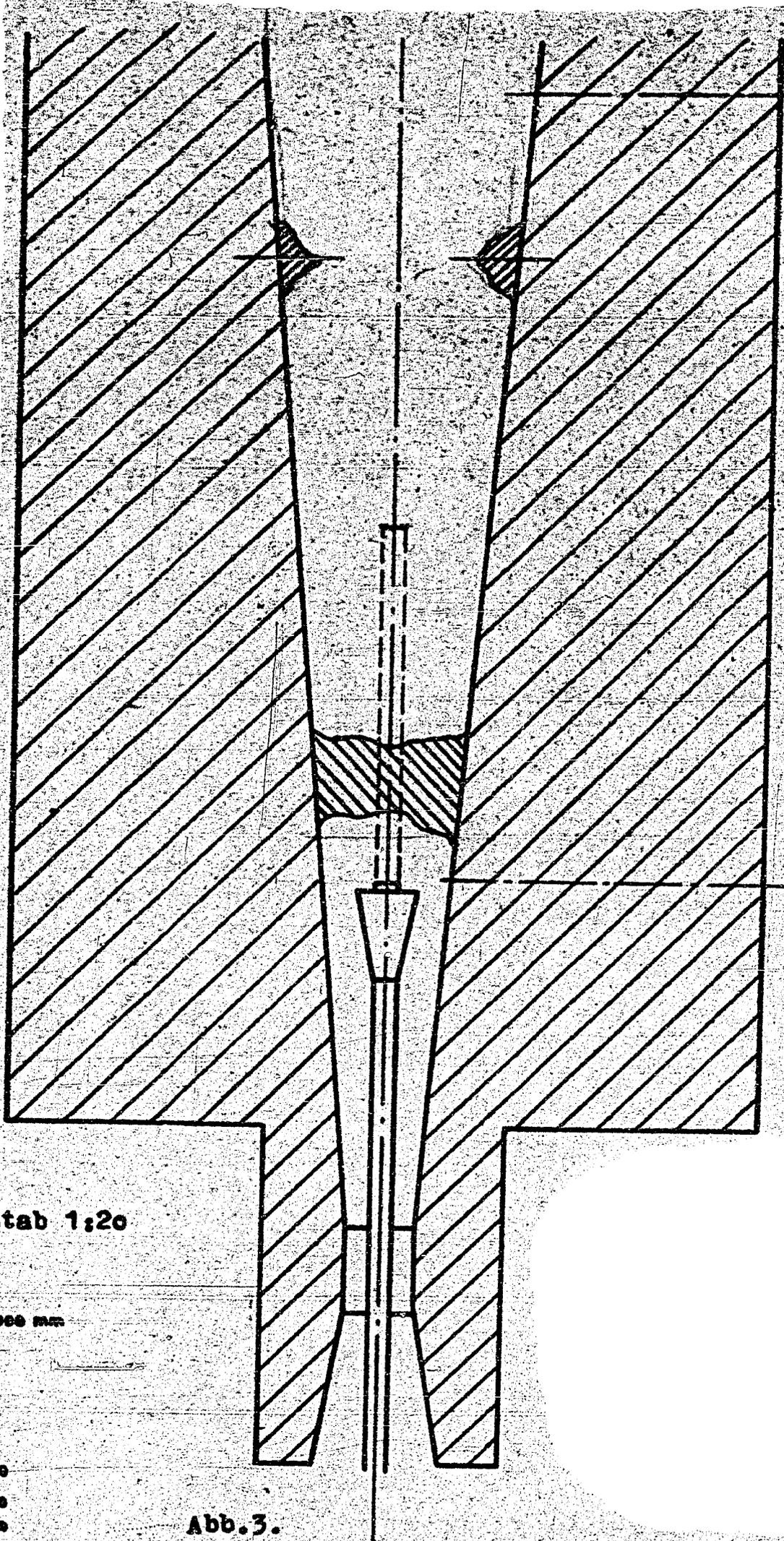
Da die Druckflußblende in der Gasfackel starker Verschmutzung ausgesetzt ist und daher ungenaue Messungen ergibt, wurde die Gasleitung abgeschaltet und an der Wascherfackel eine Ausflußblende angebracht, die auch während des Betriebes gereinigt werden konnte. Der Überdruck an dieser Blende wurde durch eine schreibende Ringwaage und die Temperatur vor der Blende durch ein schreibendes Gerät aufgezeichnet.

Um den CO_2 -Schreiber im Meßraum mit Gas zu versorgen, wurde auf der oberen Plattform ein kleines Kreiskolbengebläse aufgestellt, das über ein Holzwollefilter aus der Wascherfackel Gas saugte und in den Meßraum drückte.

Damit wurden die wichtigsten Messungen von selbsttätigen Instrumenten laufend aufgezeichnet.

III. Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden am 21.7.43 mit einem Vorversuch zur Einblasung des Kohlenstaubes von oben in Schacht I wieder aufgenommen. Mit etwa $250 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Einblaseluft konnten 280 kg/h Kohlenstaub ohne Schwierigkeiten von oben eingeblasen werden. Bei wenig Sekundärluft wurde der Staub weit in den Schacht I hineingeblasen. Die groben Körner konnten in ihrer Bewegung von oben noch unten im Schacht beobachtet werden. Als Kohle wurde wie im Vorjahre solche von Zeche "Wilhelmine - Victoria" verfeuert. Versuch-Nr. 31 gibt die Meßergebnisse, die beim Einblasen von Kohlenstaub mit Luft von oben in Schacht I erreicht wurden. Nach Beendigung des Versuches zeigte es sich, daß der Tauchtopf unter Schacht I voll Grobkorn war, das durch den Schacht hindurchgefallen war. Um eine gleichmäßigere Geschwindigkeitsverteilung über den Schachtquerschnitt zu bekommen, wurde der Schacht I durch einen Konus am Einblaserohr verengt.



Maßstab 1:20



Abb. 3.

Verschlackung beim Betrieb mit "Shamrock-Kohle" durch zu kurzes Einblaserohr.

Verlängerung des Einblaserohres nach Versuch 35.

Da die Kohle von Zeche "Wilhelmine-Viktoria" mit ihrem hohen Schlackenschmelzpunkt eine Ausnahmequalität war, wurde jetzt zu einer Kohle von Zeche "Shamrock" übergegangen, die als normale Ruhrkohle anzusprechen ist. Die neue Kohle wurde in den Mühlenbunker eingewogen, um eine Übersicht über die Mühlenverluste und die Zuteilerleistung zu bekommen.

Bei Vorversuchen wurde der Kompressor beschädigt, sodass als Einblaseluft für den Kohlenstaub, die über eine enge Leitung dem Werksnetz entnommen wurde, nur noch $165 \text{ Nm}^3/\text{h}$ zur Verfügung standen. Durch Vorversuche wurde festgestellt, dass auch diese verringerte Luftmenge zum Einblasen von 430 kg/h Kohlenstaub ausreichend war. Mit den nächsten Versuchen sollte an die Höchstleistung des Vorwärmers herangegangen werden und der Kohlendurchsatz gegenüber Versuch Nr. 35 noch gesteigert werden.

Es wurde zu einem Versuch angefahren, der Hauptwind auf 450°C vorgewärmt. Aber nach 8 h musste der Versuch abgebrochen werden, weil der Schacht I unten vollkommen verschlackt war. (siehe Skizze Nr. 3) Die Untersuchung ergab, dass die Schlacke vom oberen Kranz abgetropft war, aber infolge der hohen Vorwärmung und durch den niedrigeren Schlackenschmelzpunkt der "Shamrock-Kohle", war sie gegenüber früheren Versuchen im engsten Schachtquerschnitt noch zähflüssig und hat den Schacht unmittelbar über dem Einblaserohr zugesetzt. Die verminderte Einblaseluftmenge hat diesen Vorgang wahrscheinlich begünstigt.

Abhilfe war nur zu erwarten, wenn der Schlackenkranz, von dem die flüssige Schlacke abtropft, zu grösseren Schachtquerschnitten, also möglichst aus dem Konus heraus zu liegen kam. Zu diesem Zweck wurde das Einblaserohr um 1,2 m verlängert. (siehe Skizze Nr. 3)

Der Versuch Nr. 36 wurde dann über 14 h ausgedehnt. Der Schlackenunfall in den Schächten I und II war so stark, dass während des Versuches die Spülvorrichtung unter Schacht II gereinigt werden musste; während sich unter Schacht I die Windleitung an der Tauchung langsam zusetzte und dementsprechend die Hauptwindmenge langsam zurückging. Der Versuch musste schliesslich abgebrochen werden, weil die Leitung verstopft war. (siehe Skizze Nr. 2) Die angefallene Schlacke und der Schlamm wurden zur Aufstellung einer Bilanz gewogen.

Bei den nun folgenden Versuchen Nr. 32 und 33 sollte durch den Mischvorwärmer das Vergasungsmittel vorgewärmt werden und dann durch Sauerstoffzufuhr eine Konzentration von 21 % O_2 wieder erreicht werden. Die Durchführung dieser Versuche erwies sich als sehr schwierig, es konnte nämlich eine bestimmte O_2 -Konzentration im Vergasungsmittel auf die Dauer nicht gehalten werden, da der Vordruck des Sauerstoffes sehr niedrig und schwankend war. Durch die Verbrennungserzeugnisse des Vorwärmers wurden die Versuchsbedingungen im Vergleich zu Luft als Vergasungsmittel ohne dies verändert, so entschloß man sich, den Mischvorwärmer außer Betrieb zu nehmen und den indirekten Vorwärmer beschleunigt fertigzustellen. Als Heizfläche für diesen Vorwärmer wurden geschweißte Gasrohre normaler Qualität verwendet. Die Ausmauerung bestand in der Brennkammer aus Schamottesteinen mit einer Pyrodurschicht und im übrigen Teil aus Sterchamolmauerwerk mit einer Auskleidung von reinem Schamotte. Zwischen Brennkammer und Röhrenbündel ist eine Schamotte - Feuerbrücke zum Schutz der Rohre gegen die Flammen eingebaut.

Aus den früheren Versuchen ging klar hervor, daß auf unbedingte Beharrung in den Temperaturen der größte Wert zu legen ist. Jede Temperaturabnahme während der Messung täuscht ein zu gutes Gas infolge Wärmeentnahme aus dem Mauerwerk vor. Der Generator ist in dieser Hinsicht sehr empfindlich. Deshalb wurden jetzt nur Versuche gefahren, die sich einschließlich Aufheizen über 2 Tage erstreckten und nur solche Analysen gewertet, bei denen über längere Zeit gute Temperaturkonstanz vorhanden war. Von Versuch Nr. 31 an wurden alle Analysen an der Wascherfackel gezogen.

Mit den Versuchen Nr. 34 und 35 wurde der Röhrenvorwärmer erstmalig in Betrieb genommen. Erst wurde 17 h ohne Vorwärmung gefahren, dabei eine Reihe von Gasproben gezogen, dann die Sekundärluft auf 320 °C vorgewärmt wobei wieder Gasproben gezogen wurden, um die Heizwertverbesserung unmittelbar festzustellen. Es wurde sehr gute Beharrung in den Temperaturen beim Betrieb ohne und mit Vorwärmung erreicht. Die Thermoelemente waren so aufgebaut, daß sie unmittelbar mit dem Mauerwerk abschnitten. Nur an Meßstelle VI ragte das Element 450 mm in den Schacht II hinein. Nach 25 h mußte der Versuch infolge Schadens an den Staubzuteilern abgebrochen werden.

Inzwischen war der Förderluftkompressor wieder repariert worden und am 23. XI. wurde zu einem neuen Dauerversuch angefahren. Es standen jetzt wieder 250 Nm³/h an Förderluft für den Kohlenstaub zu Verfügung. Die Schlackenabfuhr über den Tauchtopf war einwandfrei und der Versuch wurde auf 34 h ausgedehnt. Nach 21 h wurde der Luftvorwärmer abgeschaltet, um den Einfluss der Vorwärmung auf den Gasheizwert festzustellen. Es wurden 6,5 h ohne Vorwärmung gefahren und nach 21,5 h Betriebsdauer wurde der Vorwärmer wieder eingeschaltet. Während des ganzen Versuches wurden 15 Gasproben an der Wascherfackel gezogen und zwar zu Beginn des Versuches jede Stunde und als später Beharrungszustand erreicht wurde, alle 3 Stunden. Die letzte Probe wurde als Dauerprobe über 2 h gezogen. Der angefallene Schlamm in den Klärbecken und die Schlacke am Tauchtopf wurden gewogen. Vom Schlamm wurde die mittlere Feuchtigkeit und der Aschengehalt bestimmt.

IV. Auswertung der Versuche.

Die Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte nach den gleichen Richtlinien, wie sie im Bericht von 1942 unter Abschnitt D erläutert sind. In den Tabellen Nr. 1 bis 5 sind die wichtigsten Meßergebnisse zusammengestellt.

Zum Wirkungsgrad der Vergasung ist noch ergänzend zu bemerken, dass er unter Berücksichtigung der zur Beheizung des Vorwärmers erforderliche Wärmemenge berechnet wurde.

$$\text{Wirkungsgrad der Vergasung} = \frac{Q_{\text{gas}}}{Q_{\text{kohle}} + Q_{\text{heizgas}}}$$

Q_{gas} (kcal/h)

Um eine Kontrolle über die Leistung der Staubzuteiler zu bekommen, wurden die 45 t Kohle von Zeche "Shamrock" in den Mühlenbunker eingewogen. Durch Stichproben wurde die grobe Feuchtigkeit der Rohkohle auf 9 % im Mittel bestimmt.

Es wurden in den Mühlenbunker eingewogen	=	44 500 kg
Gewichtsverlust durch Trocknen bei 9 % Feuchtigkeit	=	4 000 kg
Trockene Feinkohle	=	40 500 kg

Verfeuerte Kohlenstaubmenge errechnet aus Zuteilerleistung und Versuchsdauer	=	35 500 kg
Rest in den Bunkern nach Versuch	=	1 000 kg
	zusammen =	36 500 kg
	Fehlbetrag =	4 300 kg
	=	10,5 %

Das Restglied von 4300 kg enthält den Mahlverlust, die Streuung der Zutriller und alle sonstigen Messfehler. Da bei der Mahlanlage die Filtertüche ausgebaut waren, wie bereits erwähnt wurde, ist der Mahlverlust beträchtlich und dürfte über 5 % liegen. Jedenfalls sieht man aus dieser Bilanz, dass die Eichung der Staubsuteller doch zuverlässiger ist, als man ursprünglich angenommen hatte.

Es wurde ferner versucht über den gesamten Betrieb mit "Shanrock-Kohle" eine Gesamtbilanz aufzustellen, die folgende Ergebnisse brachte: *Identifizierung*

Eingewogene Rohkohlenmenge	=	44 800 kg
Gewichtsverlust durch Trocknen bei 9% Wassergehalt	=	4 000 kg

trockene Feinkohle	=	40 800 kg
Ashengehalt der getrockneten Feinkohle 5,901 %		
eingebrautes Aschengewicht	=	2 414 kg
ausgebracht wurden :		
an fester Schlacke am Tauchtopf	=	950 kg
an Trockensubstanz aus dem Klärbecken		
10 220 kg davon :		
3 300 kg mit 10,64 % Asche	=	352 kg
6 920 kg mit 4,84 % Asche	=	335 kg

zusammen	=	1 637 kg
Fehlbetrag	=	777 kg
		= 32,2 %

Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich nicht erfassbare Schlackemengen an den Schachtwänden anlagern. Ausserdem umfasst die Bilanz wieder die hohen Mahlverluste.

Auf Grund der Zuteilermessungen kann man folgende Zwischenbilanz aufstellen:

Bei Vorversuchen und Versuch Nr. 36 wurden 13310 kg. an Brennstaub verfeuert.

Eingebrachtes Aschengewicht bei Brennstaub mit 2 % Feuchtigkeit	13310 · 0,058 =	= 800 kg
ausgebracht wurden:		
an fester Schlacke am Tauchtopf		= 495 kg
aus dem Klärbecken an Trockensubstanz 3300 kg mit 10,64 % Asche		= 352 kg
		<hr/>
		847 kg

Diese Bilanz gibt einen Mehrbetrag von 6 %, außer der Streuung der Zuteiler besteht die Möglichkeit, daß sich durch Temperatursteigerungen im Schacht I größere Schlackemengen von früheren Versuchen her gelöst haben und daher die aus dem Tauchtopf ausgebrachte Menge zu groß ist.

Untersuchung des Ausbrandes

eingewogene Rohkohlenmenge		44 800 kg
Gewichtsverlust durch Trocknen bei 9 % Wassergehalt		<hr/> 4 000 kg
Trockene Feinkohle		40 800 kg
Kohlenstoffgehalt der getrockneten Feinkohle 83,6 %		
eingebrachter Kohlenstoff		34 100 kg
ausgebrachter Kohlenstoff im Schlammbecken		
3300 · 0,8936		= 2 948 kg
6920 · 0,9516		= 6 585 kg
		<hr/>
		9 533 kg

nimmt man den Mühlenverlust mit 6 % an, dann sind im Schlammbecken etwa 30 % des eingebrachten Kohlenstoffes.

IV. Kritik der Versuche.

Zu Gasheizwert: In Allgemeinen konnte mit Kohle "Wilhelmina-Victoria" und "Gharrock-Kohle" ohne Vorwärmung ein Gas mit $H_0 = 700 \text{ kcal/m}^3$ erzeugt werden. Durch die Vorwärmung wurde eine wesentliche Erhöhung des Gasheizwertes erreicht. Die Steigerung des Gasheizwertes um 100 kcal/m^3 entspricht etwa der durch die Vorwärmung des Vergasungsmittels zugeführten Wärme.

Beispiel: Versuch Nr 40

Vergasungsmittel	=	1575 m^3/h
erzeugte Gasmenge	=	1935 "
Temperaturerhöhung	=	325 $^{\circ}\text{C}$
mittl. spez. Wärme	=	0,317 kcal/m^3

Durch den Vorwärmer eingebrachte Wärmemenge

$$Q_v = 88 \text{ kcal/m}^3 \text{ Gas}$$

Heizwert ohne Vorwärmung	$H_0 =$	692 kcal/m^3
Heizwert mit Vorwärmung	$H_0 =$	813 "
Heizwertverbesserung	=	121 kcal/m^3

Die Heizwertverbesserung ist um ein geringes höher als der durch den Vorwärmer eingebrachten Wärme entspricht. Diese Abweichung liegt in einer Größenordnung, die sich aus der Schwierigkeit, einen Beharrungszustand im Generator aufrecht zu erhalten ergibt. Die anderen in der Tabelle Nr. 2 ausgewerteten Versuche bestätigen, daß die Heizwertverbesserung in der obenerwähnten Größenordnung liegt.

Zu Ausbrand und Wirkungsgrad.

Die Analysen des in dem Schlammbecken abgeschiedenen Rohstaubes ergaben einen auffallend niedrigen Aschengehalt, der zum Teil unter dem Aschengehalt der eingesetzten Kohle lag, weil der Großteil der Schlacke in sehr reinem Zustand im Schacht I flüssig anfällt und außerdem eine starke Rußbildung im weiteren Verlauf des Vergasungsweges festzustellen war. Für die Entstehung des Rußes gibt es folgende Möglichkeiten: zunächst entsteht Crackruß durch

Kohlenstoffbilanz des Versuches Nr. 40

eingebraucht wurden 430 kg/h Brennstaub mit	
2 % Wasser 430 · 0,02	= 8,6 kg C/h
zugebraucht wurden 1935 m ³ /h Gas mit	
23 % (CO ₂ + CO) 1935 · 0,536 · 0,23	= 236 kg C/h
	<hr/>
bleibt als Rest	= 119 kg C/h
	= 33,5 %

Rechnet man 30 % als Unverbranntes in Schlamm, dann bleiben noch 3,35 % Ringstaubverlust.

Spaltung des Teeres, ferner kann sich Russ durch die rückläufige Bondouard'sche Reaktion bilden, wofür auch die im Vorjahre festgestellte Halbwertverschlechterung im Schacht II spricht. Durch mikroskopische Untersuchung und Bestimmung des Graphitierungsgrades konnte diese Frage nicht eindeutig gelöst werden.

Aus diesem niedrigen Aschengehalt errechnet man einen Verlust durch unvergastem Kohlenstoff in der Größenordnung von 30 % des eingebrachten Kohlenstoffes. Durch Trockenabscheidung und Rückführung des Staubes ließe sich dieser Ausbrandverlust verkleinern.

Zu Schlackenangriff.

Nach Abschluß der Versuche ließ man die Schächte erhalten, um sie anschließend zu befahren.

Die Probeausmauerung nach Skizze Nr. 1 ergab folgenden Befund: Die Kohlestoffsteine waren restlos verbrannt. Die IKO-Steine von Dr. Otto und Rubinit A waren herausgebrochen, da sie nur in dünner Schicht (1/2 Stein) eingemauert waren, da für diese beiden Qualitäten zu wenig Probesteine zur Verfügung standen.

Starken Schlackenangriff zeigten die Magnesitsteine (Nr. 9). Unterhalb dieser Steine waren Schlackenrinnen von etwa 3 cm Tiefe in das Grundmaterial des Schachtes (Schanotte "Maxial") eingefressen. Ähnliche Rinnen verliefen auch unterhalb Rubinit A (7), die offenbar vor dem Absturz der Probesteine entstanden waren. Die Magnesitsteine waren zersprungen und ließen sich leicht stückweise aus der Mauer lösen, da Magnesit nicht temperaturwechselbeständig ist.

Den geringsten Angriff zeigte Korunit 90 (3), der selbst an den Kanten und an der Oberfläche keinerlei Veränderung zeigte.

Die Schanottesteine Thuringia (1) und Otto 60 (4) waren gut erhalten, ebenso Mullital X (8).

Carsial O (2) widersteht dem Schlackenangriff sehr gut, doch ist dieser Stein nur in reduzierender Atmosphäre verwendbar, da er bei Temperaturen über 1300° und oxydierender Atmosphäre zu Kieselsäure verbrennt, was am obersten Stein in Spuren bemerkbar war. Schacht II zeigte eine gleichmäßige Schlackenglasur ohne Beschädigungen des Mauerwerks.

W. L. Müller

Tabella Nr. 1

Kohlenart Herkunft		Trockenansatz		
		Steinkohle Wilh.-Viet.	Steinkohle Shanrock 1/2	Steinkohle Shanrock 1/2
Wasser	%	0	0	2
Asche	"	10,41	5,92	5,80
fl. Bestandteile	"	29,82	21,1	20,7
Ges. Schwefel	"	1,01	1,02	1,01
verbr. Schwefel	"	0,87	-	-
Wasserstoff	"	4,62	4,42	4,35
Kohlenstoff	"	76,87	83,6	82,0
Sauerstoff u. Stickstoff	"	7,25	-	-
ob. Heizwert	"	7559	8155	8005
unt. Heizwert	"	7310	7915	7758

Die Heizwerte für die Shanrock-Kohle wurden nach der Verbandsformel errechnet:

$$H_0 = 81 C + 345 H + 25 S - 30,56 O$$

$$H_u = 81 C + 291 H + 25 S - 30,56 O - 6 W$$

Tabelle Nr. 2 Zusammenstellung der Versuche mit guter Beharrung.

Versuch Nr.		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Datum		4.8.43	11.8.43	11.8.43	28-29.9	28-29.9.	2-3.11.	23-24.11.	23-24.11.	23-24.11.	23-24.11.
Versuchsart		Staub von oben	Mischvorwärmung	--	Vorwärmung	Vorwärmung	Vorwärmung	--	Vorwärmung	--	Vorwärmung
Versuchsdauer	h	2	1,5	1,5	Dauerversuch 24 h	14	Dauerversuch über 34 h				
Kohlenstaubmenge	kg/h	360	410	410	360	360	430	430	430	430	430
oberer Heizwert der Kohle	kcal/kg	7440	7440	7440	7440	7440	8005	8005	8005	8005	8005
unterer Heizwert der Kohle	kcal/kg	7150	7150	7150	7150	7150	7758	7758	7758	7758	7758
Vergasungsmittel		Luft	Luft + O ₂	Luft + O ₂	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft
Temperatur	°C	30	410	410	30	273	415	410	355	45	370
Menge	Nm ³ /h	1220		538	1680	1460	1641	1405	1405	1550	1575
Sauerstoffgehalt	%	21	ca. 17	29,8	21	21	21	21	21	21	21
Dampfmenge	kg/h	220	800	800	200	280	330	280	280	280	290
Heizgasmenge am Vorwärmer	Nm ³ /h	0	32,4	32,4	--	52	82,2	--	61	0	72,5
Schachttemperaturen											
Meßstelle I	°C	460	940	940	1310	1310	640	1000	1000	450	740
Meßstelle II	°C	--	--	--	1330	1280	1400	1320	1400	1370	1350
Meßstelle III	°C	1380	1080	1100	1160	1150	1230	1260	1360	1290	1280
Meßstelle IV	°C	920	880	880	1040	1080	1150	1170	1220	1210	1200
Meßstelle V	°C										
Meßstelle VI	°C	740	--	--	950	1010	--	1000	1040	1080	1070
Meßstelle 2	°C	ca. 30	410	410	ca. 30	330	450	460	400	45	410
Gasanalyse											
CO ₂	Vol. %	8,3	12,65	13,2	9,3	10,1	10,2	8,9	9,6	10,3	8,9
O ₂	"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	"	14,3	10,7	17,0	13,4	14,4	12,3	13,9	13,9	11,9	14,1
H ₂	"	8,4	24,25	22,8	9,9	14,3	13,0	13,5	13,0	10,9	12,7
N ₂	"	69,0	52,4	42,0	67,4	61,2	64,5	63,7	63,5	66,9	64,3
erzeugte Gasmenge	Nm ³ /h	1400	--	--	1970	1890	2010	1740	1750	1830	1935
Gasausbeute	Nm ³ /kg	3,89	--	--	5,48	5,25	4,67	4,04	4,07	4,26	4,50
Gasheizwert											
H _o	Kcal/Nm ³	690	1063	1208	707	870	767	831	817	692	813
H _u	Kcal/Nm ³	647	945	1100	660	802	704	766	723	639	753
Wirkungsgrad (Kaltgas)		0,36	--	--	0,519	0,55	0,395	--	--	0,368	0,411
Wärmezufuhr durch den Vorwärmer	kcal/Nm ³					59	100	101	83		88

Als Temperatur für das Vergasungsmittel ist die Mischungstemperatur zwischen der vorgewärmten Sekundärluft und der kalten Einblaseluft für den Kohlenstaub angegeben.

Tabelle Nr. 4

Versuch Nr. 36

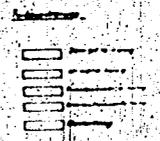
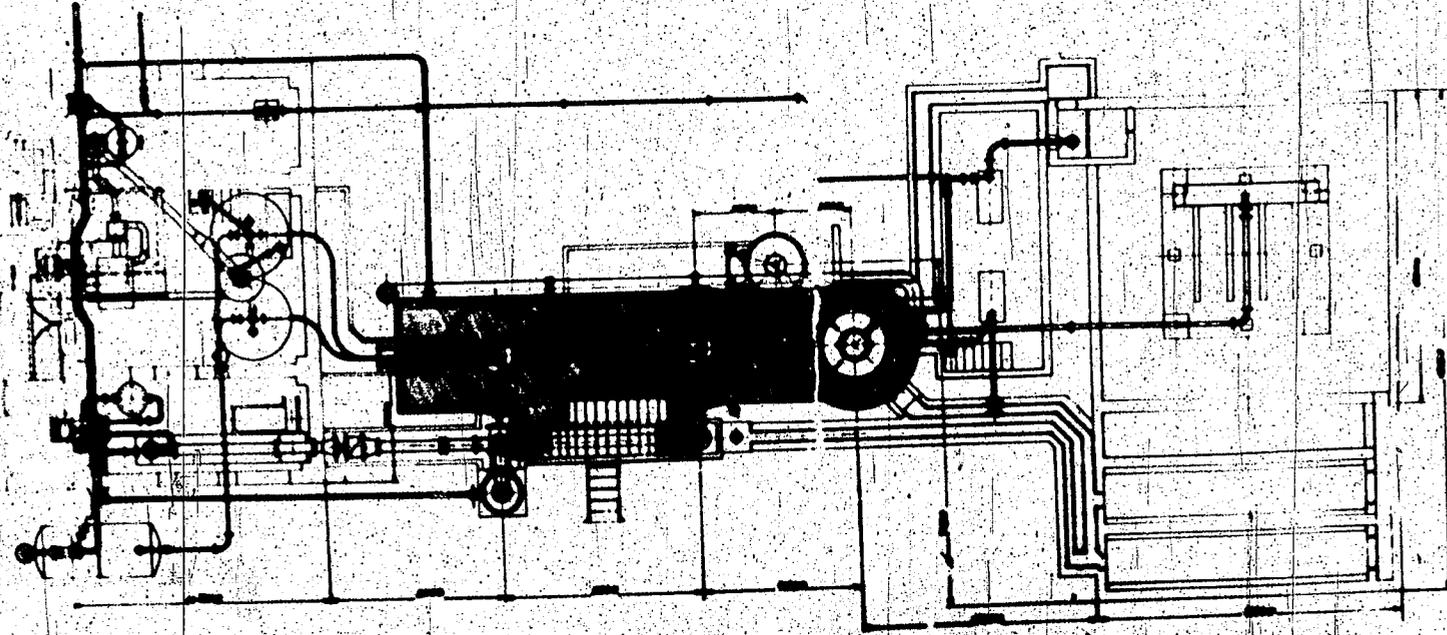
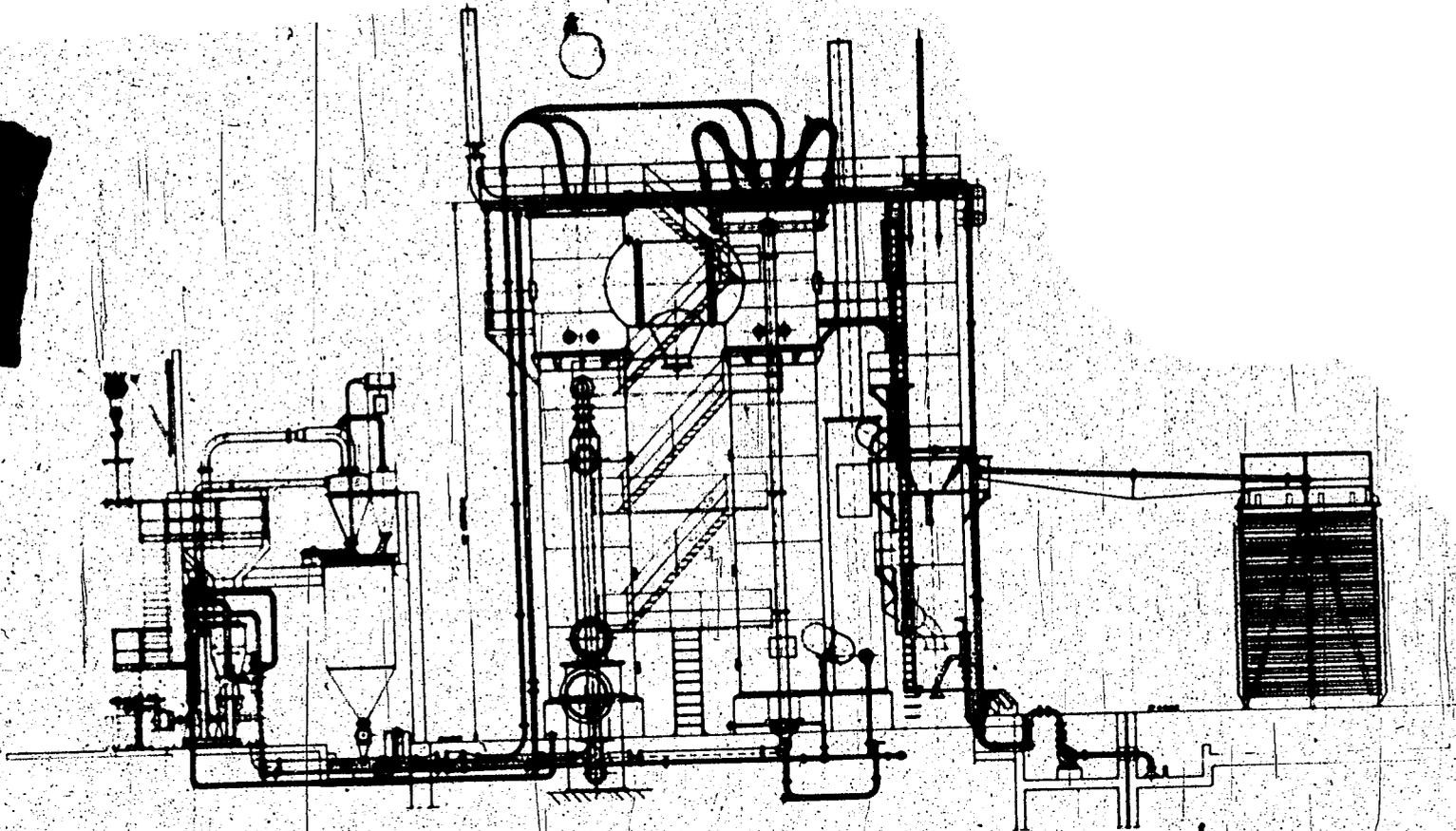
Zeit	Volumenanteile in %					Heizwert (kcal/m ³)		Dampf kg/h	Vorwärmung °C	Schichttemperaturen °C				
	CO ₂	O ₂	CO	H ₂	N ₂	H ₂ O	H ₂			I	II	III	IV	VI
15 ¹⁴	10,2	0	11,7	9,1	69,0	630	588	220	440	1000	1380	1380	1190	--
16 ¹⁰	11,5	0	11,2	22,2	65,1	710	652	420	450	1050	1400	1330	1180	--
19 ¹⁵	10,5	0	11,9	11,9	65,7	721	666	310	400	660	1400	1250	1160	--
20 ⁰⁰	10,4	0	12,2	12,2	65,2	740	683	310	440	650	1400	1240	1150	--
20 ²⁵	10,2	0	12,3	13,0	64,5	767	707	330	460	640	1400	1230	1150	--
22 ²⁵	9,3	0	12,0	13,4	65,3	771	708	300	460	630	1400	1250	1160	--
0 ²⁵	7,5	0	19,6	32,6	40,3	1587	1432	300	500	700	1400	1150	1080	--
					Tabelle Nr. 3		Versuch Nr. 34 + 35							
20 ⁴⁰	10,1	0	11,7	9,0	69,2	628	586	200	20	1180	1310	1150	1040	930
23 ⁵⁰	9,3	0	13,4	9,9	67,4	707	659	200	20	1310	1310	1160	1050	950
2 ⁵⁵	12,3	0	10,2	9,0	68,5	583	549	300	20	950	1400	1240	1120	1010
5 ⁵⁵	9,2	0	14,2	14,8	61,8	879	809	100	20	1210	1190	1100	1040	980
7 ⁵⁰	10,4	0	13,1	19,9	56,6	1000	907	100	260	1050	1070	1040	980	940
10 ¹⁵	10,5	0	13,5	13,4	62,6	814	752	290	280	1270	1340	1180	1080	1010
12 ¹⁵	10,7	0	14,4	14,3	61,2	870	802	290	330	1320	1270	1150	1070	1010

Tabelle Nr. 5

Versuch Nr. 37 - 40

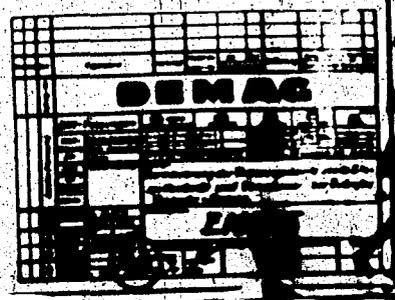
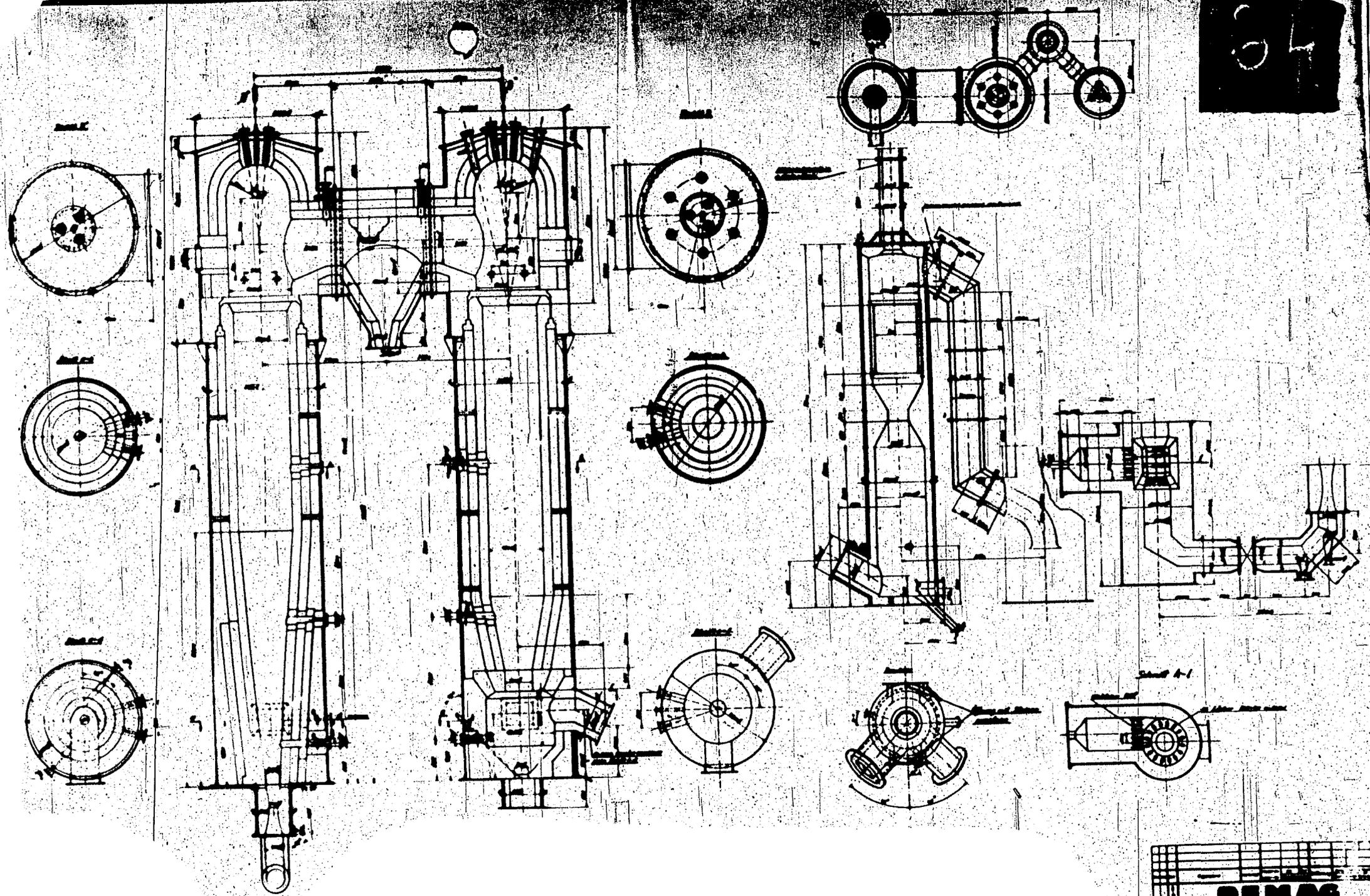
Zeit	Volumenanteile in %					Heizwert, (kcal/m ³)		Dampf kg/h	Vorwärmung °C	Schachttemperaturen °C				
	CO ₂	O ₂	SO	H ₂	N ₂	H ₀	H _u			I	II	III	IV	VI
19 25	11,7	0	9,1	7,3	71,9	498	463	280	480	1100	1400	1340	1210	1000
20 30	9,3	0	14,2	12,9	63,6	822	761	280	440	880	1350	1290	1180	1000
21 40	9,2	0	12,7	11,1	67,1	721	669	280	460	1080	1380	1250	1100	1000
23 00	8,3	0	14,2	13,2	64,1	832	769	280	460	1020	1340	1290	1130	990
23 45	8,9	0	13,9	13,5	63,7	831	767	280	450	1000	1320	1260	1170	990
1 00	9,2	0	13,6	12,3	64,7	786	728	280	430	1070	1360	1310	1190	1000
2 10	9,4	0	13,2	12,0	65,5	762	705	280	420	1050	1370	1310	1190	1010
3 10	9,9	0	13,9	10,4	65,4	719	670	280	410	930	1370	1320	1200	1030
4 45	9,6	0	13,9	13,0	63,5	817	755	280	400	1000	1400	1350	1220	1040
6 45	9,3	0	14,3	13,0	63,6	828	767	280	390	880	1390	1320	1210	1050
10 45	10,0	0	13,2	11,2	65,7	737	684	280	380	800	1400	1370	1250	1070
13 45	9,9	0	12,0	9,9	68,0	664	618	280	80	700	1400	1320	1230	1070
16 30	10,3	0	11,9	10,5	66,9	692	640	280	30	450	1370	1300	1210	1070
19 30	9,7	0	13,2	12,8	64,5	783	723	290	380	640	1350	1370	1200	1070
21 10	8,9	0	14,1	12,9	64,3	813	753	290	410	740	1350	1280	1200	1070

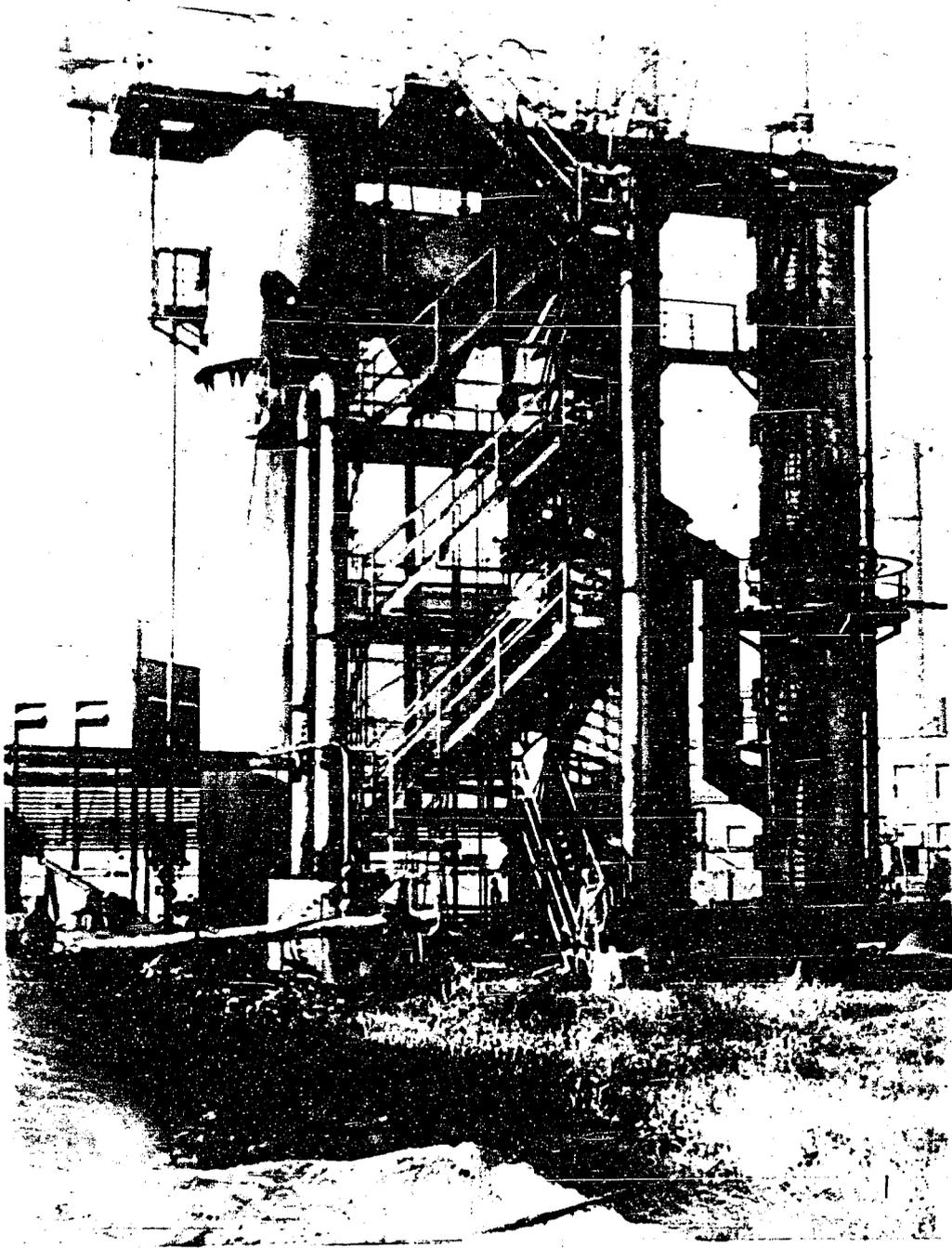
In der Tabelle Nr. 2 sind aus den Versuchen in Tabelle Nr. 3 - 5 diejenigen Versuche mit guter Beharrung zusammengestellt.



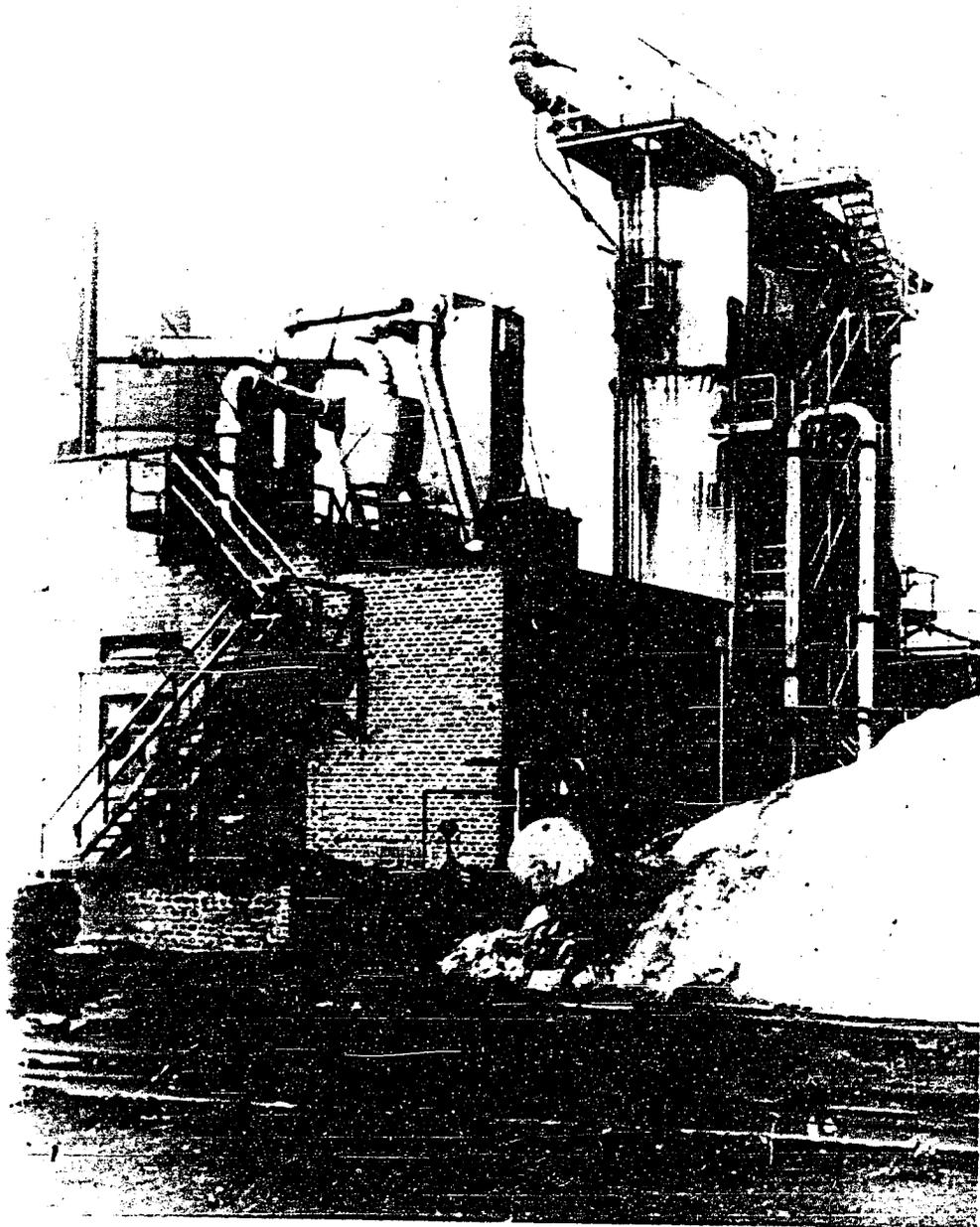
DEMAG
Engineering &
Construction
1952

64

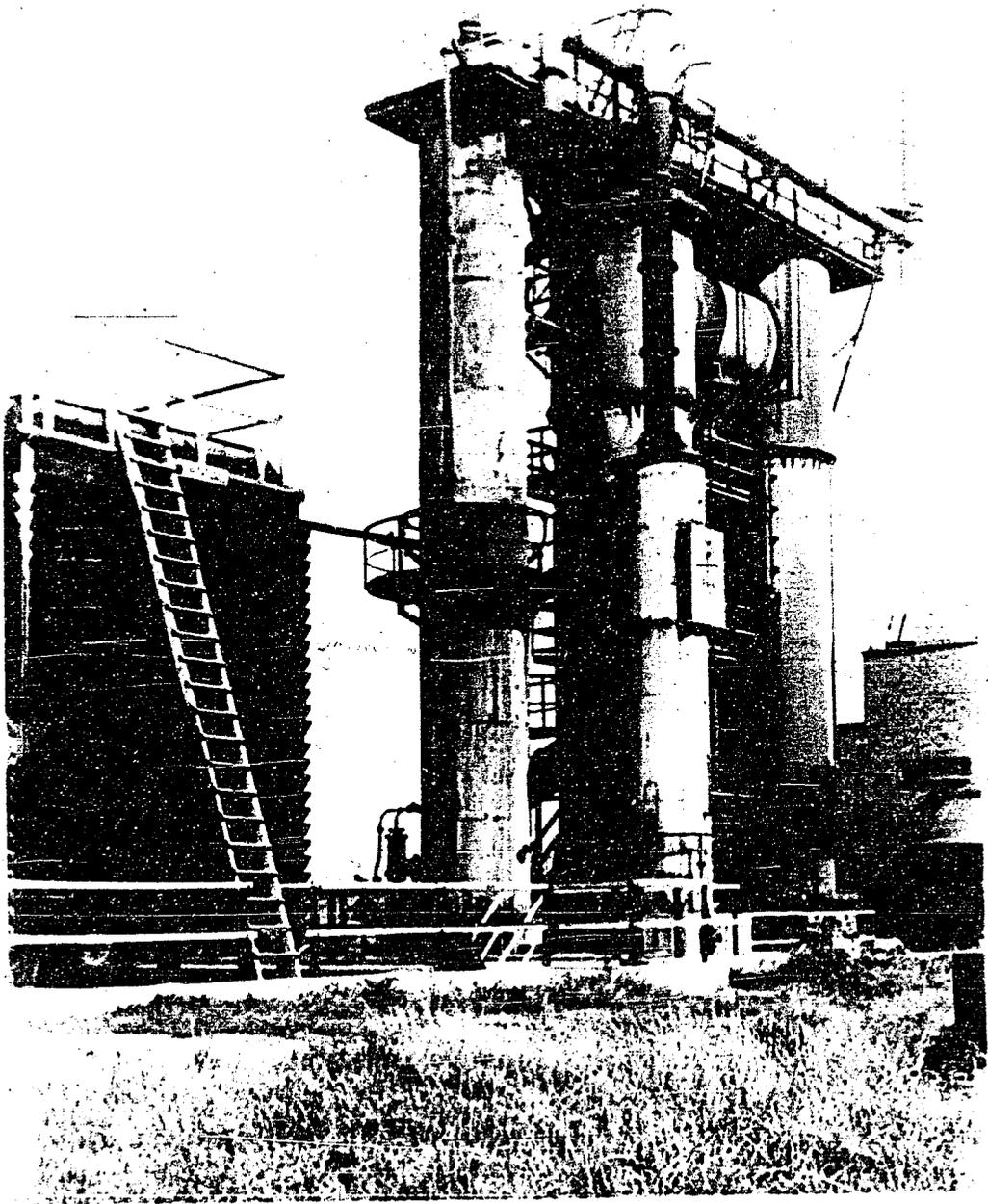




*Anlage mit Vergasungsschächten
und Wascher vor Einbau
des Röhrenluftvorwärmers.*



Ansicht der Kohlenmühle.



*Ansicht des Einspritzschachtes
Waschers und Kühlturmes.*

Zum Versuchsbericht Staubvergasung 1943.

Die wichtigsten Ergebnisse der diesjährigen Versuche sind:

1. Durch Vorwärmung auf ca. 400 Grad steigt der Schwachgasheizwert auf 800 - 850 kcal/Nm³.
2. Der Ausbrand beträgt etwa 70 % des eingesetzten Kohlenstoffes bei einem Durchgang.
3. Der Reststaub ist aschenarm.

Zu 1:

Um auf einen brauchbaren Heizwert von etwa 950 - 1000 kcal zu kommen, wird eine Schwelstufe unerlässlich sein. Da wegen des schlechten Ausbrandes eine Staubrückführung vorgesehen werden muß, bringt die Schwelstufe keinen zusätzlichen apparativen Aufwand mit sich. Das Teerproblem, das dabei neu auftritt, ist im speziellen Fall der Kokereien leicht lösbar, indem man den aschereichen Teer der Kokskohle zusetzt, so daß der Teer in den Vorlagen der Kokerei staubfrei anfällt.

Folgende Zahlen geben einen Überblick über die Auswirkung einer derartigen Anordnung: Bei Unterfeuerungsgas von 950 kcal braucht man für 1 t Kokskohle etwa 685 Nm³ Unterfeuerungsgas. Wird zur Erzeugung dieses Unterfeuerungsgases etwa Kohle von $H_u = 7\ 300$ verwendet, so braucht man bei einem Vergasungswirkungsgrad von 70 % etwa 126 kg Kohle im Staubvergaser für 1 t Kokskohle. Bei der Vergasung dieser Kohlenmenge im Schwebevergaser mit Schwelstufe fallen etwa 10 kg Teer, vermischt mit 10 - 12 kg Staub an. Das Teerausbringen der Kokerei ändert sich also wie folgt: Wurden ohne Zusatz von Schwelteer z.B. 35 kg Teer ausgebracht, so steigt das Teerausbringen nach dem Zusatz des aschereichen Staubes zur Kokskohle auf etwa 43 kg Teer/t Einsatzkohle, das ist also eine Steigerung des Teerausbringens bis etwa 15 %.

Zu 2:

Der Reststaub muß in einer geeigneten Abscheidevorrichtung (Staubsack) abgeschieden und zurückgeführt werden. Um die dabei auftretenden Verhältnisse überblicken zu können, muß vordringlich ein Feuerungs- oder Vergasungsversuch mit dem Reststaub allein (Inhalt des Schlammbeckens) durchgeführt werden.

Zu 3:

Der Reststaub war bei den diesjährigen Untersuchungen aschenärmer als die eingesetzte Kohle, wahrscheinlich infolge der erheblichen Rußbildung. Der Versuch mit Schwelkoks wird über die Art der Rußbildung näheren Aufschluß geben. Ebenso ist es notwendig, den Einfluß der Länge des Reaktionsweges zu untersuchen durch Unterbrechung des Reaktionsweges durch Einführen von Dampf oder Wasser an geeigneten Stellen bis zur Abkühlung des Gases unter 1000°. Ferner ist bei den Versuchen mit einem einzigen Schacht und Staubzuführung von oben nachzuprüfen, ob sich der Aschengehalt des Reststaubes dabei nicht erheblich erhöht.

Daraus ergibt sich in Übereinstimmung mit den bisherigen Besprechungen folgendes Versuchsprogramm für die kommende Versuchsperiode:

1. Versuch mit Schwelkoks: Vorwärmertemperatur treppenartig steigern und wieder senken, dabei jeweilig eine Dauerprobe des erzeugten Gases entnehmen, das ganze zunächst ohne Dampfzugabe, dann mit Dampfzusatz. Dabei Beobachtung der Rußbildung.

2. Die gleichen Untersuchungen mit veränderlicher Vorwärmung mit Wilhelmine Viktoria-Kohle wiederholen.
3. Durchführung eines Feuerungs- und womöglich Vergasungsversuches mit dem Inhalt der Schlammbecken allein zum Studium der Brenneigenschaften des Reststaubes.
4. Nach Beginn des geplanten Umbaues von Schacht I Schacht II abmauern und mit Schacht II allein weiterfahren. Bei Staubeinblasung von oben ist der Schlackenfall zu beobachten und neben den anderen Untersuchungen ist der Aschengehalt des Reststaubes zu untersuchen.

Essen, den 28.I.1944
Ni/Sch.

gez. N i s t l e r