

(2) / H. F. 0588
Lena-Vers., Am 2. Februar 1979, Dr. 20/80

Untersuchung der unter verschiedenen Hydrierbedingungen an der
Kammer 2 gewonnenen F.T.M.- Abstreiferproben.

Geläufiglich einer Wiederinbetriebnahme der Kammer 2 für Teer - Hydrierungsversuche unter erhöhten Temperaturbedingungen wurden beim Hochfahren mehrere Zwischenproben von Abstreifer genommen und diese nach dem für Zeits in Endtauben gedachten Verarbeitungsschema untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist vor allem zur Beurteilung der Frage über die Abhängigkeit der Ausbeute und Qualität von Paraffin und Schmieröl von den Hydrierbedingungen wichtig.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den anhängenden Tabellen 1 - 4 zusammengestellt und geben einen interessanten Einblick in die Zusammenhänge zwischen Festhydrierung bei verschiedenen Temperaturen, Produktertrag und - Qualität.

In der Tabelle 1 ist die prozentuale Aufteilung der einzelnen Proben zusammengestellt. Die Ausbeute an Bensin steigt sehr schnell an, die an Mittelöl nur langsam, während die Ausbeute an Paraffin allmählich sinkt und die an Schmieröl mit 6 Englergraden schon bei der Probe 2 soweit gefallen ist, dass dessen Gewinnung sich kaum lohnt. Andererseits ist dafür die Möglichkeit zur Herstellung leichter und mittelschwerer Spindelöle gestiegen.

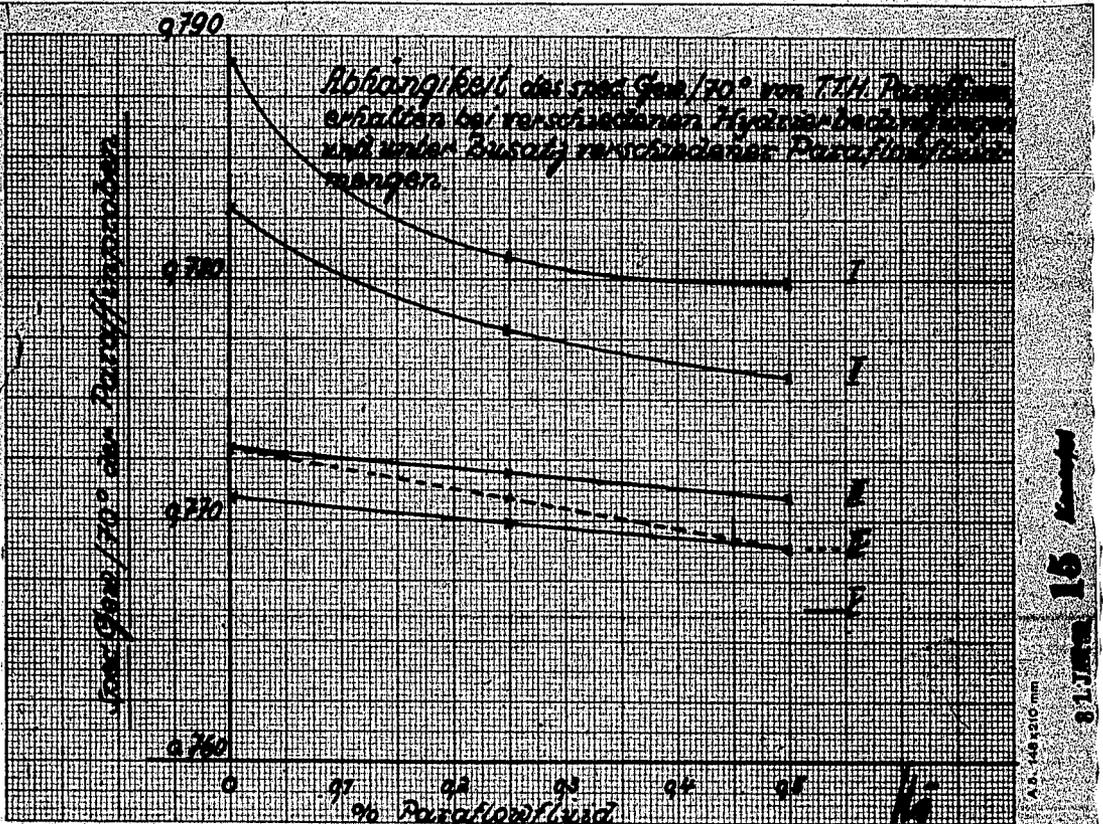
Zur Charakterisierung der einzelnen Proben sind die höchsten Temperaturen von Ofen 1 und 2 in die Tabelle aufgenommen, da der Wasserstoffverbrauch, der die Versuchsunterschiede wirklich wiedergeben würde, bei so kurzfristigen Fahrversuchen nicht genau genug erfasst werden konnte.

In der Tabelle 2 sind die Untersuchungsergebnisse der einzelnen Zwischenprodukte aufgeführt. Bei jeder Probe erkennt man den natürlichen Gang:

Abnahme des spezifischen Gewichtes, Stockpunktes, Paraffin- und Phenolgehaltes. Der Klopffwert des Bensins von 0 - 200° ändert sich, Probe 5 ausgenommen, nur sehr unwesentlich. Die Qualität des Schmieröles wird hinsichtlich des V.J. bedeutend verbessert.

In der Tabelle 3 sind die Analysenwerte der aus den einzelnen Proben unter Zusatz verschiedener Mengen Paraffinfluid gewinnbaren Paraffine wiedergegeben. Die Paraffine sind nach dem für Zeits gedachten Entparaffinierungsengang durch zweimalige Frogebehandlung erhalten

worben, wobei der T.T.H.-Rückstand in der ersten Stufe mit 3 Vol. Propan gelöst und 1 Vol. nachgewaschen wurde. Das Rohparaffin der ersten Stufe wurde in der zweiten mit 6 Vol. Propan aufgeschwemmt und mit 2 Vol. nachgewaschen. Aus der Tabelle ersieht man auch die Erhöhung der Filtergeschwindigkeit, einmal durch das Leichterwerden der Produkte, zum anderen durch vermehrte Zugabe von Parafflowfluid. Die Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes der T.T.H.-Paraffine bei 70° von den Hydrierbedingungen und der Zugabe von Parafflowfluid ist hier graphisch wiedergegeben, da das spezifische Gewicht bei 70° bis jetzt das wichtigste Kriterium ist für die Brauchbarkeit eines Paraffins zur Fettsäureherstellung.



Schon bei der Probe 2 hat sich die Paraffinqualität wesentlich gebessert, was nicht nur auf die Hydrierbedingungen zurückzuführen ist, sondern auch damit zusammenhängt, dass weniger Paraffin mit mehr Propan behan-

delt wird. Eine deutliche Verbesserung ist dann nochmals beim Paraffin der Probe III zu beobachten. Die Paraffine der Proben IV und V haben keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem der Probe III ergeben.

In der Tabelle 4 sind schließlich die Untersuchungswerte der aus den einzelnen T.T.H.- Proben gewinnbaren Dieselöle zusammengestellt worden. Dabei ist die Prüfung der Mischung 1 (Dieselöl 1 und 2) unterblieben, da diese Ähnliche Resultate liefert wie die Mischung 2. Im übrigen wird bei allen hier untersuchten Dieselölen die erwartete Gesetzmäßigkeit beobachtet durch Erhöhung der Hydrieremperaturen: Fallen der spezifischen Gewichte, Viscositäten, Stockpunkte, Steigen der Cetansahlen und Anilinpunkte.

Zusammenfassung :-

Es wurden mehrere unter verschiedenen Hydrierbedingungen gewonnene Proben von der T.T.H.- Kammer 2 qualitativ und quantitativ untersucht. Danach kann man durch richtige Wahl der Hydrierbedingungen die Qualität der Dieselöle und des Paraffins wesentlich verbessern. Die Schmierölausbeute geht durch eine verschärfte Hydrierung praktisch auf Null zurück, dafür fallen aber mehr leichte und mittelschwere Spindelöle an, was vielleicht gar nicht unerwünscht ist, mit Rücksicht auf die Tatsache, dass die leichteren Maschinenöle immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Jedenfalls läßt sich das T.T.H.- Verfahren durch geringe Änderung in den Hydrierbedingungen leicht den jeweiligen Marktverhältnissen anpassen.

Anlagen !

Höhm

- Dr. Schunck,
- Dr. Becker,
- Dr. Klockmann,
- Dipl. Ing. Karl,
- Dr. Ottens,
- Dr. Höhm,
- Akten Hydr.ZB., Me 870,
- 3 Reserve.

05889

T a b e l l e 1.

Prozentuale Aufteilung des T, S, H.- Abstreifers.

Probe Nr.	I	II	III	IV	V
Tag } der Probe- Zeit } nahme -	17.12. 1938.	19.12. 1938.	20.12. 1938.	21.12. 1938.	23.12. 1938.
	9 ⁰⁰	9 ⁰⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	15 ³⁰
höchste Temperaturen in MV:					
Ofen 1	17,2	17,7	18,6	18,6	19,8
Ofen 2	18,7	19,4	20,3	20,3	21,1
% Benzin - 200°	15,4	26,5	31,4	36,2	44,4
% Dieselöl I 200 - 300°	25,6	24,6	29,0	29,9	32,7
% Paraffin d. Propan- Entpar.gef.	21,2	16,3	12,7	10,1	6,0
% Dieselöl II	11,9	1,3	24,3	25,8	16,9
% Spindelöl	7,3	24,8			
% Schmieröl (6 Englergrad/50°)	18,6	6,5	2,6	-	-

05890

Tabelle 2.Untersuchung der einzelnen Zwischenprodukte.

Probe Nr.	I	II	III	IV	V
1) Gesamtabtreifer:					
spez.Gew./50°	0,832	0,812	0,802	0,782	0,767
Stockpunkt °C	+ 31,5	+ 28,5	+ 25,5	+ 16	+ 4
% Paraffin	19,6	18	14,5	10,5	6,5
2) Benzol (0-200°):					
spez.Gew./20°	0,800	0,775	0,765	0,755	0,750
% Phenol	5,0	2,2	1,1	0,4	0,2
Kloywert (u)	54,5	55	54	53	47,5
3) Dieselöl I(200-300°):					
spez.Gew./20°	0,850	0,840	0,825	0,820	0,812
% Phenol	2,5	1,0	0,5	0,2	0,1
Stockpunkt °C	- 22	- 29	- 26	- 29	- 28
4) T.F.H.-Rückstand (über 300°):					
spez.Gew./70°	0,829	0,816	0,799	0,793	0,789
Schmelzpunkt °C	+ 40	+ 38,5	+ 37	+ 35	+ 31
% Paraffin	39,3	38,6	37,2	32,1	26,9
5) Entparaffiniertes Rohöl:					
Stockpunkt °C	- 9	- 9	- 10	- 8	- 10
spez.Gew./20°	-	-	-	0,839	0,831
Viscosität in Eng- lergrad/20°	-	-	-	2,5	2,1
6) Dieselöl II und Spin- delöl:					
Visc.in Engl.°/20°	1,75	2,14	2,1	-	-
Stockpunkt °C	- 9	- 10	- 11	-	-
spez.Gew./20°	0,873	0,867	0,846	-	-
7) Rohschmieröl:					
Visc.i.Engl.°/50°	6,35	6,5	5,0	-	-
Stockpunkt °C	- 9	- 15	- 9	-	-
spez.Gew./20°	0,912	0,898	0,874	-	-
V.I.	42,6	72	157	-	-

05891

Tabelle J.

Untersuchung der bei verschiedenen Paraffinfluidqualitäten aus dem
T.F.N.- Mäktstand durch zweistufige Freybehandlung gewonnenen

Paraffine.

Probe Nr.	I	II	III	IV	V
<u>0 % Paraffinfluid:</u>					
Stufe 1, Filtergeschwindigkeit $\text{kg/m}^2/\text{h}$	24	37	50	75	81
Paraffin Schmelzpkt. °C	+ 50,5	+ 50	+ 51	+ 51	+ 48,5
Paraffingehalt %	80,0	82,0	89,0	90,0	89,5
spez. Gew./70°	0,789	0,785	0,773	0,773	0,771
<u>0,25 % Paraffinfluid:</u>					
Stufe 1, Filtergeschwindigkeit $\text{kg/m}^2/\text{h}$	42	55	65	78	100
Paraffin Schmelzpkt. °C	+ 52	+ 52	+ 51,5	+ 50,5	+ 49
Paraffingehalt %	89,5	92	93	93,5	96
spez. Gew./70°	0,781	0,778	0,772	0,771	0,770
<u>0,5 % Paraffinfluid:</u>					
Stufe 1, Filtergeschwindigkeit $\text{kg/m}^2/\text{h}$	70	87	85	78	260
Paraffin Schmelzpkt. °C	+ 52	+ 52,5	+ 50,5	+ 50	+ 49
Paraffingehalt %	91,2	94,8	93,5	94	95
spez. Gew./70°	0,780	0,776	0,771	0,769	0,769

05892

Tabelle 4.

Untersuchung verschiedener Diesellole.

erhalten aus Probe Nr.	I	II	III	IV	V
Mischung 2 (Diesellole I, II und Spindelöl).					
spez. Gew./20°	0,860	0,855	0,841	-	-
Visc. i. Englergrad/20°	1,37	1,44	1,40	-	-
Stockpunkt °C	- 19	- 18	- 20,5	-	-
Filtrierfähigkeit °C	- 13	- 17	- 15	-	-
Flammpunkt (P M) °C	+ 78	+ 78	+ 84	-	-
Cetenzahl (C F R)	65	65	69	-	-
Anilinpunkt °C	+ 57	+ 64	+ 70	-	-
Mischung 3 (Diesellole I, II, Spindel- und Schmieröl).					
spez. Gew./20°	0,877	0,858	0,843	0,832	0,818
Visc. in Englergrad/20°	1,87	1,63	1,50	1,43	1,36
Stockpunkt °C	- 15	- 17,5	- 17,5	- 20	- 23
Filtrierfähigkeit °C	- 15	- 17	- 17	- 20	- 21
Flammpunkt (P M) °C	+ 76	+ 73	+ 83	+ 74	+ 78
Cetenzahl (C F R)	53	67,5	61,5	70	72
Anilinpunkt °C	+60	+67	+73	+76	+79

Blatt 2**b) Mit ungepumptem Kontakt.**

Die Ofen sind wie bei der Sumpffase leer eingebaut. Der Kontakt wird mit dem Frischteer zusammen in die Kammer gefahren.

Hinter der Hochdruckapparatur erhält man eine Suspension von Kontakt in Produkt. Durch Zentrifugieren oder Filtrieren muß man das Öl für die weitere Aufarbeitung feststofffrei machen. Der als Schleuderrückstand anfallende Kontakt wird in Frischteer suspendiert und im Kreis gefahren.

c) Fahrschema der beiden Fahrweisen.

Weitere Einzelheiten, auf die noch im folgenden eingegangen wird, sind in die Fahrשמata aufgenommen.

Für die Fahrweise mit ungepumptem Kontakt wurde angenommen, daß zur Erzielung einer möglichst hohen Kontaktkonzentration im Ofen so gefahren wird, daß die Abscheiderentschlammung mit 30 % Feststoff anfällt. Das Mengenverhältnis von Entschlammungsöl und Abstreifer wurde nach Analysen von Ofenproben am Großversuch geschätzt.

III. Vergleich der beiden Verfahren.

Die Hauptfragen, die bei der Erörterung der Vor- und Nachteile der beiden Verfahren angeschnitten werden müssen, ergeben sich unmittelbar aus der Beweglichkeit des Kontakts (III a-c), die anderen hängen mittelbar davon ab.

- III a. Betriebszeit der Kammer u. Lebensdauer des Kontakts.
- b. Unterschiede in der Hochdruckapparatur.
- c. Unterschiede in der Niederdruckapparatur.
- d. Verwendungsfähige Kontakte.
- e. Unterschiede der katalytischen Wirkung.

III a. Betriebszeiten der Kammern und Lebensdauer des Kontakts bei den beiden Fahrweisen.

Die beiden Fragen sind eng miteinander verbunden und sollen deshalb zusammen erörtert werden.

Bei dem festangeordneten Kontakt wird die Betriebszeit der Kammer begrenzt durch das Auftreten grober Verschmutzung in den Öfen (Druckdifferenz) und durch die Lebensdauer des Kontaktes, denn dieser ist während des Betriebes nicht auswechselbar.

Die Gefahr grober Verschmutzung ist gegeben durch vom Einspritzprodukt mitgeführte Feststoffe und Salze (Eisenphenolate). Die anorganischen Stoffe sammeln sich naturgemäß im Ofen. Sie können schließlich die engen Wege zwischen den Pillen verstopfen und Druckdifferenzen verursachen. Doch darf diese Gefahr nicht überschätzt werden, denn es ist anzunehmen, daß die anorganischen Anteile aus den Öfen herausgetragen werden, sobald eine gewisse Anreicherung eingetreten ist. Der T.T.H.-Großversuch in der Kammer 2 läuft jetzt schon 110 Tage, ohne daß eine merkliche Zunahme der

Druckdifferenz eingetreten ist.

Die Lebensdauer des festangeordneten Kontakts ist abhängig von dem Abklingen der chemischen Aktivität, der Bildung von Schmutzüberzügen auf der Oberfläche und vom Pillenzerfall.

Das Abklingen der chemischen Aktivität ist bei dem 5058 gering und kann sicher über längere Zeiten durch Hochfahren mit der Temperatur ausgeglichen werden (die Qualität der Produkte wird davon nicht betroffen, wie der Großversuch zeigt). Plötzliche Vernichtung der Kontaktwirkung durch eine Betriebsstörung (Hochgehen der Kammer) würde natürlich bei dem fest-eingebauten Kontakt Abstellung der Kammer nach sich ziehen, doch ist die T.T.H.-Kammer so zu fahren, daß mit solchen Fällen kaum zu rechnen ist. Die Verschmutzung der Oberfläche kann durch gutes Überwachen der feststoffkonzentration des Teers zurückgehalten werden. Außerdem würde an Pillen aus dem Ausbau des I.T.T.H.-Versuchs, die einen Belag hatten, im Kleinversuch kein abnormaler Abfall der Aktivität festgestellt. - Der Kontaktzerfall ist bei 5058 Pillen nach dem Ausbaubefund vom I.Großversuch sehr stark.

Wie schon gesagt, zeigt die Kammer mit dem festangeordneten 5058 eine gewisse Aktivitätsabnahme. Die Druckdifferenz ist nicht merklich gestiegen, trotz der durch Betriebsstörungen erzwungenen robusten Behandlung (die Kammer wurde 7 mal heiß von 300 auf 200 Atm entspannt und wieder hoch gefahren.) Dem festangeordneten Kontakt ist demnach eine große Wiederstandsfähigkeit zuzusprechen.

Bei der Fahrweise mit umgepumptem Kontakt wird die Betriebszeit der Kammer nicht mehr durch die Lebensdauer des Kontakts bedingt. Der Kontakt kann laufend ausgewechselt werden und notfalls sogar vollkommen ersetzt werden ohne Betriebsunterbrechung.

Die Gefahr, daß sich die Feststoffe aus dem Einspritzprodukt im Ofen absetzen und zur Ausbildung von Druckdifferenzen Anlaß geben, ist bei dem freien Querschnitt des Ofens gering. Es ist dagegen noch fraglich, ob die für das T.T.H.-Verfahren in Frage kommenden, spezifisch schweren Kontakte in dem verhältnismäßig dünnflüssigen Ofeninhalt in Schweben bleiben.

Blatt 5

Die reine Lebensdauer der chemischen Wirksamkeit des Kontakts betreffend, muß man zunächst annehmen, daß diese für beide Fahrweisen gleich ist, da hier in beiden Fällen gleiche Bedingungen einwirken. Bei dem Fahren mit ungepumptem Kontakt ist laufend eine von diesem Abklingen abhängige Menge Frischkontakt nachzufahren, um die Kammer auf konstanter Leistungsfähigkeit zu halten. Außerdem muß der bei dieser Fahrweise unvermeidliche Verlust bei der Rückgewinnung des Kontakts aus der Entschlammung wieder ergänzt werden.

Bei dem Vergleich der beiden Fahrweisen allein bezüglich dieser beiden Punkte sind folgende Gleichungen gegenüberzustellen:

fester Kontakt:

$$\frac{\text{Kosten f. Ein- u. Ausbau d. Kammer} + \text{Kosten Kontakt neu} - \text{Erlös ausgebauter K.}}{t \text{ Teer Durchsatz während Betriebsperiode}}$$

umgepumpter Kontakt:

$$\frac{\text{Kosten f. Ein- u. Ausbau d. Kammer} + \text{Kosten K. neu} - \text{Erlös verbr. K.} + \text{Kontaktverlust}}{t \text{ Teer Durchsatz während Betriebsperiode}}$$

Mit dem Anteil in der zweiten Formel, der als „chemischer“ Verbrauch bezeichnet ist, ist der Anteil gemeint, der wegen der Abnahme der katalytischen Wirksamkeit ausgewechselt werden muß. Unter der oben angeführten plausiblen Annahme, daß dieser Anteil bei beiden Verfahren für gleichen Durchsatz identisch wird, vereinfachen sich die Formeln:

fester Kontakt: $\frac{\text{Kosten für Ein- und Ausbau}}{t \text{ Teer Durchsatz}}$

umgepumpter Kontakt: $\frac{\text{Kosten f. Ein- u. Ausbau}}{t \text{ Teer Durchsatz}} + \frac{\text{Kontaktverlust}}{t \text{ Teer Durchsatz}}$

Blatt 6

Bei dem ungepumpten Kontakt wird der Durchsatz vielleicht ein Mehrfaches von dem Durchsatz während einer Betriebsperiode mit festangeordnetem Kontakt betragen, doch sind nach den bisherigen Erfahrungen mit der Kammer 2 auch mit festangeordnetem Kontakt schon hohe Durchsätze zu erwarten, sodaß der Nenner des Bruchs recht groß wird.

Einen Überblick über die Größenordnung des „chemischen“ Kontaktverbrauchs geben Fig. 1-2. Auf der Ordinate ist der Kontaktverbrauch in kg je t Teer, auf der Abszisse die Länge der Betriebsperiode aufgetragen bzw. der Durchsatz in t Teer.

Fig. 3 gibt eine Kurve für das Ausmaß der Verluste beim Fahren mit ungepumptem Kontakt bei der Rückgewinnung des Kontakts unter der Annahme, daß die Verluste allein dadurch entstehen, daß das geschleuderte bzw. filtrierte Öl noch Kontakt enthält.

III b. Unterschiede in der Hochdruckapparatur.

Bei der Fahrweise mit festangeordnetem Kontakt ist die Hochdruckapparatur identisch mit der Gasphasekammer. Die Einspritzung ist feststoffarm, die Pumpen werden also geschont. Hinter den letzten Ofen ist gleich der Regenerator geschaltet. Das gesamte Produkt fällt in der Abstreiferflasche an.

Bei un gepumptem Kontakt erhebt sich vor allem die schon gestreifte Frage, ob der Kontakt in der Hochdruckapparatur in Schwabe bleibt. Es kann nicht ohne weiteres vorausgesagt werden, ob wie im ersten Fall das gesamte Produkt durch die Regeneration in einen Abstreifer gefahren werden kann oder ob es vorteilhaft ist, einen Heißabscheider vor die Regeneration zu schalten (zusätzlicher Bedarf eines Abscheiders und einer

regenerationschlange). Die Abritzfahr ist besonders groß in dem Abstreifer bzw. dem Heißabscheider. Durch Einrichtung eines heißen Kreislaufs läßt sich dem Abritzen des Feststoffs entgegen wirken (zusätzlicher Bedarf einer Hochdruckpumpe). Durch das Heißpumpen wird aber auch der Produktcharakter ungünstig beeinflusst, da durch die höhere Strömungsgeschwindigkeit Teilchen nach zu kurzer Verweilzeit bereits in den Abscheider gelangen können.

Der Energiebedarf ist bei der Fahrweise mit umgepumptem Kontakt entsprechend der 30 % höheren Einspritzung gegenüber der anderen Fahrweise höher (s. Fahrschema).

III c. Unterschiede in der Niederdruckapparatur.

Die Unterschiede in der Niederdruckapparatur werden hauptsächlich dadurch bedingt, daß der umgepumpte Kontakt von dem Produkt abgetrennt und dem Frischteer wieder zugemischt werden muß.

Bei dem festangeordneten Kontakt wird man den Teer stets sehr sorgfältig filtrieren müssen. Beim umgepumpten Kontakt wirken sich Störungen bei der Filtration des Einspritzprodukts nicht so schlimm aus, eventuell kann man sogar ganz auf das Filtrieren verzichten.

Umgepumpter Kontakt. Die Einzelheiten der Niederdruckapparatur gehen aus dem Fahrschema hervor. Die Abtrennung des Kontakts vom Produkt wird durch Zentrifugieren oder mit Rücksicht auf Kontaktverluste besser durch Filtrieren geschehen. Das Produkt ist dünnflüssig und asphaltfrei, sodaß keine Schwierigkeiten bei der Trennung zu erwarten sind, es sei denn, daß der Kontakt durch das Kreisfahren und mehrmalige Entspannen so fein zerschlagen ist, daß er das Filtertuch passiert.

III d. Kontakt. Als festeingebauter Kontakt ist sowohl 5058 wie 3510 verwendbar. Bei dem Verfahren mit ungepumptem Kontakt gelang es dagegen bisher nur den 3510 erfolgreich im Kreislauf zu fahren. Der 5058 zeigte in diesem Falle ein starkes Abklingen. Sollte es sich bei eingehenderen Versuchen zeigen, daß der aktivere 5058 mit seiner höheren Hydrierwirkung gegenüber dem 3510 Vorteile bietet, so lassen sich diese nur mit festeingebautem Kontakt ausnutzen.

III e. Richtung und Stärke der katalytischen Wirkung.

Die Schmierölausbeute - und Qualität liegen bei den Versuchen mit 3510 fest und ungepumpt ungefähr gleich, vielleicht liegen die Ausbeutezahlen bei ungepumptem Kontakt etwas tiefer, doch streuen die Zahlen. Theoretisch ist eine geringe Ausbeute-(oder Qualitäts)minderung zu erwarten, weil ja immer ein gewisser Anteil (11 % auf das Zentrifugenöl bezogen, s. Fahrschema) im Kreis wieder über den Kontakt gefahren werden muß und dort Veränderungen erfährt.

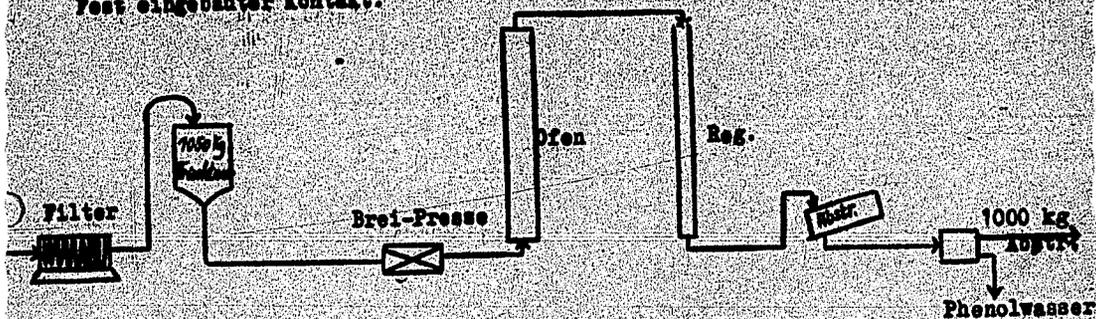
Z u s a m m e n f a s s u n g .

Der ungepumpte Kontakt bietet gegenüber dem festangeordneten Kontakt den Vorteil, daß er sich ohne Betriebsunterbrechung auswechseln läßt, doch ist dieser Unterschied von geringerer Bedeutung, wenn der festangeordnete Kontakt eine hohe Lebensdauer erreicht. Die Hochdruck- und Niederdruckapparatur wird für den ungepumpten Kontakt umfangreicher. Es besteht die Gefahr, daß beim Fahren mit ungepumptem Kontakt Störungen durch Absitzen des Kontakts in den Öfen oder dem Abscheider entstehen.

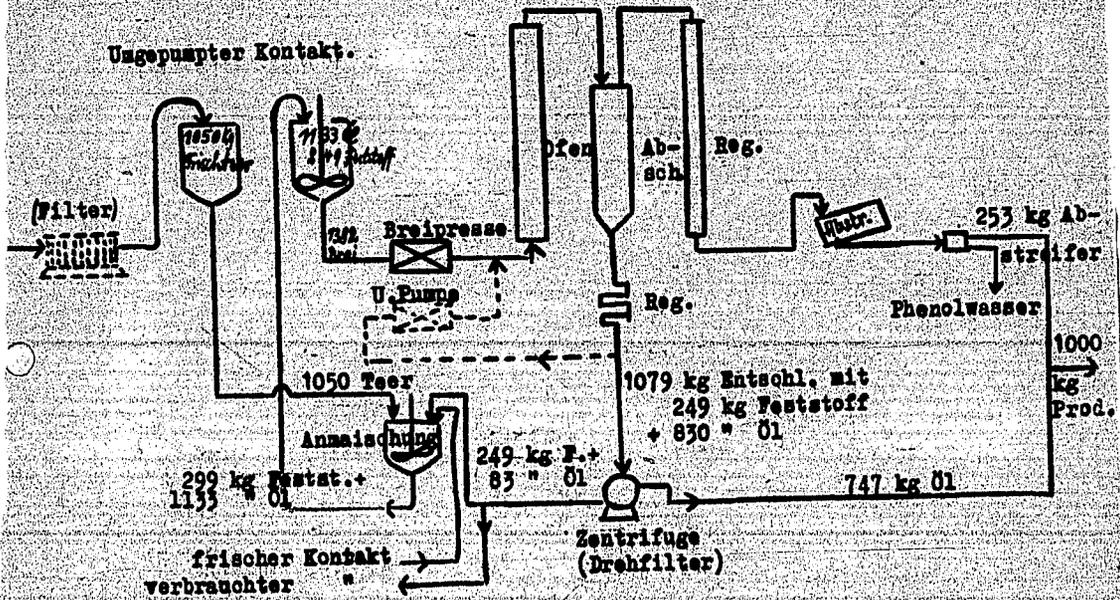
Freywald

05901

Fest eingebauter Kontakt.



Umgepumpter Kontakt.



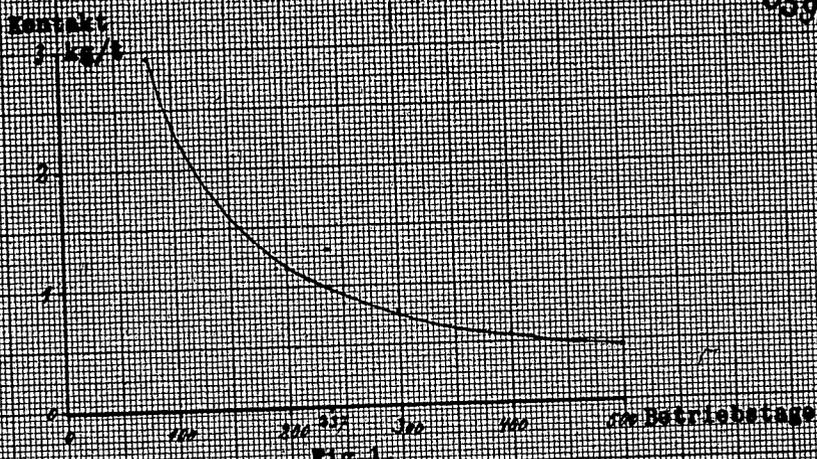


Fig. 1. Spezifischer Kontaktverbrauch und Länge der Betriebsperiode in Tagen (Belastung 0,44)

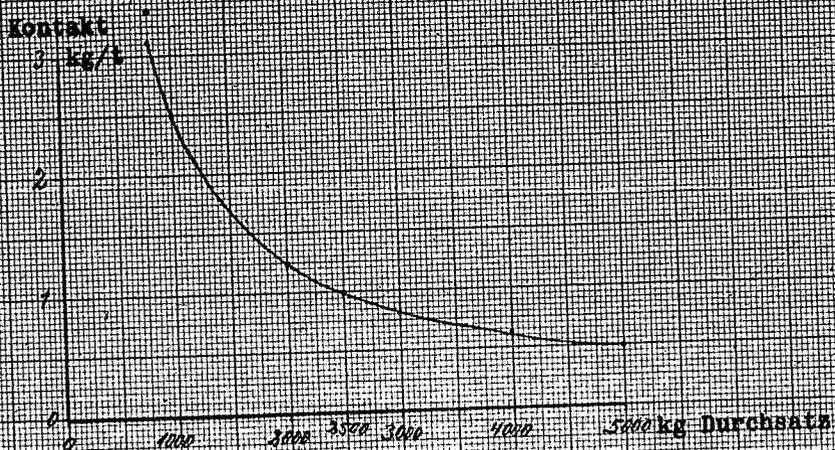


Fig. 2. Spezifischer Kontaktverbrauch und Toserdurchsatz pro Betriebsperiode.

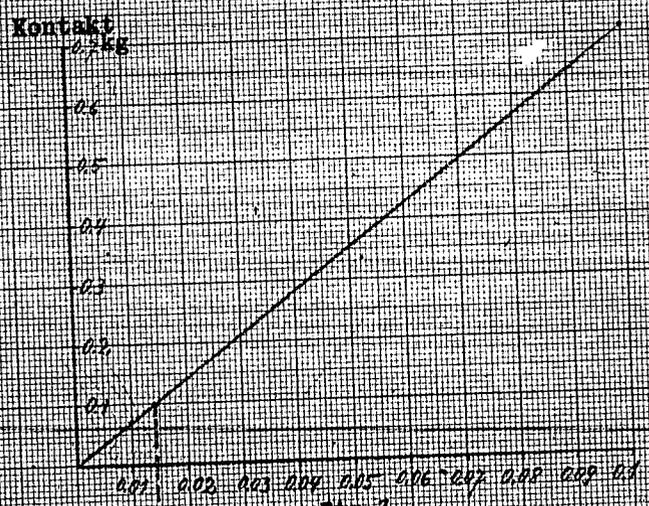


Fig. 3. Kontaktverlust und Kontaktgehalt des Schleuderöls.

Leunawerke, den 6. Mai 1938.

05903

T. T. H. - G r o ß v e r s u c h .

Stand vom 6.5.1938.

A. Mit festangeordnetem Kontakt (Kammer 2)

Die Kammer hat jetzt 212 Betriebstage, der Gesamtdurchsatz beträgt 21820 t Teer (d.h. auf 1 t Teer kommen 1,217 kg Kontakt).

Das Produkt der Kammer ist bräunlich gefärbt. Für die Verschlechterung des Kontakts kommen vier Ursachen in Frage:

1. Normales chemisches Abklingen der Aktivität.
2. Schädigung durch das Fahren bei erhöhter Temperatur (auf Benzin + Mittelöl).
3. Schädigung durch den asphaltreichen, schwefelärmeren Teer der Schwelerei Neukieritzsch.
4. Verschmutzung der Kontaktoberfläche.

Wegen der Färbung des Abstreifers wurde der Durchsatz vom 13.4.38. bis 4.5.38 auf 0,34 zurückgenommen. Die Farbe des Abstreifers bleibt gelb bis bräunlich, das Schmieröl, das in einer Ausbeute von 6 - 9 % anfällt, hat aber trotzdem einen guten VJ (95-80), allerdings bei schlechtem Verkokungstest.

Ab 4.5.38 ist der Durchsatz wieder erhöht (0,44), um im Ofen eine größere Reaktionswärme zur Verfügung zu haben; denn es soll versucht werden, die Farbe des Abstreifers durch erhöhte Temperatur am Ofenausgang zu verbessern.

In letzter Zeit treten Schwierigkeiten auf bei der Scheidung des Wassers vom Abstreifer. Es bilden sich hartnäckige Emulsionen, ohne daß Staub im Abstreifer festgestellt werden kann. Wahrscheinlich sind Seifen (Ammonseifen) für die Erscheinung verantwortlich.

Der Wärmedurchgang des Regenerators hat seit dem Einbau am 15.3.38. von 120 auf 50 nachgelassen. Es ist unbedingt erforderlich, den ausgebauten Regenerator, der ebenfalls im Betrieb eine wesentliche Verschlechterung des Wärmedurchgangs hatte, zu untersuchen.

B. Mit umgepumptem Kontakt (Vorkammer 11).

Die Kammer hat jetzt 43 Betriebstage. Betrieblich ist die Kammer schwieriger als die Kammer mit festangeordnetem Kontakt, doch ist es zu ernstern Störungen noch nicht gekommen. Es ist damit bewiesen;

1. Umpumpen von Entschlammung bei T.T.H. mit umgepumptem Kontakt ist nicht nötig.
2. Es kann gefahrlos ein Elektro-Vorheizler zur Zwischen-Aufheizung verwendet werden.
3. Man kommt mit verhältnismäßig geringer Kontaktkonzentration im Eingang aus.
4. Es ist eine bedeutende Erhöhung des Durchsatzes möglich.

Die Kammer lieferte bei einer Belastung von 0,76: 12% Schmieröl mit VJ 45 bzw. 9% " " " 50 - 65.

Die Farbe des Anfalls ist schneeweiß. Daraufhin wurde die Belastung auf 0,84 (Schmieröl VJ: 35) und schließlich 0,94 erhöht. Der Abstreifer war gelblich, das Schmieröl hatte den VJ: 35.

Nach geringer Erhöhung der Temperatur wurde der Anfall wieder schneeweiß. Überraschenderweise ging aber der VJ des Schmieöls auf 15 - 25 zurück. Es bestehen also Anzeichen, daß durch die erhöhte Temperatur die Produkte allmählich wasserstoffärmer werden. Ein Vergleich der Elementaranalysen von Schmierölen aus der T.T.H. Kammer auf festangeordnetem und aus der mit umgepumptem Kontakt deutet in der gleichen Richtung:

Elementaranalysen von Schmieröl

Kontakt	Belast.	Druck	C	H	N	S
5058 festangeordnet	0,34	300 Atm	86,16	12,86	0,28	0,17
3510 umgepumpt	0,94	220 "	87,65	12,18	0,19	0,03

Wenn es sich bestätigt, daß die erhöhte Temperatur die Produkte in ihrem Wasserstoffgehalt stark beeinträchtigt, so ist damit wahrscheinlich eine Begrenzung für eine weitere Erhöhung des Durchsatzes durch Steigerung der Temperatur gegeben!

Arbeitsplan für die Folge:

1. Bei Belastung 0,94 ist ein Schmieröl mit VJ 50 anzustreben.
2. Eventuell weitere Erhöhung der Belastung. Feststellung der höchstmöglichen Belastung bei Erzeugung eines guten

Schmieröls.

3. Versuch mit dem in Leuna zur Verfügung stehenden Teer (Kohleschweröl-Gemisch bezw. mit Kohleschweröl allein).

4. Versuch, die Kammer so zu fahren, daß gar keine Entschlammung mehr zum Schleudern kommt, d.h. die Kammer wird nach Art der jetzigen Teerkammer zu fahren sein.

a) bei verhältnismäßig niedriger Temperatur auf Benzin, Paraffin und eventuell leichtes Schmieröl

b) bei Spaltungstemperatur auf Benzin + Mittelöl.

5. Kombinationskammer. Hinter den Abscheider ist ein Benzinofen geschaltet mit verdünntem Kontakt. Ein entsprechender Kleinversuch läuft seit 5 Tagen. Im 50 ccm-Benzinofen wird über verdünntem Kontakt nicht destillierter Abstreifer mit einer Leistung von 0,5 Autobenzin benzinert. Klopfwertbestimmung unterwegs.

C. Weitere Versuche in der Vorkammer 11.

1. Da der Versuch mit festangeordnetem Kontakt in der Kammer aus Produktmangel nicht ausgefahren werden kann, muß in der Vorkammer ein Versuch mit festangeordnetem 5058 gefahren werden, zur Feststellung der Grenzbelastung über 5058 festangeordnet. Es ist ein Kleinversuch (50 ccm Kontakt) gefahren worden mit einer Belastung von 2,1.

2. Es wäre interessant, einen Vergleich zwischen umgepumptem und festangeordnetem Kontakt in ihrer Wirksamkeit zu ziehen. Es müßte noch ein Versuch mit 3510 festangeordnet gefahren werden oder 5058 umgepumpt.

Im Kleinversuch zeigte 5058 bei T.T.H. umgepumpt nach Feststellungen von Dr. Döllein ein starkes Nachlassen der Leistung nach dem ersten Durchgang. Diese Beeinträchtigung der Kontaktwirksamkeit ist bei der langen Lebensdauer des festangeordneten 5058-Kontaktes wohl nur so zu erklären, daß der 5058 umgepumpt beim Schleudern geschädigt wird. Diese Schädigung würde wegfallen, wenn man den Versuch nur mit heißem Kreislauf, also ohne Zentrifugieren fahren würde.

Bei erhöhtem Durchsatz über 5058 ist ein früheres Abstellen der Kammer nötig, doch der Durchsatz je Kg Kontakt ist gleich mit dem Durchsatz bei tiefer Leistung. Einen experimentellen Beweis dafür kann in der Vorkammer 11 gebracht werden. Ein Kleinversuch mit einem 50 ccm Benzinofen lief mit 2,1 Durchsatz 36 Tage bis er sich verstopfte. Die Temperatur war um etwa 1 mV im Laufe

05906

des Versuchs gesteigert worden. Der Abstreifer war zum Schluß des Versuchs bräunlich (Schmieröl VJ 50). Der Durchsatz des Ofens bei 36 Betriebstagen ergibt ein Kontakt/Durchsatzverhältnis von 1 Kg Kontakt zu 765 Kg Teer gegenüber dem letzten Versuch bei der Kammer 2, welcher nach 233 Tagen abgestellt wurde, mit 1 Kg zu 805 Kg Teer.

Der oben erwähnte Kontakt aus dem Kleinversuch wurde nach 36 Betriebstagen ausgebaut, gereinigt und wieder eingebaut. Der Ofen der seit einigen Tagen wieder läuft, liefert ein helles Produkt wie frischer Kontakt.

D. Heißer Kreislauf bei der Sumpfkammer.

Durch den Versuch an der Vorkammer 11 ist bewiesen, daß die Zurücknahme der Kontaktkonzentration im Eingang auf die Hydrierung keinen oder geringen Einfluß hat. Für die T.T.H.-Kammer ist das zunächst von geringerer Bedeutung. Sollte aber das gleiche für die Teersumpfkammer gültig sein, so ergibt sich daraus eine wichtige Folgerung.

Die Teerkammer wird mit einer Kontaktkonzentration von 30 % in der Entschlammung gefahren. Die Aufrechterhaltung dieser Kontaktkonzentration wird dadurch ermöglicht, daß im heißen Kreislauf dauernd ein großes Volumen umgepumpt wird. Wenn man den heißen Kreislauf wegläßt, so werden die Schwankungen der Feststoffkonzentration naturgemäß größer. Wird auch dann noch eine 30%-ige Entschlammung als Norm angestrebt, so kann es leicht vorkommen, daß die Feststoffkonzentration einmal bis auf eine Höhe kommt, die zu Stockungen im Abscheider führen muß. Nimmt man aber eine geringere Feststoffkonzentration als Norm, so ist die Gefahr der Abscheiderverkokung auch bei Weglassen des heißen Kreislaufs gering und es müßte möglich sein, die Teerkammer allein mit einem Kontaktkreislauf über den Niederdruckteil (Entschlammung zur Einspritzung) zu fahren.

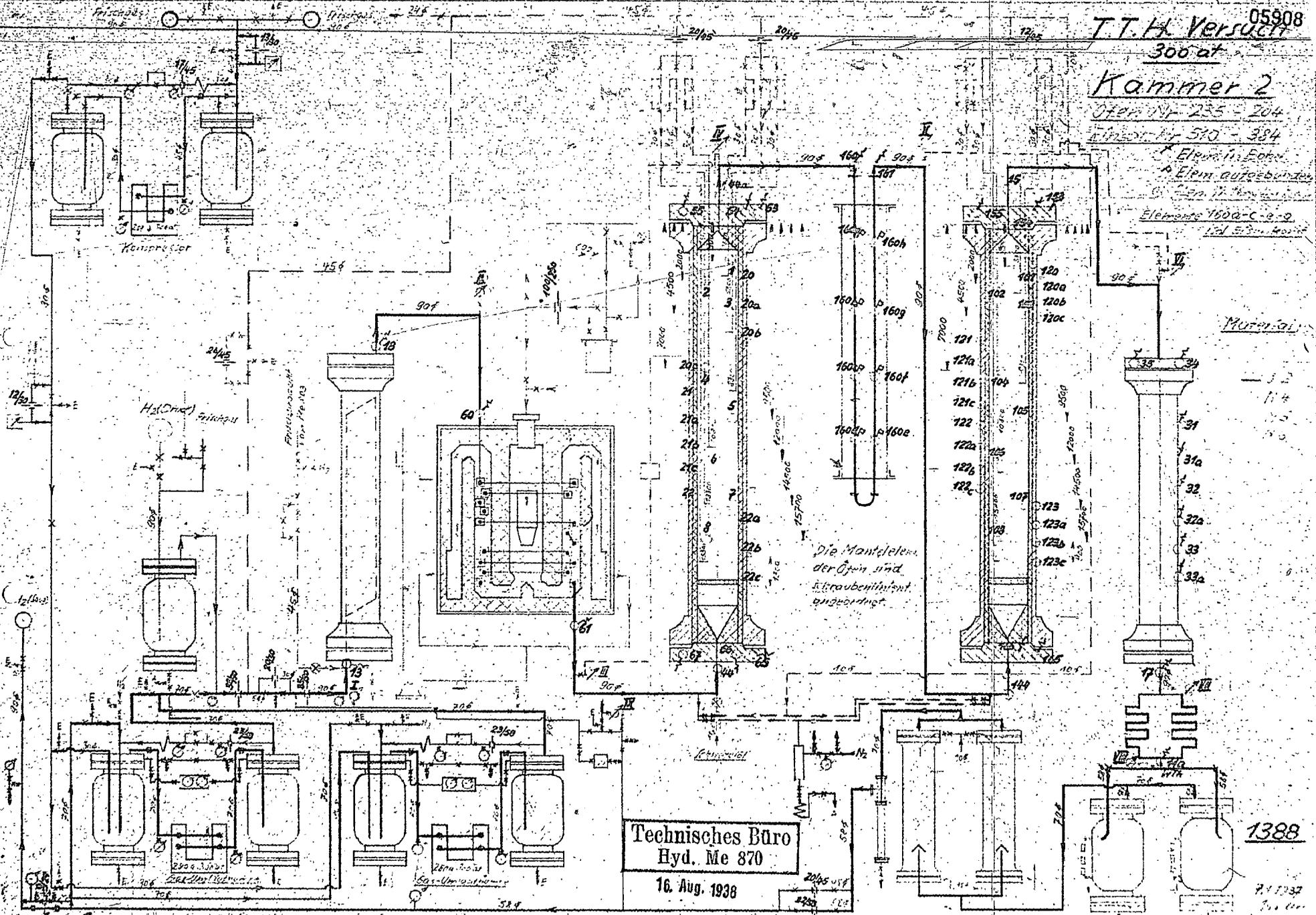
F. J. Müller

T.T.H. Versuch 300 at Kammer 2

Offen Nr. 235 - 204
Wilson Nr. 570 - 384

Elemente 11, Eder
A Eisen aufgebunden
Elemente 160a-c-e-g
Teil 570, 384

Mutual



Die Mantelteile
der Öfen sind
Klraubentent
angeordnet.

Technisches Büro
Hyd. Me 870
16. Aug. 1938

1388

7.1.1937

1. Die Aufgabe des Versuchs.

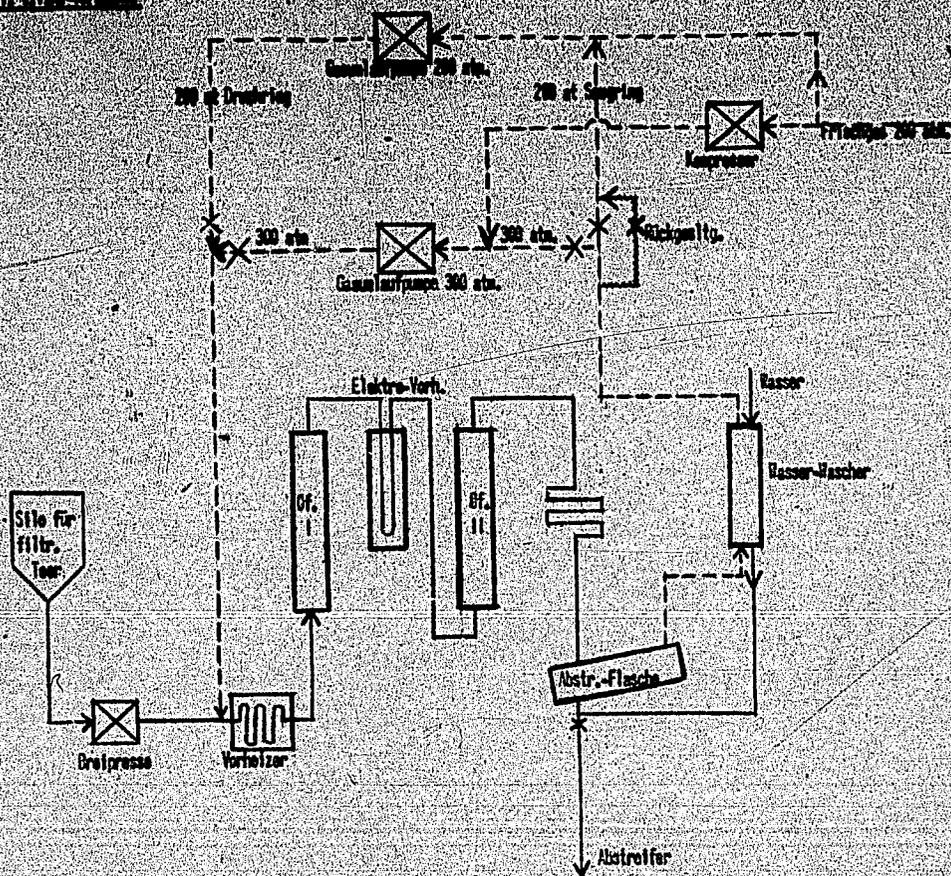
Bei dem ersten T.T.H.-Großversuch im November/Dezember 1936 waren im wesentlichen die Ergebnisse der Kleinversuche in Ludwigshafen bestätigt worden. Die Kammer war bei 200 atm Druck und einem Durchsatz von 0.3 gelaufen. Da für die Neuanlagen, die nach dem T.T.H.-Verfahren arbeiten sollen, ein Betriebsdruck von 300 atm vorgesehen ist, mußte in Leuna eine Einheit bei diesem Druck gefahren werden.

Für eine solche 300 atm-Kammer bestand eine Reihe von Aufgaben:

1. Es war der Einfluß des erhöhten Druckes auf Durchsatz, Abklingen des Kontaktes und die Qualität der anfallenden Produkte zu untersuchen.
2. Es sollte ein eigener Gaskreislauf für die Kammer eingerichtet werden, um das Verhalten der Gase genauer untersuchen zu können, namentlich die Anreicherung des Schwefelwasserstoffs und seinen Einfluß auf die Apparatur und den Kontakt.
3. Die Bilanzierung des Versuches sollte ausgestaltet werden, um gesichertes Zahlenmaterial für die Konstruktion der Neuanlagen zu erhalten.
4. Es waren Teere verschiedener Herkunft und Teere mit und ohne Leichtölzusatz zu fahren. Ausbeute und Qualität der anfallenden Produkte mußten verglichen werden. Es war zu prüfen, ob durch die erhöhte Wärmetönung beim Zusatz von Leichtöl die Öfen wesentlich schwerer zu beherrschen sind.
5. Es sollten weiter Erfahrungen über die Fahrweise der T.T.H.-Kammer gesammelt werden und Bedienungspersonal ausgebildet werden.
6. Größere Mengen Abstreifer mußten für die Entparaffinierungsversuche bereit gestellt werden.

2. Die Apparatur.

Der Arbeitsgang war der gleiche wie bei dem vorhergehenden Versuch, so daß hier alles im ersten Bericht gesagte gilt. Dementsprechend war auch die Hochdruckapparatur im wesentlichen dieselbe wie bei dem vorigen Versuch, mit den Änderungen, die durch die Erhöhung des Druckes und die Einrichtung des eigenen Gaskreislaufs nötig wurden. Die Anordnung der einzelnen Apparate ist aus der unten stehenden Skizze oder dem Schema im Anhang zu ersehen.



Die Kammer enthielt zwei 800 ϕ Öfen von je 5.4 m³ Kontakt-
raum. Die Öfen hatten keine Blenden; im ersten Ofen waren 6, im
zweiten 4 Kaltgasrohre eingebaut. Beide Öfen wurden mit neuen
5058- Pillen beschickt.

Der Gasvorheizer und der Elektrovorheizer zwischen den Öfen
wurden unverändert beibehalten. Von den beiden Regeneratoren des
ersten Versuches mußte der eine ausgebaut werden, da er für den
erhöhten Druck nicht zugelassen war. Auch die liegende Abstreifer-
flasche mußte wegen der beabsichtigten Druckerhöhung entfernt wer-
den. Sie wurde durch zwei stehende N₂-Doppelhalflaschen ersetzt.

Die Öfen- und Regeneratormäntel wurden reichlich mit Ther-
moelementen versehen, um Temperaturerhöhungen, die wegen dem ho-
hen Druck gefährlich waren, rechtzeitig erkennen zu können.

Januar:

8. 1. Die Kammer wurde am 8. 1. 1938 mit Frischgas angefahren. Die Art und Weise des Anfahrens wurde gegenüber dem ersten Versuch abgeändert. Die Kammer wurde mit Gas auf 18 mV hochgeheist und dann mit B-Produkt der Gasphase (3 cbm stündlich) eingespritzt. Durch diese Behandlung sollte dem Kontakt die Spitzenaktivität genommen werden. Nach 12 Stunden wurde die Einspritzung abgestellt und die Temperatur auf 11 mV zurückgenommen.

13. 1. Da noch eine Reparatur an dem Kompressor ausgeführt werden mußte, wurde erst 36 Stunden später mit Teer eingespritzt. Zuvor wurde die Kammer auf eigenen Gaskreislauf umgestellt und der Druck auf 300 atm erhöht. Der Teer stammte wie bei dem ersten Versuch aus der Schweißerei Böhlen.

Die Kammer wurde zunächst nur mit 3.5 cbm Teer belastet bei 5000 cbm Gaseingang. Die Temperatur am Eingang des Ofen I lag am zweiten Betriebstag bei 14.4 mV, die höchste Temperatur im Ofen II bei 17.8 mV. Der Abstreifer spindelte 0.822/50° und erstarrte zu einer schneeweißen Masse.

- 19.-21. 1. Die Stopfbüchsen der Gasumlaufrpumpe machten von Beginn des Versuches ab Schwierigkeiten. Am 19. 1. wurde die Umlaufrpumpe so stark undicht, daß der Druck in der Kammer auf 200 atm zurückgefahren wurde und die Kammer für 48 Stunden mit Frischgas im geraden Durchgang gefahren wurde, bis die U.P. repariert war.

25. 1. Infolge Platzens von einem Manometer wurde vorübergehend die Differenz in der Gasumlaufrpumpe zu tief eingestellt. Die Kammer erhielt einige Minuten kein Gas.

28. 1. Die Stopfbüchsen der Umlaufrpumpe waren wieder stark undicht. Die Kammer wurde auf 200 atm zurückgefahren und mit Frischgas im geraden Durchgang gefahren. Dieser Zustand blieb bis zur Fertigstellung der Reserveumlaufrpumpe.

Februar:

1. 2. Die Temperaturen am Ofen I Eing. war 14,7 mV, am Ofen II Ausgang 18,0 mV.

5. 2. Das Eingangsgas wurde von 5000 m³ auf 3500 m³ zurückgenommen. Dadurch wurde das Gas/Produktverhältnis wieder auf 1000 : 1 gebracht. Die Kammer lief nach der Verminderung des Eingangsgases wesentlich unruhiger.

14. 2. Störung am Gaseingang durch Ammonsalz Ablagerungen in der Frischgasleitung.

22. 2. Nach Fertigstellung der zweiten Gasumlaufrpumpe wurde die Kammer wieder auf eignen Gaskreislauf umgestellt und der Druck auf 300 atm erhöht. Gaseingang 5000 cbm.

24. 2. Ende Februar platzten mehrere Manometerfedern. Es wurden von da ab statt der gehärteten Federn nur noch Manometer mit Schneckenfedern aus nicht gehärtetem Material eingebaut.

Durch das Platzen einer Kapillare von einer Gaswaage in der Vorkammer kam es zu einer Störung. Da die ganze Kammer von Öl und Quecksilbernebel erfüllt war, wurde die Umlaufrpumpe für 3 Minuten abgestellt.

März:

1. 3. Die Temperatur am Ofen I Eing. 15,1, am Ofen II-Ausg. 18,5 mV.

Der Gaskreislauf der Kammer wurde nur mit Wasser gewaschen, eine Ölwäsche war nicht vorgesehen. Um den Wasserstoffpartialdruck zu halten, wurde laufend eine gewisse Gasmenge vom 300 atm Kreislauf in den Benzinkreislauf des Betriebes entspannt.

25. 4. In der Leitung vom Kompressor zur Kammer trat eine Verengung durch Ablagerung von Ammonsalzen auf. Der Druck der Kammer ging bis 215 atm herunter. Die Kammer wurde auf 200 atm herunterentspannt und direkt mit Frischgas gefahren. Die Einspritzung wurde auf 3500 zurück genommen.
26. 4. Die Kammer wurde wieder auf eigenen Kreislauf umgestellt. Nach Erhöhung des Druckes auf 300 atm wurde die Einspritzung auf 5100 l erhöht.
30. 4. Umstellung auf Teer aus der Schwelerei Deuben.
- Mai:
1. 5. Ofen I Eingang: 15,9, Ofen II Ausgang: 18,5 mV.
26. 5. Der Temperaturanstieg in den Ofen wurde wieder steiler gelegt um an die Verhältnisse in der Fahrperiode mit Böhleher heranzukommen.
- Juni:
1. 6. Ofen I Eingang: 15,5, Ofen II Ausgang: 19,3 mV.
- 2.-7. 6. Der Teer erhält stufenweise steigend Leichtölzusatz. Ab 7. 6. 20 % Leichtölzusatz. Das spezifische Gewicht des Einspritzproduktes sank auf 0.864/90°. Bei einem Spindelgewicht von 0.816/50° war der Abstreifer fast weiß.
- Das spezifische Gewicht des Einspritzproduktes schwankte im Laufe des Monats sehr oft.
25. 6. Die Druckdifferenz der Kammer war allmähliche auf 15 atm gestiegen. Am 25. 6. fiel sie plötzlich auf 10 atm zurück.
26. 6. Am 26. 6. wurde zur Saugseite des Regenerators Wasser gefahren. Die Druckdifferenz sank schlagartig auf 4 atm. Beim Einspritzen des Wassers wurde ein 90 Ø Flansch am Ausgang des Ofen II undicht. Nach Abstellen des Wassers wieder dicht.
- Juli:
1. 7. Ofen I Eingang: 15,9, Ofen II Ausgang: 19,3 mV.
3. 7. Störung infolge Undichtigkeit der Gasumlaufpumpen. Temperatur am Ofen II Eingang fiel um 1 mV ab.
6. 7. Temperaturabfall im Ofen II um 0,8 mV.
6. 7. Wegen zu geringer Anlieferung mußte der Leichtölzusatz zum Teer auf 12 % zurückgenommen werden.
19. 7. Übergang auf Deubener Teer ohne Leichtölzusatz. Der Abstreifer war gelblich und bildete hartnäckige Emulsionen mit Wasser.
20. 7. Anstieg der Druckdifferenz auf 9 atm. Es wurde wieder Wasser zur Saugseite des Regenerators gefahren, worauf die Differenz bis auf 4 atm zurückging. Während der Wassereinspritzung wurde ein Flansch oberhalb des Regenerators vorübergehend undicht. Herausgetretenes Öl brannte etwa 3 Minuten um den Flansch.
30. 7. Es wurde dem Teer wieder 20 % Leichtöl zugesetzt.
- August:
13. 8. Es erfolgte Übergang auf Böhleher Teer ohne Leichtölzusatz.
19. 8. In dem Regenerator hatten sich wieder Salze abgelagert. Als Wasser zur Saugseite zugefahren wurde, ging die Differenz im Regenerator von 2.0 auf 0.9 atm zurück. Beim Abstellen der Wassereinspritzung wurde der 120 Ø Flansch direkt über dem Deckel des Regenerators vorübergehend undicht.

Kontakt aus Ofen II. Der Kontakt sah an der Oberfläche matter aus. Es wurden im Gegensatz zu dem Ausbau bei Ofen I nur wenig Pillen mit Anlauffarben gefunden. Auf einen Teil der Pillen befand sich eine Rußschicht. Mehrere faustgroße Stücke kamen mit dem Kontakt aus dem Ofen. Sie bestanden aus verklebten Pillen, das Bindemittel war Koks, wie aus untenstehender Analyse hervorging. Die Stücke waren wahrscheinlich bei einer Betriebsstörung entstanden, bei der die Temperatur hochgegangen war.

Bindemittel der verbackenen Kontaktstücke

Ka. 2 Ofen II.

Feststoff	97,6 %	Fe	0,7 %
Asche	15,2 %	SiO ₂	Spur
N	11,4 %	C gesamt	81,8%
S	5,7 %		

Der Kontakt aus dem Ofen II enthielt viel mehr Bruch als der aus dem Ofen I. Dagegen wurden weniger Eisensulfidschalen gefunden. Auch der Staubanfall war geringer (600kg). Das Abgesiebte bestand zu 71 % aus Kontaktbruch und -staub.

Kontakt allgemein. Die Festigkeit des Kontaktes hatte wieder beträchtlich abgenommen. Während für den neuen Kontakt 3,8 kg/mm² bestimmt waren, wurde von den ausgebauten Pillen beider Öfen nur noch 2,3 kg/mm² gefunden, das ist eine Verminderung von 40 %.

Festigkeit der Pillen:

Neuer Kontakt	3,82 kg/mm ²
Ausbau Ofen I unten	2,44 "
" " oben	2,17 "
" " Sonderprobe	2,17 "
Ausbau Ofen II unten	2,33 "
" " oben	2,30 "

Nach der Elementaranalyse enthält der Kontakt in beiden Öfen 4 - 6 % C. Der Paraffingehalt der Pillen betrug im Durchschnitt 0,5 % (Schmelzpunkt 55°).

Der an zweiter Stelle stehende 800 ϕ Ofen muß unter Umständen durch einen 800 ϕ Ofen mit Zement-Asbestisolierung ersetzt werden, da noch Bedenken hinsichtlich der Isolierung der eingebauten Ofen bestehen.

6.) Regeneratoren. Von den Regeneratoren, die in der Kammer stehen, ist der Mantel des Regenerators I für 300 Atm zugelassen. Bei dem Regenerator II stehen hinsichtlich der Verwendbarkeit unter 300 Atm noch Bedenken. Es wird erwogen, die Kammer nur mit einem Regenerator auszurüsten.

7.) Die Leitung von den Schwefelpumpen nach der Kammer wird teilweise geschweißt verlegt, damit die Leitung möglichst flanschenfrei ist und die Beheizung einwandfrei durchgeführt werden kann.

8.) Ventile, Abstreiferflaschen. Eine Reihe von Ventilen und eine S.2-Doppelhalsflasche müssen ausgewechselt werden, da sie nicht für 300 Atm geeignet sind.

9.) Abstreiferflasche. Anstelle des liegenden Abstreifers müssen wahrscheinlich zwei stehende Doppelhalsflaschen aufgestellt werden. Es ist hierüber noch keine Entscheidung gefällt, da noch geprüft wird, ob der liegende Abstreifer nicht doch verwendet werden kann.

10.) Kontakt. Der Ofen I wird mit frischem Kontakt gefüllt, um zu prüfen, ob der 1200 ϕ Ofen im Betrieb mit frischem aktivem Kontakt gefahren werden kann. Der Kontakt aus dem Ofen II muß evtl. in den neuen 800 ϕ Ofen umgefüllt werden.

11.) Einige kleine Verbesserungen werden durchgeführt.

Die Gasmessungen werden den neuen Druckverhältnissen angepaßt.

Ein Schema für den Umbau der T.T.H.-Kammer liegt bei. Wir bitten Sie, möglichst umgehend mitzuteilen, ob Sie gegen den Umbau in der vorgeschlagenen Form Bedenken haben. Außerdem bitten wir Sie um Angaben für das Abstellen der T.T.H.-Kammer, da der Umbau in den nächsten Tagen beginnen wird.

Bei Störungen am Kompressor oder an der Umlaufpumpe muß der Druck der Kammer von 300 auf 220 Atm während des Betriebes zurückgenommen werden, da keine Reservepumpen vorhanden sind. Wir bitten Sie Ihre Ansicht zu äußern, ob diese Entspannung ohne Schädigung des 5058 durchgeführt werden kann.

1. Anlage!

Heil Hitler!

Ø an: O.I. Josehans/D.I. Amon ✓

Dr. Schick ✓

Dr. Becker ✓

Dr. Friehmelt ✓

Akten Z.B. ✓

Nach der Dreitagefahrt wird auf Methode II umgestellt. Hier werden dann, ebenfalls in einer Dreitagefahrt, die oben aufgeführten Bestimmungen durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Versuche müssen die weiteren Marschrichtungen⁴⁾ zeigen, wie sie auch Unterlagen liefern sollen für ev. konstruktive Abänderungen an der Kammer.

II Kleinapparat.

Parallel zu den schon laufenden Versuchen mit genau -
eester Anlehnung an die Lu-Bedingungen werden noch Versuche gemacht mit einem anderen Kesselwagen Böhler-Teer und auch mit 3510 an Stelle von 5058. 5)

- Fußnote: 1) Eine wesentliche Herabsetzung dieser Menge erschwert nach den Erfahrungen bei anderen Öfen die Einstellung der Temp. im ersten Ofen.
- " 2) Als ein Nachteil der Methode 1) könnte vielleicht der angesprochen werden, daß nicht genau bekannt ist, ob nicht unter a) in dem nicht vermeidbaren Gebiet <16 mV die polymerisierende Eigenschaft des 5058 sich schon etwas in unerwünschter Weise bemerkbar macht. Als Nachteil der Methode 2) könnte der Umstand angesehen werden, daß dann der Ofen mehr in die Gasphase reicht und dabei die Gefahr entsteht, daß die Spaltaktivität des Kontaktes in stärkerem Maße zunimmt als die Hydrieraktivität, und somit die Schmieröle, die ja am leichtesten der Spaltung zugänglich sind, in unzulässigem Maße gespalten werden. Auch kann erst der vorliegende Versuch entscheiden ob nicht ~~sie~~ auch bei Lu-Gasmenge die fünf mal größere Strömungsgeschwindigkeit im Vergleich zum Lu-Ofen 703 eine Veränderung der Ölfilmdicke auf den Kontaktpillen in der Richtung mit sich bringt, daß eine unerwünschte Verschiebung in dem Verhältnis Spaltaktivität : Hydrieraktivität des Kontaktes eintritt.
- " 3) Die Überbestimmung ist nur eine scheinbare, da noch in der Staffelung der Temp. in den einzelnen Öfen Freiheitsgrade sind.
- " 4) Auch über die S - Zugabe, auf die bisher verzichtet wurde, weil bei Temp. <16 mV die Gefahr der

Angaben zum T.T.H. Verfahren

Betr. T.T.H. Kammer.

Für die Abrechnung des T.T.H. Verfahrens ist das Konto 143 (T.T.H. - Betrieb) eröffnet worden. Auf dieses Konto sind sämtliche Kosten zu verbuchen, die durch das T.T.H. Verfahren erwachsen mit Ausnahme der Kosten in den Breipressen, die schlüsselmässig erfasst werden. (also Filterpressen, T.T.H. Kammer, Produktentspannung usw.) In einzelnen ist folgendes zu beachten.

1. Löhne: Die im T.T.H. Betrieb (Filtern, Kammer usw.) arbeitenden Leute sind auf das Konto 143 zu verrechnen.
 2. Energien: Die Energien sind getrennt zu erfassen und ebenfalls auf das Konto 143 zu verbuchen. (Betriebskontrolle)
 3. Für die Reparaturen sind besondere Reparaturnummern (für Konto 143) anzufordern. Die Reparaturschätzungen 292/300 und 292/301 für die Einrichtung des T.T.H. Verfahrens werden von der Betriebskalkulation auf das Konto 143 umgebucht. Es können daher die Arbeiten auf die alten Reparaturnummern weitergemacht werden.
 4. Betriebsmaterialien, Analysen und sonstige ^{auf} besondere Bestellungen, Fassocheine usw. anfallende Kosten sind ebenfalls auf das Konto 143 zu verbuchen, wenn sie den T.T.H. Betrieb betreffen.
 5. Für die Amortisation sind der Inventarbuchhaltung die Apparate und Bauanteile (mit Ausnahme des Breipressenbetriebes) aufzugeben, die von dem T.T.H. Betrieb benutzt werden. (Dipl. Ing. Fuschüller, Dipl. Ing. Amon.)
- Eigentliche Versuchsarbeiten (Entparaffinierung, Schmierölgewinnung usw.) sind vorläufig weiter auf das Konto 292 zu verbuchen.

Durchschlag an die Herren:
Dr. Kuppinger/Dr. Schick
Dr. Wille
Dr. Kranepuhl
Dipl. Ing. Fuschüller
Dipl. Ing. Karl
Dipl. Ing. Amon
Dr. Becker
Dr. Friehwelt
Dr. Hörold
Dr. Neubauser

T. H. G.

Kamm

Leuna Werke, den 23. Dezember 1936

Akten-Notiz

Ausbaubefund vom Kontakt der T.F.H.-Kammer.

Der Kontakt war in beiden Öfen vollkommen trocken. Bei dem zu erst ausgebauten Ofen I war die oberste Schicht Kontaktpillen (3 - 4 % der Ofenfüllung) mit einer gelbbraunen Schicht bedeckt. Dem Augenschein nach handelt es sich um Eisenhydroxyd, die Analyse steht noch aus. Der dann folgende Kontakt (die oberen ²⁰30%) hatte nur mehr eine dünne Haut. Nach einer Zwischenschicht (~10%) Pillen mit stark getrüübter Oberfläche kamen die unteren zwei Drittel der Kontaktfüllung als nahezu blanke Pillen heraus. Zwischen den Pillen lagen viele Bruchstücke. Die Staubmenge, die hauptsächlich unten im Ofen lag betrug 0,6% der Kontaktfüllung.

In der Mitte des ersten Ofens wurde ein etwa faustgroßes Stück verklebter Pillen gefunden. Das Bindemittel war plastisch und besteht wahrscheinlich aus Kontaktstaub und Paraffin, die Analyse fehlt noch. Das Stück zeigte an der Seite den Abdruck eines Rohres (Kaltgas oder Thermohülse).

Der Kontakt im Ofen II war vollkommen blank. Verklebte Pillen wurden nicht gefunden, dagegen wieder viel Bruch. Der Staubanfall war geringer, er betrug nur 3,3% der gesamten Kontaktfüllung.

Langemann

Im. Dr. Häbner
Dr. Kuppinger
Dr. Wille

an: Dr. Schunck
Dr. Kuppinger/Schiok ✓
Dr. Wille
Dr. Becker
Dr. Hahn
Dr. Frishmelt
Akten Z.B.

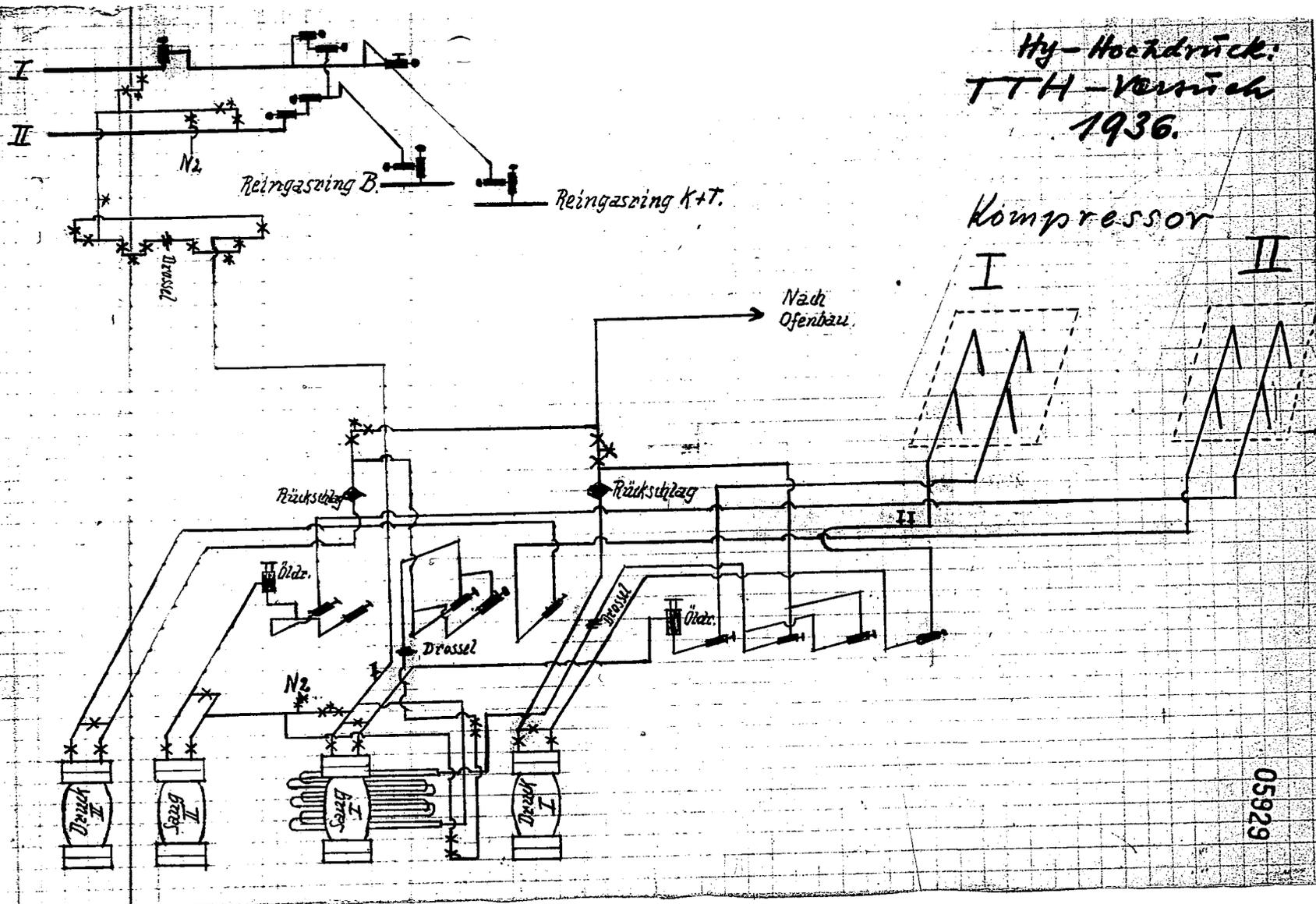
05926

Für die Zeit bis zur Fertigstellung der neuen Mühle stehen eine kleinere Mühle in Me 860c für etwa 50 kg Stundenleistung und die neue Mühle des Braunkohleextraktionsversuchs in Me 882 zur Verfügung. Die Benutzung dieser Mühlen wird durch die große Entfernung der Mühlen von den Hochdruckpumpen sehr erschwert.

F. J. Schunck

Durchschlag an Herrn Dr. Schunck
" Dr. Kuppinger/Dr. Schick
" Dr. Wille
" Dipl. Jng. Fußhüller
z.d. Akten

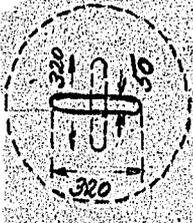
Hy-Hochdruck:
TTH-Vertrieb
1936.



05929

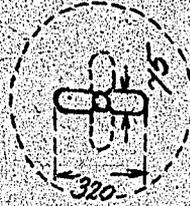
Blenderschlitz

05930



Ofen d. d. m. 800 mm
 Kant. R. d. 655 mm

Schlitzfläche:
0,0135 m²



$$\frac{655^2 \pi}{4} = 0,337 \text{ m}^2$$

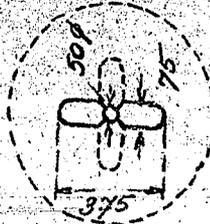
Schlitzfläche:
0,0190 m²

1,41



Ofen d. 900 mm
 Kant. R. d. 750 mm

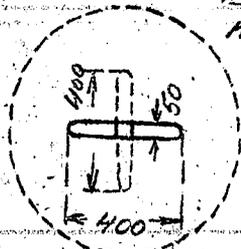
Schlitzfläche:
0,0163 m²



$$\frac{750^2 \pi}{4} = 0,442 \text{ m}^2$$

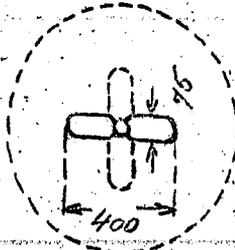
Schlitzfläche:
0,0237 m²

1,41



Ofen d. 1000 mm
 Kant. R. d. 825 mm

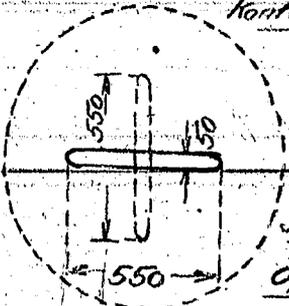
Schlitzfläche:
0,0175 m²



$$\frac{825^2 \pi}{4} = 0,535 \text{ m}^2$$

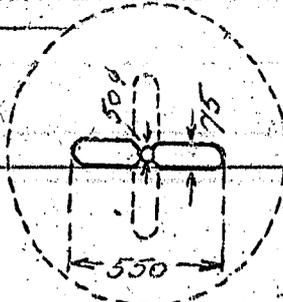
Schlitzfläche:
0,0325 m²

1,86



Ofen d. 1200 mm
 Kant. R. d. 1005 mm

Schlitzfläche:
0,0250 m²



$$\frac{1005^2 \pi}{4} = 0,792 \text{ m}^2$$

Schlitzfläche:
0,0362 m²

1,45

Alte Ausführung

Neue Ausführung (ab März 42)

Juli 38

6434

Schaltung der Benzinöfen und Regeneratoren bei verschiedenen Kontakten

Die von Herrn Dipl.-Ing. Schappert vorgesehene Schaltung, die für die Kombination der Kontakte 6434 und 5058 in einer Kammer geeignet sein soll, wobei das B-Produkt ohne Vorheizler auf Reaktionstemperatur gebracht wird, wurde für 3 Schaltmöglichkeiten wärmetechnisch untersucht und auch die bisherige Fahrweise angegeben.

Auf den beiliegenden Blättern sind die Schaltungen dargestellt.

Ergebnis:

Fall I	3 normale + 1 kleiner Regenerator (um die Spitztemperatur auszunutzen)	zusätzlicher Energiebedarf	0 kW
Fall II	3 normale Regeneratoren	Zus. " "	250 kW
Fall III	3 " " " "	" "	0 kW
Fall IV	Bisherige Fahrweise: 2 Kammern, 3 Reg., 2 El.-Vorheizler	zusätzlicher Energiebedarf	390 kW.

Schappert

D.ds. Dir. Dr. Pier

Dr. Rumpf

Dr. Donath

Dr. Schmidt

Dr. Krönig

Dr. Jakob

Dr. Klinghardt

Dr. Proß

Berger

Höhfeld

Wöhner

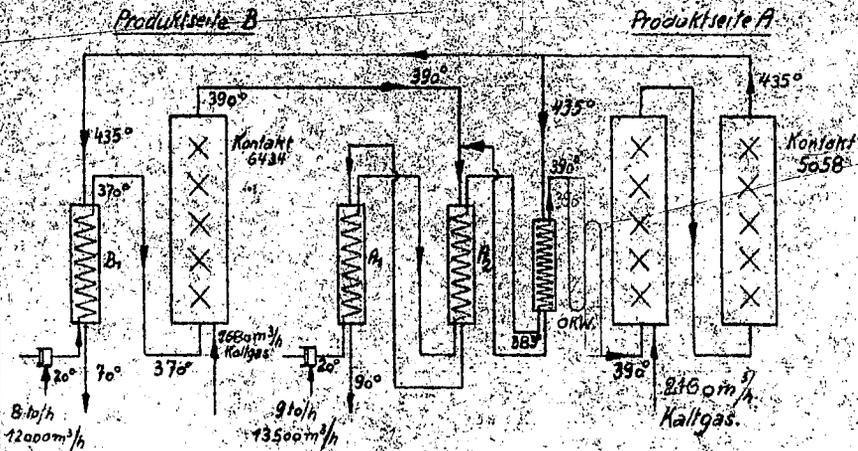
Schappert

Beutner

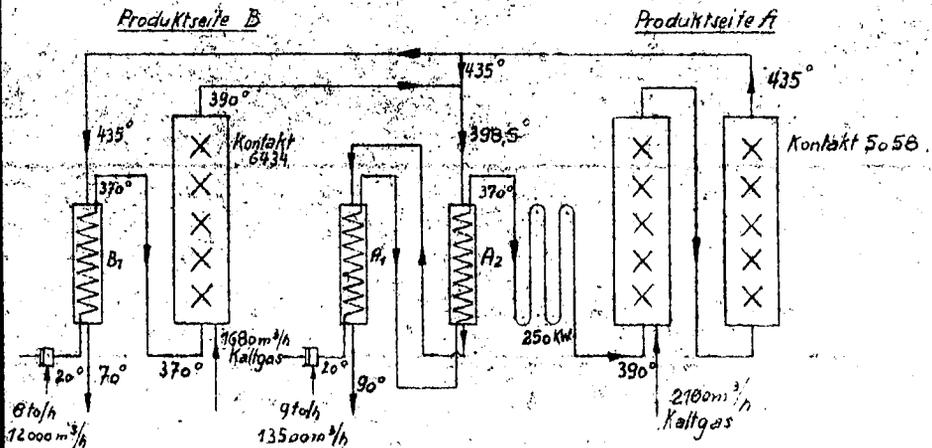
Egeli

Dr. Hübner.

Schaltung 1



Schaltung 2



Signature

Mappe 10.

Gr/Schw/Dra.

Luftwa Werke den 21. Dezember 1942 A.

Auszug aus dem Bericht über

Versuche an Blenden der Hochdruckgasphaseöfen der HydrierungEinleitung

In den Gasphaseöfen der Hydrierung werden, um eine gute Temperaturverteilung über den ganzen Ofen zu erreichen, Schlitzblenden eingebaut. Aufbauend auf die Versuche von Herrn Obering. Cron im Jahre 1934 und von Herrn Dipl. Ing. Schwab 1938 wurden 1942 weitere drucklose Modellversuche mit Stickstoff durchgeführt um folgendes zu klären:

- 1.) Zulässige Vergrößerung der Schlitzbreiten ohne Gefährdung der gleichmäßigen Temperaturverteilung im Ofen. Dabei mußte der Blendenabstand klein gehalten werden, damit kein Kontaktvolumen verloren geht.
- 2.) Druckverlust in den Blenden.

Versuchsordnung

Für die Versuche wurde ein Modell, geometrisch ähnlich unseren 800er Blendenöfen hergestellt. (Siehe Anlage 1). Der Blendenabstand und die Schlitzbreite konnte verändert werden. Bei dem gleichbleibenden Durchmesser der Thermoschutzhülse (50 mm im Ofen) entstehen bei Schlitzbreiten, welche größer als dieser Durchmesser sind, freie Zwischenräume in der Blendenmitte, die das Gas ungehindert durchströmen lassen. Um dies zu verhindern, wurden die Blenden nach Anlage 2 mit Ecken versehen, wobei jedoch auch Versuche ohne diese Ecken durchgeführt wurden.

In das Modell, mit 50% Kontakt gefüllt, wurde unten kalter Stickstoff eingeführt, welcher dem Kreislaufgas im Ofen entspricht, während knapp unterhalb der Blende heißer Stickstoff ($t = 170^\circ$), dem Kaltgas des Ofens entsprechend, zugeleitet wurde. Oben tritt das Gemisch vom kalten und heißen Stickstoff frei aus dem Modell aus und wird die Temperatur mit 32 in den Kontakt reichenden Thermometern gemessen. Die Gesamtanordnung ergibt ähnliche Strömungsverhältnisse wie in einem 800er Ofen bei einer Fahrweise von oben nach unten. Die Versuchsordnung ist aus dem Schema, Anlage 4 zu sehen.

Der Druckverlust in der Blende konnte zwischen Meßstelle 1 und 2 oder 2 und 3 ermittelt werden. Der Kontaktwiderstand oberhalb der Blende ergab sich aus der Druckmessung Nr. 2 (siehe Anlage 1).

Für den Ofenkammerbetrieb war vor allem das Verhalten der Blenden mit Schlitzbreiten von $b = 25$ mm (alte Ausführung), 50 mm (bis jetzt verwendete Ausführung), 75 mm (neu eingeführte Abmessung) und 100 mm vom Interesse. Als Blendenabstand sollten die Werte $a = 0.75 \cdot b$ und $a = 1.5 \cdot b$ untersucht werden. Infolge der kleineren Modellabmessungen ($\phi_{11} = 448$ mm) gegenüber dem 800er Ofen (maßgebender $1. \phi$ des Kontaktrohres $\phi_{11} = 655$ mm) mußten die Modellblenden folgende Abmessungen erhalten:

	Schlitz- breite	Blenden- abstand	Schlitz- breite	Blenden- abstand	Schlitz- breite	Blenden- abstand	Schlitz- breite	Blenden- abstand
Ofen	25	19 25 34	50	38 50 75	75	56 75 112	100	75 100 150
Modell	17	25	34	25 34 51	51	38 51 76	68	51 68

Infolge der großen Dichteunterschiede von Kreislaufgas und drucklosen Stickstoff war im Modell trotz hoher Gasgeschwindigkeit nicht die gleiche Reynold'sche Zahl wie im Ofen erreichbar. ($R_{\text{Modell}} = 12.9 \cdot 10^4$, $R_{\text{Ofen}} = 202 \cdot 10^4$).

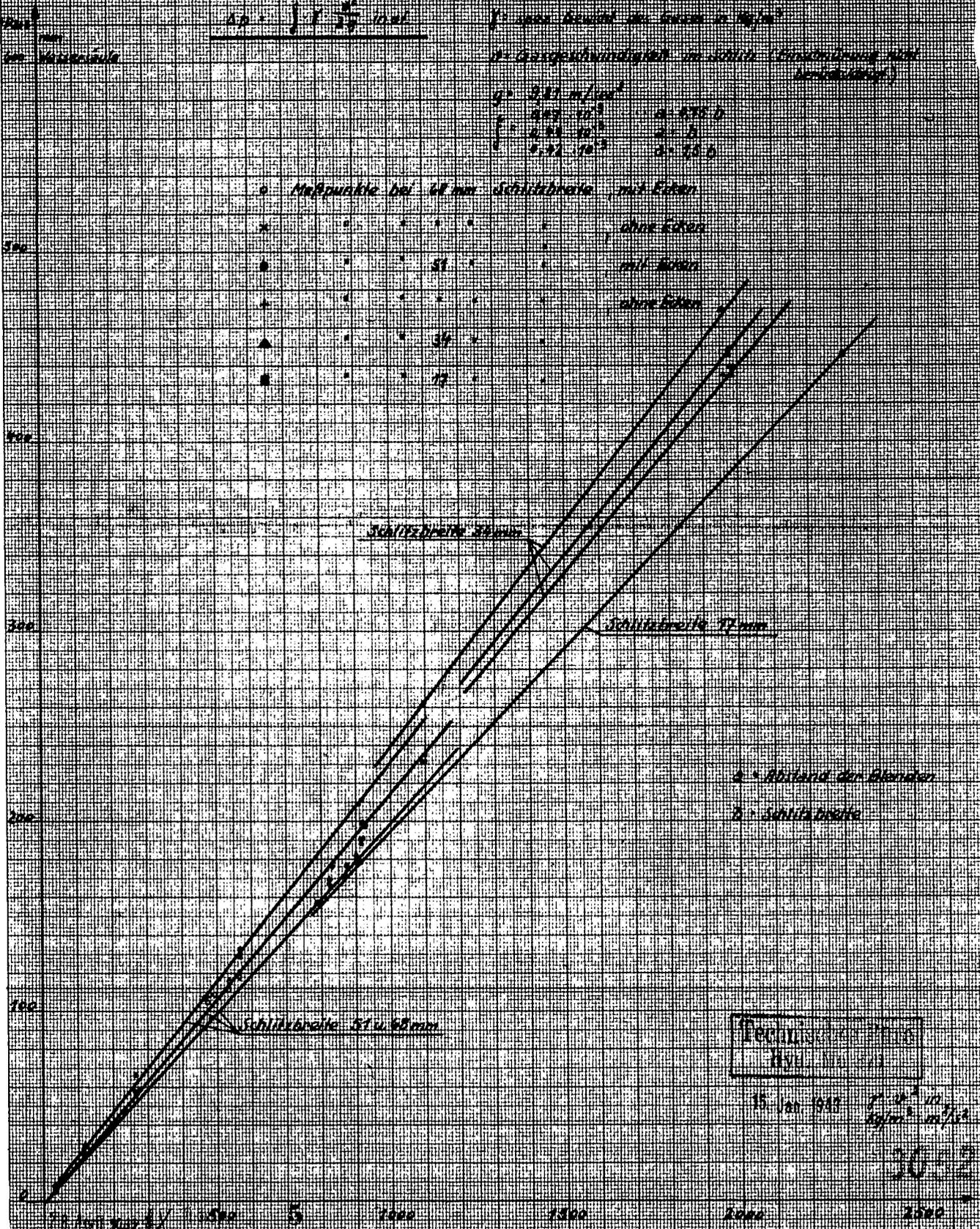
Abhängigkeit des Blendenwiderstandes W_{Bl} von dem Produkt $g \cdot d^2$

A3 297x420 mm

$$W_{Bl} = \frac{1}{2} \cdot \frac{g}{d^2} \cdot \mu \cdot \eta \cdot \rho \cdot v^2$$

ρ = Dichte des Gases in kg/m^3
 v = Gasgeschwindigkeit im Schlitz (Einstromung nach Verengung)
 $g = 0,21 \text{ m/s}^2$
 $\mu = 0,017 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$
 $\eta = 0,017 \cdot 10^{-3}$
 $\rho = 1,29 \cdot 10^{-3}$
 $\rho = 1,29 \cdot 10^{-3}$

- o Messpunkte bei 44 mm Schlitzbreite mit Eisen
- x " " " " " " " " " " " "
- " " " " " " " " " " " "
- " " " " " " " " " " " "
- " " " " " " " " " " " "
- " " " " " " " " " " " "

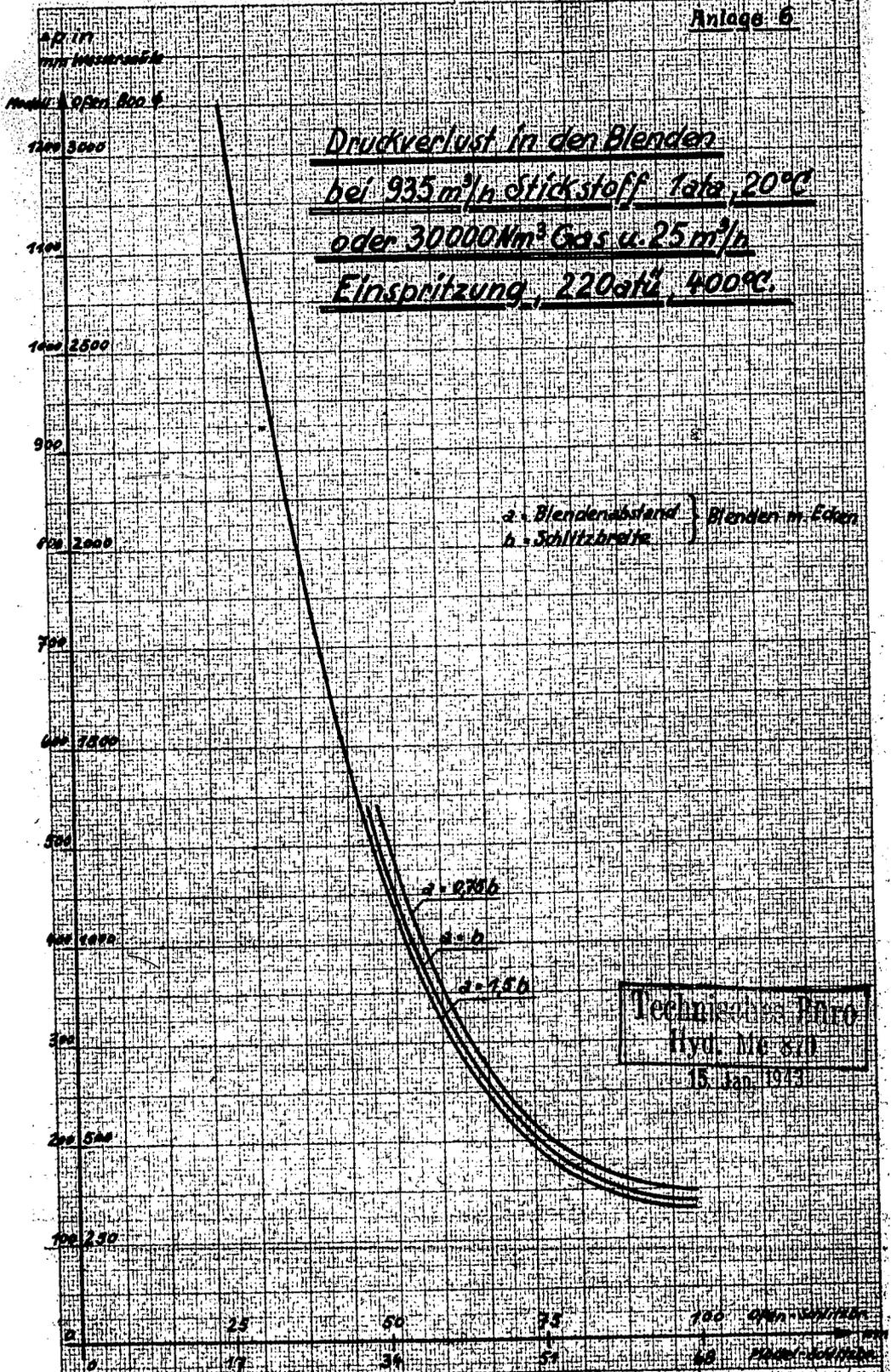


d = Abstand der Blenden
 B = Schlitzbreite

Technische Zeichnung
 15. Jan 1955

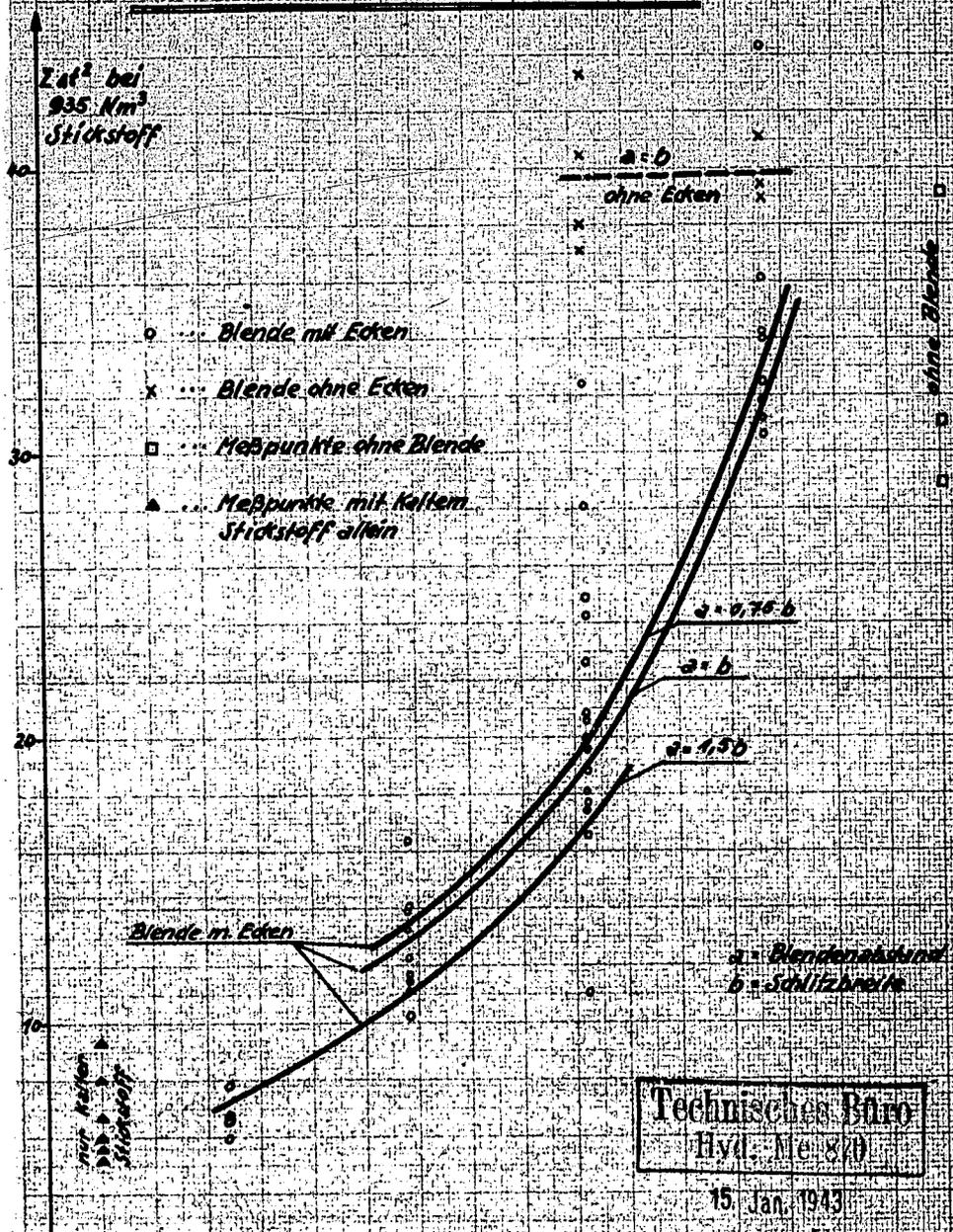
$g = 0,21 \text{ m/s}^2$
 $\mu = 0,017 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$
 $\eta = 0,017 \cdot 10^{-3}$
 $\rho = 1,29 \cdot 10^{-3}$

Druckverlust in den Blenden
bei 935 m³/h Stickstoff T_{akt} 20°C
oder 30000 Nm³ Gas u. 25 m³/h
Einspritzung, 220 atü, 400°C.



Technisches Büro
 Hyd. M 6 570
 15. Jan. 1973

Abhängigkeit der Summe at^2 von
der Schlitzbreite der Blenden bei
verschiedenem Blendenabstand.



Technisches Büro
Hyd. Nr. 870

15. Jan. 1943

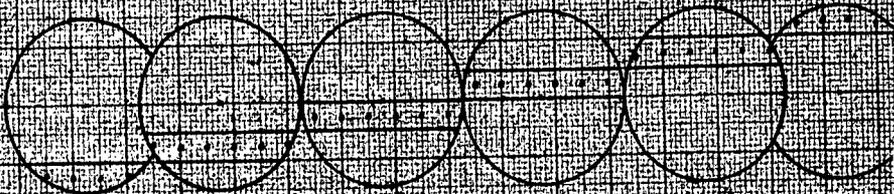
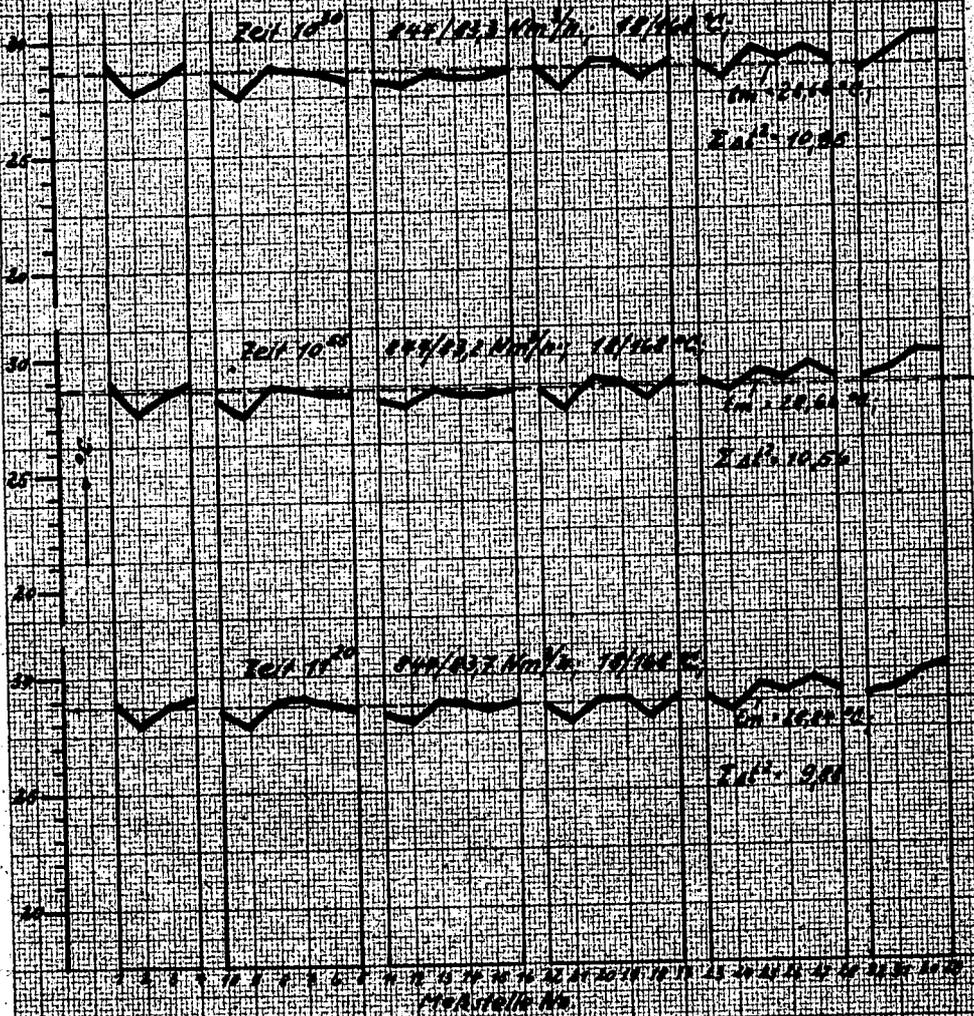
	23	50	70	Summe
mit kaltem Stickstoff	17	34	54	105
ohne Blende				68

Ammoniakwerk Merseburg
Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Postfach Merseburg (Kreis Merseburg)

3056 (9)

28. April 1942

Versuch No. 17	Blendenabmessungen Blendenabstand	220/30 mm 27°	Kontakthöhe unten: 0 oben: 10 mm
-------------------	--------------------------------------	------------------	--



Obige Blendenabmessungen
entsprechen den jetzt
gebräuchl. Abmessungen
in den Öfen mit
D = 50 mm; d = 25 mm.



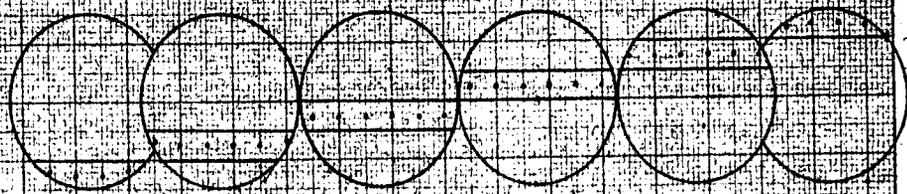
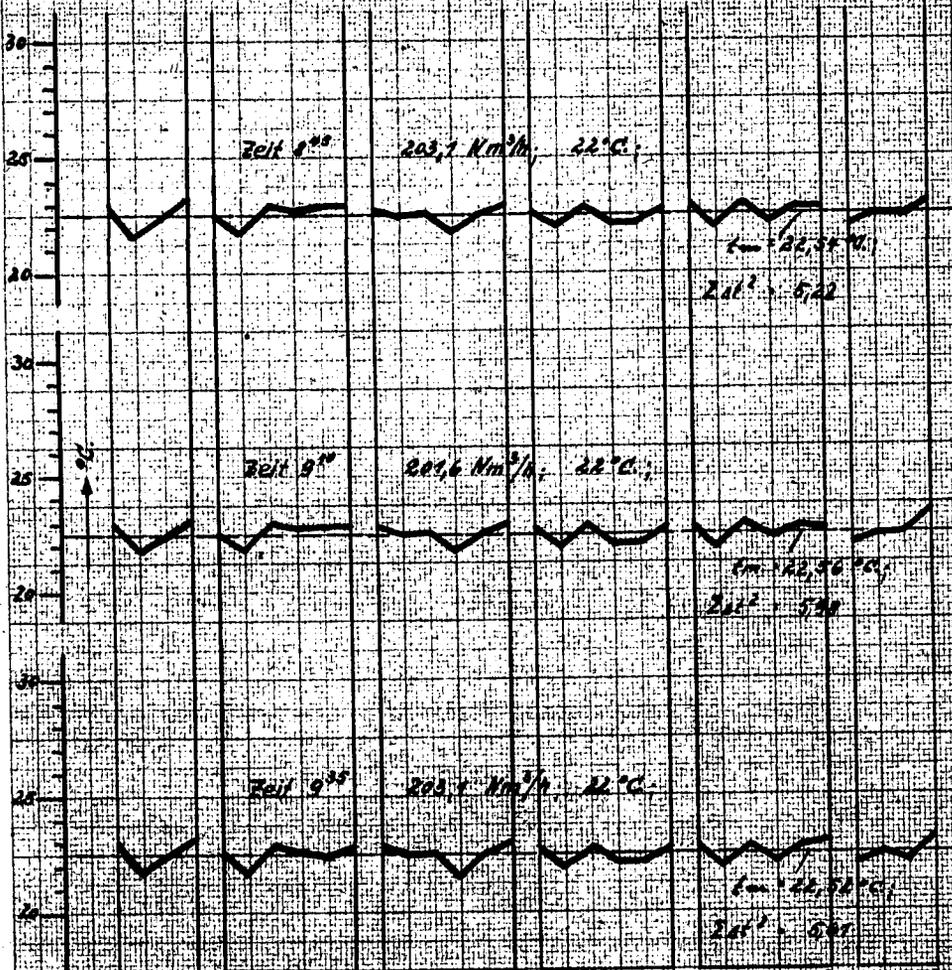
Technisches Büro
Karl-Liebknecht-Str. 10
5. Okt. 1933

Anmottakwerk Merseburg
Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Karl-Liebknecht-Str. 10

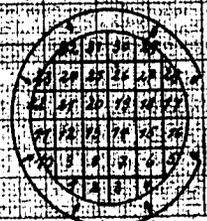
3060

2. 3. 34

Versuch No. 28	Blendenabmessungen: 220/39 mm	Kontaktfläche: unten: 0 oben: 10 cm
	Blendenabstand: 51	



Versuch wurde nur
mit kaltem Stickstoff
gefahren.



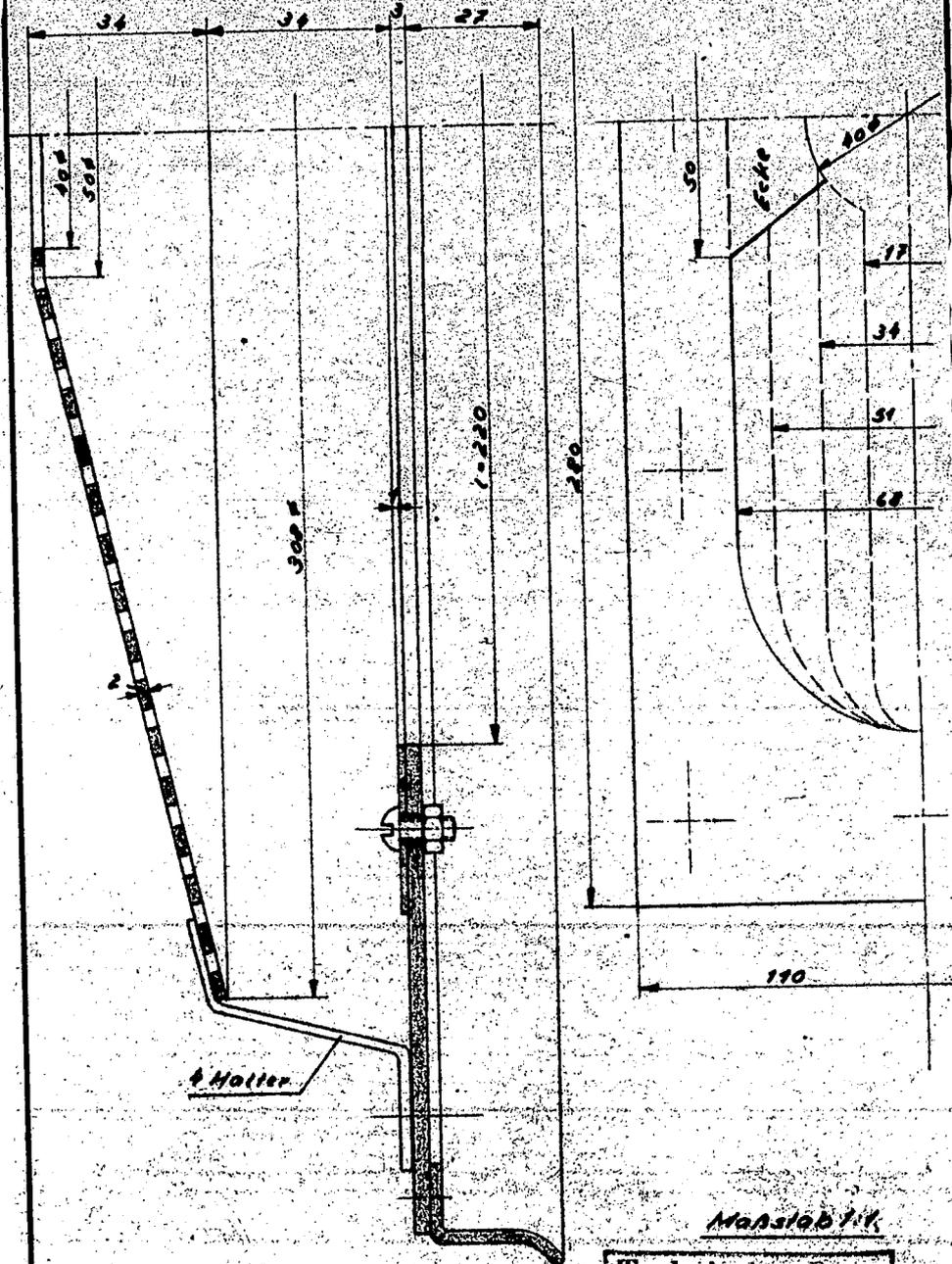
Technische Zeitschrift
Hyd. Nr. 870

15. Jan. 1942

Ammoniakwerk Merseburg
Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Leuna-Werke (excl. Merseburg)

3062 (9)

12.3.42

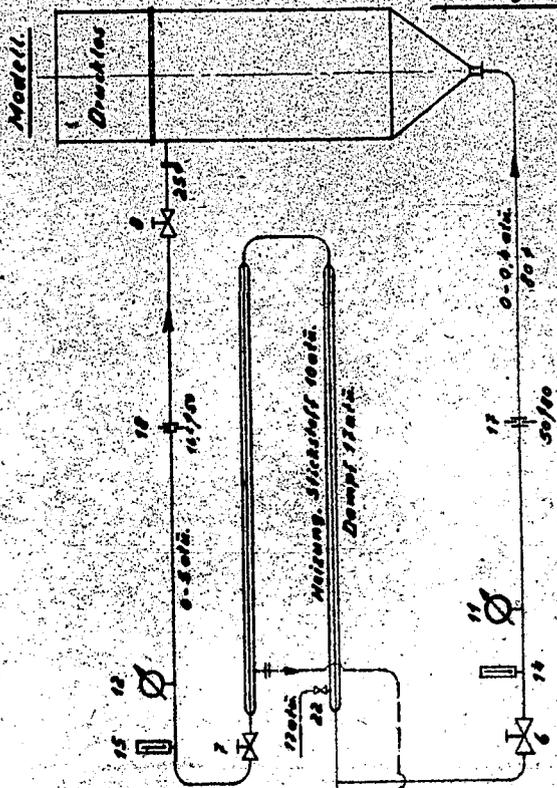


Technisches Büro
Hyd. Me 870

15. Jan. 1943

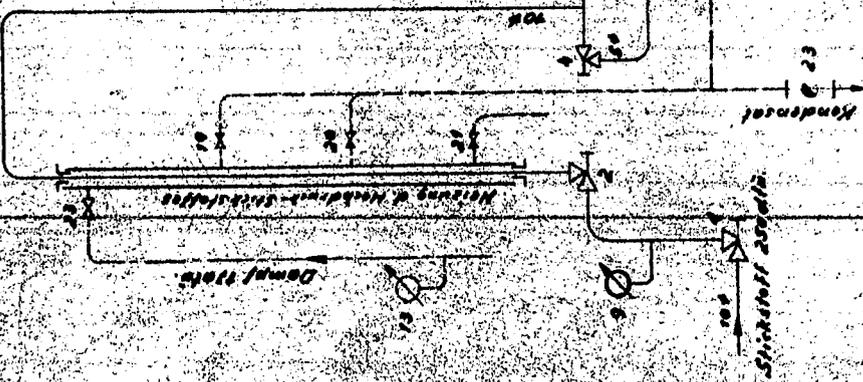
05947

Anlage 4



Technisches Büro
Hyd. Nr. 870

15. Jan. 1943



Ammoniakwerk Merseburg G. m. b. H.

Rohrschema

3090⁽⁹⁾

Wärmebild aus 4 Reagenzglasröhren mit trockenem Wästerland auf

Im Saugrohr (Ca 13 + 16 + 7 mg)

50% Natrium NH₄Cl Ablagerungen in Regeneratoren

1) Reg. II No 812 Einzug 33 Kamm 16 X

Neu eingekühlt am 20. 9. 36. ab Reg. II

Schreibzeiten	Datum	Dauer	Verfahren
	20. 9. 36 - 19. 3. 37	= 180 Tage	Mischung A ₂
	20. 3. 37 - 11. 3. 38	= 282 "	A ₁ Prob.
	19. 1. 38 - 20. 2. 38	= 31 "	Mischung A ₂
		493 "	

Wästerland im Reg. II Saugrohr	Umsatzmenge	Summepack	Kalorien	Absorption
27. 9. 36	20000 l	18000 m ³	10000	1,4 Prob.
12. 11. 36	23000 l	17000	9800	2,8
1. 2. 37	10500 l	17000	6500	1,8
24. 2. 37	15000 l	17000	10500	0,6
24. 3. 37	12300 l	22000	19900	3,6 A
17. 5. 37	14000 l	18000	15600	1,9
16. 7. 37	21000 l	16000	11100	2,3
11. 8. 37	13500 l	16000	18600	1,9
28. 9. 37	9500	16000	12400	1,7
25. 11. 37	14500	15000	18400	2,5
24. 1. 38	7500	20000	21000	0,9 M.
10. 2. 38	10000	15000	14000	5,0
14. 2. 38	5000	15000	6000	10,0

Im Wärmebildgang der Regeneratoren II soll sich im Verlauf des Betriebes
bis zum Anfang September 1937 bei 200-220 m³ je Tag und rasch auf 150 m³ werden
bis zur Abkühlung auf 20 Grad/m² etc.

Ausgangspunkt der Reaktionen Et. Ka. 16.

Das Rohmaterial war ausser rein, die Probe hatte keinen Kieselgehalt.

Die obere Rohboden war teilweise mit einem weissen Salzangriff belegt.

Die Rohboden hatte ausserdem Rollablagerungen, die 2/3 Teil in Kalkstein von ca. 1 cm Höhe angelegt waren. Die Probe war nur so weit man sehen konnte frei.

Die untere Rohboden war ebenfalls stark angegriffen in helle in der Mitte einen schwarzen, weissen Salzangriff.

Bei der Prüfung der einzelnen Rohen auf Durchgang waren von den 159 Rohen 139 Rohen unverschlupft. 7 weitere waren verschlupft und nur 5 Rohen waren gang frei. Die Verschlupfung in den Rohen war schwarz in helle Ebn.

Anschein, wie der Rostbestand aus den Rohen der Kanne 13.

Die Analyse zeigt folgende Werte.

- a) grobe Teile abgewaschen: 16,66% S
 - 7,25% Cl
 - 3,70% NH₃
 - 52,20% Fe
- ausserdem enthält die Probe W. u. Lu.

- b) feine Teile (nach Durchgang): 11,92% S
- 13,88% Cl
- 6,60% NH₃
- 26,65% Fe

Es handelt sich also um ein Gemisch von Ammonchlorid und Ammonnitrat die Probe enthält kein CO₂

2.1 Reg II No 829 Einlag 46 Kanton 13. X

Wärmeleistung am 14.7.37. K₂₀

Betriebszeiten: 14.7.37 - 23.7.37 = 9 Tage Einsparungsprodukte
Mündig AB

24.7.37 - 3.12.37 = 125 " Mündig AB

18.12.37 - 7.4.38 = 120 " A-Produkte

254 "

Wärmeleistung Reg II, Heizperiode

	Einmischung	Jenungang	Kalorien	Abkühlung
17.7.37	20000 L	25000 m ³	5900	0,6
20.7.37	23000 L	30000 "	10000	1,1
5.8.37	30000 L	30000 "	12700	2,5
25.10.37	23500 L	"	15300	3,1
29.10.37	20000 L	"	11400	3,5
15.11.37	23500 L	"	29400	5,6
21.12.37	10000 L	35000	13900	3,5
20.1.38	19000 L	40000	19300	6,6
10.2.38	20000 L	38000	19000	7,3
10.3.38	20000 L	"	20200	7,4
17.3.38	20000 L	"	21200	9,4

Die Wärmeleistung des Regenerators ist im Verlauf der Betriebszeit von 400 auf 160 kcal/m³ abgeklungen.

X Regenerator würde auf dem Innenweg mit Wasser gespült. In weiter angegebener Anlage des Luftsperrsystems siehe S. 9a

Außenbündel Repetitor 2 Ka 13

Außenbündel fast ganz röhren mit geringer Feibelag.

Innenbündel " obere Rohrboden

Nach dem Aussehen waren ein paar wenige Röhre mit einem schwarz grauen Belag verstopft

auch am unteren Rohrboden war von Verstopfungen wenig zu sehen, einzelne Röhre waren mit lockerem grauschwarzem Belag verstopft.

Beim Außenbündel zeigte sich jedoch, dass zumeist von den 15 Röhre 4-3 Röhre vollkommen verstopft in ein weiteres kleiner Teil der Röhre stark verengt war. Der Rückstand aus den Röhren war schwarz in hatte ein ähnliches Aussehen wie bei ein Reg II der Kammer 16 gefundene Ansatz.

3.1 Reg. II, No 827/18 Laine. 7.

Mit eingebaut am 27. 8. 35

Beh. jalen: 27. 8. 35 - 25. 11. 38 mit geringen Unterdeckungen.

1010. Jektage
mit Mischling A+B. Prod.

Wirkstand in Reg. II Laine:

	Empfangung l	Geneignung	Kollgen	Abm. Differenz	
				Reg. I	II
6. 8. 37	26000	16000	5600	0,6	1,8
7. 9. 37	28000	16000	8400	0,9	1,7
5. 10.	21000	16000	11300	1,7	2,6
6. 11	24000	16000	6600	1,7	2,5
15. 11.	15500	16000	10400	1,6	3,5
7. 12.	19500	15000	6800	1,4	4,1
18. 12.	20500	15000	9600	1,0	5,5
18. 1. 38	15000	15000	12400	0,8	4,5
15. 2.	18500	15000	12500	1,6	4,3
10. 3.	19000	15000	13500	1,5	4,8
17. 3.	13000	13000	12400	2,0	5,0
7. 4	12000	13000	9300	2,2	4,5
29. 4.	10000	13000	7900	3,3	4,5
30. 4.	10000	13000	7500	3,1	4,9

Der Wirtungswachstum der Rejeneratoren 3 mit seit Dezember 1937 langsam von 240 auf 120 abgefallen.

Übersicht befindet des Regenerators I Kar 7 No 827/18

Äußerer Weg: Röhren sind die Rohre zum sehr wenig verschmutzt, sie sind mit einem leichten schwarzen Rußanflug überzogen, der auch oben starkes Wind.

Innerer Weg: oberer Rohrboden. Eine große Anzahl von Röhren sind, soweit man sehen kann, mit rotbraunen Rostschichten hinlänglich verstopft.
starke Rostschichten

unterer Rohrboden: die Rohre sind stark angeätzt, aber zum Weingüll verstopft. Mehrere Röhren stark angeätzt in konzentrische ^{Frankenbe} Form.

Übersicht wird nicht beendet. 117 Rohre mühen zu werden. Anzahl Rohre geringere in wird wieder zusammengeführt.

Übersicht befindet des Regenerators I Kar 7 No 832/23.

Durchlass Widerstandsrechnung ausser 0 mm
Innen 350 mm Öl.

Äußerer Weg: Einzelne Rohre haben FeS Krusten bis 1,5 mm, andere Rohre werden fast keine Verschmutzung. Die FeS Bildung ist am kalten Ende stärker als am der kalten Seite.

Die Rohre haben ausserdem eine schwarze rußartige Beschichtung.

Innerer Weg: oberer Rohrboden: fast alle Rohre sind postwachsenden Rückstand

nicht mehr verschmutzten FeS
verstopft, soweit bis jetzt zu sehen ist. Die Verstopfung durch leicht durchlassend.
Rohre sind also durchflüssig verstopft.

unterer Rohrboden: sämtlich zu diesem Rohrboden starkes Rostbeleg mit weissem Salzauflage.

117 Rohre
von
zu sind aber zum Weingüll Rohre verstopft. Mehrere Rohre zeigen relativ starke Ausblühungen. abg. Rückstand vom Röhren abgeputzt Analyse 10/11/23

4.) Regenerator II Karte 9.

Neu eingebaut am 18. VII. 35

Beh. zeiten 18. VII. 35 - 19. V. 38 mit geringen Luftbrüchungen

1020 Betriebsstage

Die letzten 210 Tage mit A Produkt mit mehrfachen Luftbrüchungen in denen auf Minderung umgestellt wurde. Die übrige vorherige

○ Betriebszeit immer mit Minderung gefahren.

	Empfängnis	Geneigung	Kalorien	Abm Differenz Rep I	Rep II
28.6.37	25000	16000	4600	0,9	1,2
14.9.	16000	16000	18100	1,5	2,9
14.10	13000	20000	13000	1,8	2,7
4.11	14500	16000	11000	2,1	2,5
30.11	14500	15000	10400	2,0	2,5
24.12	10000	15000	10900	1,7	3,0
25.1.38	16000	15000	12700	4,0	3,0
24.2	16000	15000	8400	1,5	1,2
13.3	13000	15000	11900	5,5	3,3
22.3	15000	15000	11600	4,4	2,0
21.4.	12000	15000	1600	2,7	1,4
24.4	12000	15000	1600	2,7	1,4

Der Wärmebrüchgang beider Regeneratoren fast komplett ohne Sprünge ab.

Ausgangsbefund des Regenerators I, Ka 9 No 822/13.

Äußerer Weg: von unten nach oben zunehmendes Fe-²⁺-Niederschlag, unten sehr wenig, oben kräftiger bis zu 2,5 mm Dicke mit einer dicken schwarzen rüdenartigen Schicht. Analyse?

Innerer Weg: oberer Rohrboden: über die Hälfte der Rohre sind verstopft mit rüdenartigem Rückstand.

unterer Rohrboden: die meisten Rohre scheinen frei

91 Rohre innen verstopft.

zu sein, Einzelne Rohre haben einen weissen Salzauflauf, z.T. in Klumpen abgelagert. NH_4Cl

Ausgangsbefund des Regenerators 9, Ka 9 No 824/14

Widerstand zwischen Druckklo. 0 mm

innen 98 mm Öl.

95 Rohre waren innen verstopft, der Regwürde geändert zu werden empfohlen.

Außen auf den Rohren war ein rüdenartiger Aufschlag festzustellen.

Chloranalyse

	A Produkt 550/503	Mischung A+B	P 554 Tab.
April 1937	0,006%		0,019
Mai "	0,020		0,029
Juni	0,009		0,016
Juli	0,008	0,006	0,016
August	0,026	0,018	0,028
September	0,015	0,014	<u>0,021</u>
Oktober	0,028	0,013	0,021
November	0,020	0,020	<u>0,035</u>
Dezember	0,018	0,016	0,022
Januar	0,016	<u>0,033</u>	0,025
Februar	0,017	0,019	<u>0,043</u>
März		<u>0,030</u>	<u>0,052</u>
April		<u>0,054</u>	<u>0,060</u>
			0,048 6.VII.38.
12. IV. 38	Europ. Prod Ka. 11	0,015% Cl	
"	MischKa	0,019% Cl	
"	A Produkt	0,020% Cl.	

Har 5 Einigung Kas. Zan.

Jan 37	0,03%	
Feb 37	0,05	
März 37	0,08	
April 37	0,05	- 6434
Mai 37	0,06	
Juni 37	0,09	
Juli	0,09	
August	0,07	
Sept	0,07	
Oktr	0,06	
Nov	0,06	
Dez	0,07	
Jan 38	0,07	
Feb 38	0,06	

6434 Bf. ab März 37.

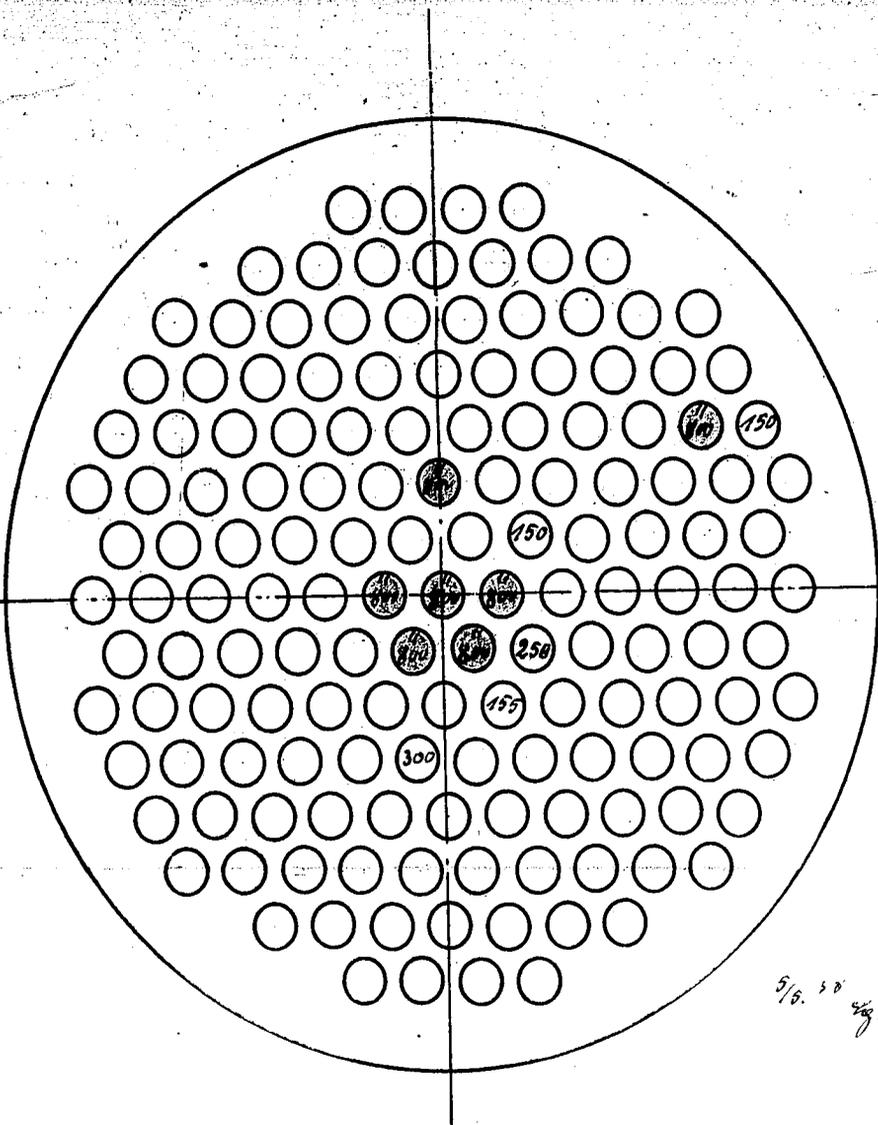
✓ Reg. 812, Einfaß 33 Blumen 16

Hy Blatt **454**

139 Röhre angeschlossen

12 Röhre geben Abgang, davon 7 über 8W zu Nitrofluorid.

05961



5/6. 50 kg

Umordnung der Röhre gegen 500° Reg.

151 Röhre 14/23 f.

Rey 828, Empfänger 46 aus Kamm 73

Hy Blatt 454

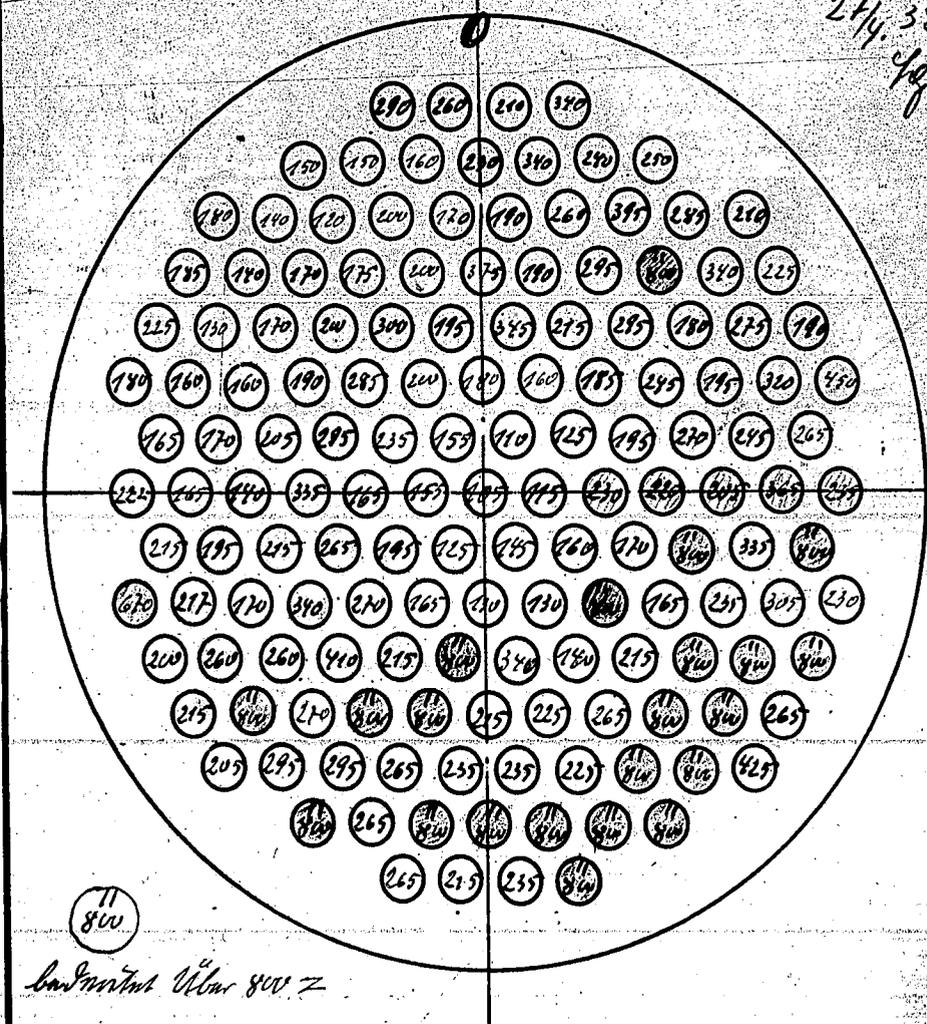
05962

Umsatz 5/25 f

Wormsler Distriktsamt mit meinen Report 1/12 f 18000 kg
600 kg. 800 Öl. 95 H²⁰

Wormsler Distriktsamt

274.38
f/kg



Umsatzrechnung für Rohre vom 1.1.1914

151 Rohre 14/19 f.

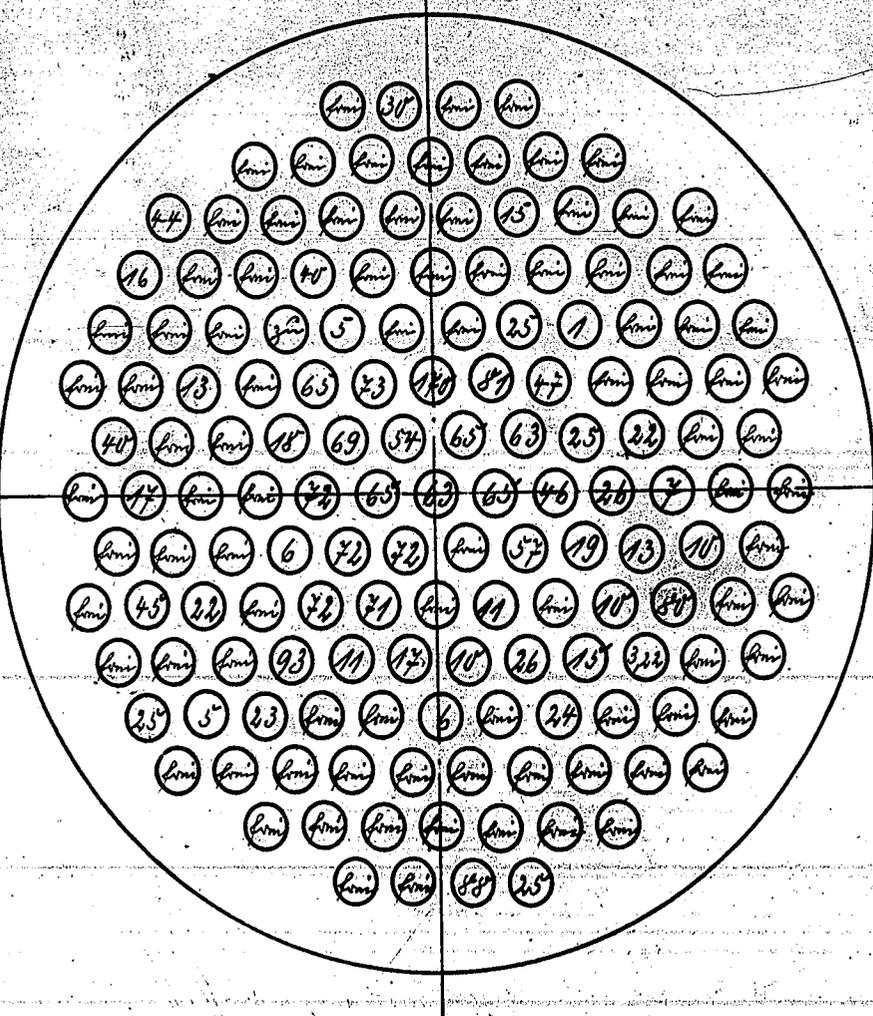
19. September 1938

Hy Blatt 454

05963

Form = kleiner Kern
verfärbt

= 92 Stk.
59
// 151 Stk.



Abminderung der Röhre gegen 500° Reg.

151 Röhre 14/23 Stk.

Hy Blatt 454

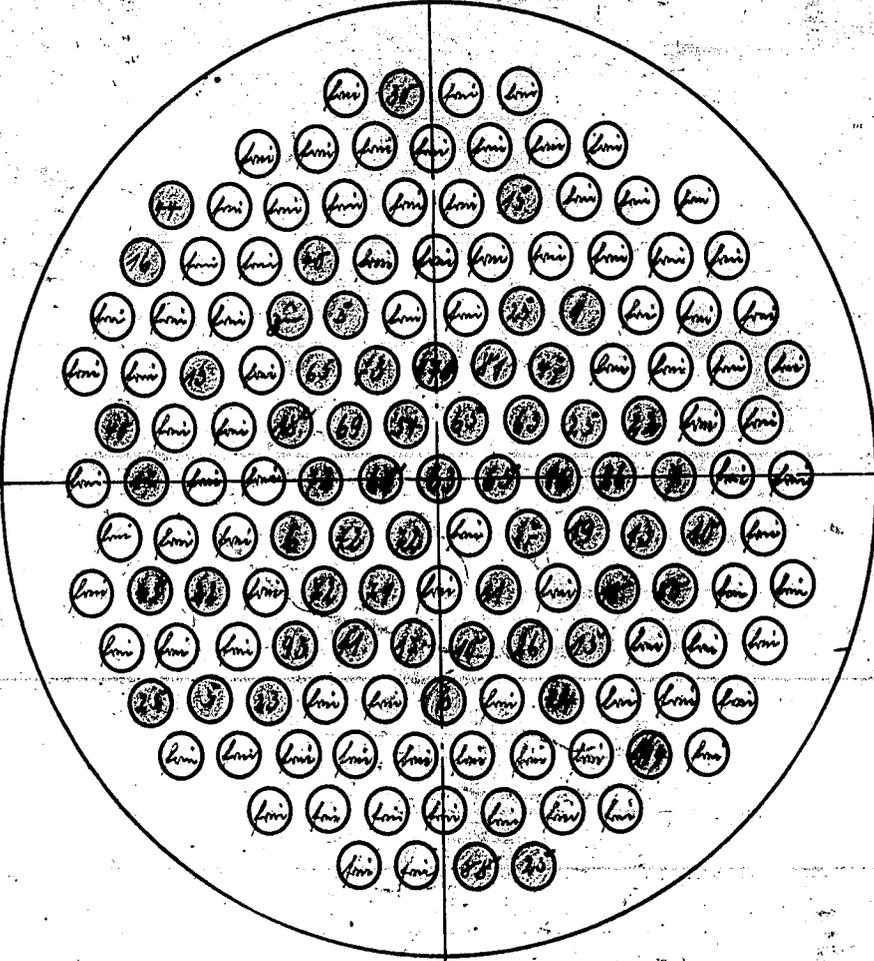
Leini - über 6 m.

19. September 1938.

59 Rohre zu bis 2 mal
zusammen

93 Stk. Leini
59 " angesetzt.
151 Stk.

818/10



Anordnung der Rohre zum 500" Reg.

151 Rohre 14/23"

Aktennotiz:Schwingungsmessungen an Vorheizern.

In Fortsetzung der Messungen, die am 30. Januar 1937 an Vorheizern der Kammer 4 durchgeführt wurden, ergeben sich neuerdings folgende Versuche.

- 1.) Kammer 8. Beim Anfahren der Kammer 8 am 26. Februar 1937 wurde der Versuch vom 30. Januar 1937 wiederholt. Bei gleichen Vorheizerdimensionen (8 1/2 Haarnadelrohre, 120 mm Durchmesser) und gleichbleibender Anreizmenge (5 000 ltr/h) wurde die Gasmenge schrittweise von 20 000 m³/h auf 12 000 m³/h zurückgenommen. Der Widerstand im Vorheizern wurde doppelt gemessen und aufgeschrieben; einmal mit der alten Apparatur (Druckwaage mit vorgeschalteter Hg - Säule) und außerdem mit einem von Herrn Dipl. Ing. Weiss entwickelten Differenzmanometer, das mit Hilfe eines im Hochdruckraum eingebauten Niederdruckmanometers mit Ferngeber die Anzeige elektrisch überträgt. Die letztere Meßanordnung besitzt gegenüber der ersteren kaum schwingungsfähige Systeme.

Die beigelegte Photokopie (Blatt 1) zeigt beide Druckdifferenzmessungen in Verbindung mit den wechselnden Gas Mengen. Um auf den gleichen Zeitmaßstab zu kommen, mußte das untere, mit Ferngeber aufgenommene Diagramm wesentlich verkleinert werden. Trotzdem sieht man daraus sehr schön die einzelnen Schwingungen im Gasvorheizern, die die Ringwaage zwar grundsätzlich auch wiedergibt, ihnen aber nicht in den einzelnen Phasen folgen kann.

Beim zurückfahren des Gases ergaben sich bei 16 000 m³/h Gas zeitweise kleinere Schwingungen, die bei 14 000 und 12 000 m³/h Gas wesentlich stärker und ausdauernder wurden. Bei Steigerung der Gasmenge auf 16 000 m³/h verschwanden die Schwingungen und es blieben nur unregelmäßige Druckschwankungen. Diese Ergebnisse decken sich mit den Versuchen vom 30. Januar 1937 am Vorheizern der Kammer 4.

2.) Kammer 2. Bei der Messung der Druckdifferenz des Ofen I der T.F.H.-Kammer zeigte es sich, daß sich die Schwingungen bis in den Ofen hinein erstreckten. Es wurde daraufhin die Meßapparatur an den Gasvorheizer geschaltet. Die Schwingungen haben gegenüber denen im Ofen eine bedeutend größere Amplitude. Es sind zwei Photokopien beigegeben von Tagen, an welchen Druck und Eingangsmenge sich änderten, sodaß der Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit auf die Schwingungen erkennbar wird.

Der Gasvorheizer der Kammer 2 hat 8 und $\frac{2}{2}$ Haarnadelrohre von 70 mm ϕ . Es wurden 3 500 l Teer eingespritzt.

Am 22. II. wurde der Druck in der Kammer von 210 auf 300 Atm erhöht und das Gas kurze Zeit nach der Druckerhöhung von 5 000 auf 3 500 m³ zurückgefahren. Aus dem zugehörigen Druckdifferenzstreifen ist ersichtlich, daß die Schwingungen durch die Druckerhöhung zunächst vergrößert wurden entsprechend der Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit in den Rohren von 2,50 m/sec auf 1,60 m/sec. Bei der anschließenden Erhöhung des Gasdurchgangs von 3 500 auf 5 000 m³ stellte sich die alte Schwingungsbreite wieder ein. Bei dem Hochfahren des Gases wurden für kurze Zeit 20 % Gas zuviel gefahren. Obschon diese Periode sehr kurz war, läßt sich im Schwingungsdiagramm deutlich ein Effekt erkennen: Die Schwingungen verschwinden nahezu.

Ein ähnliches Bild ergibt sich aus dem Diagramm vom 27. II. 37. An diesem Tag wurde der Druck von 300 Atm auf 220 Atm zurückgefahren und dann anschließend der Gasdurchgang von 5 000 m³ auf 3 500 m³ zurückgefahren. Bei der Betrachtung dieses Streifens ist zu beachten, daß die Gasdichte sich stark änderte, sodaß die gefahrene Gasmenge nicht direkt proportional der Anzeige der Gaswaage ist, sondern daß unmittelbar nach dem Zurücknehmen des Gases zunächst zu wenig Gas gefahren wurde.

Aus den Diagrammen der beiden Tage ergibt sich deutlich die Abhängigkeit der Schwingungen von der Strömungsgeschwindigkeit, da gleiche Schwingungsbreite bei 200 und 300 Atm auftrat, wenn durch den veränderten Gasdurchgang wieder gleiche Strömungsgeschwindigkeit eingestellt wurde. (3 500 m³ bei 210 Atm = 2,29 m/sec und 5 000 m³ bei 300 Atm = 2,29 m/sec.)

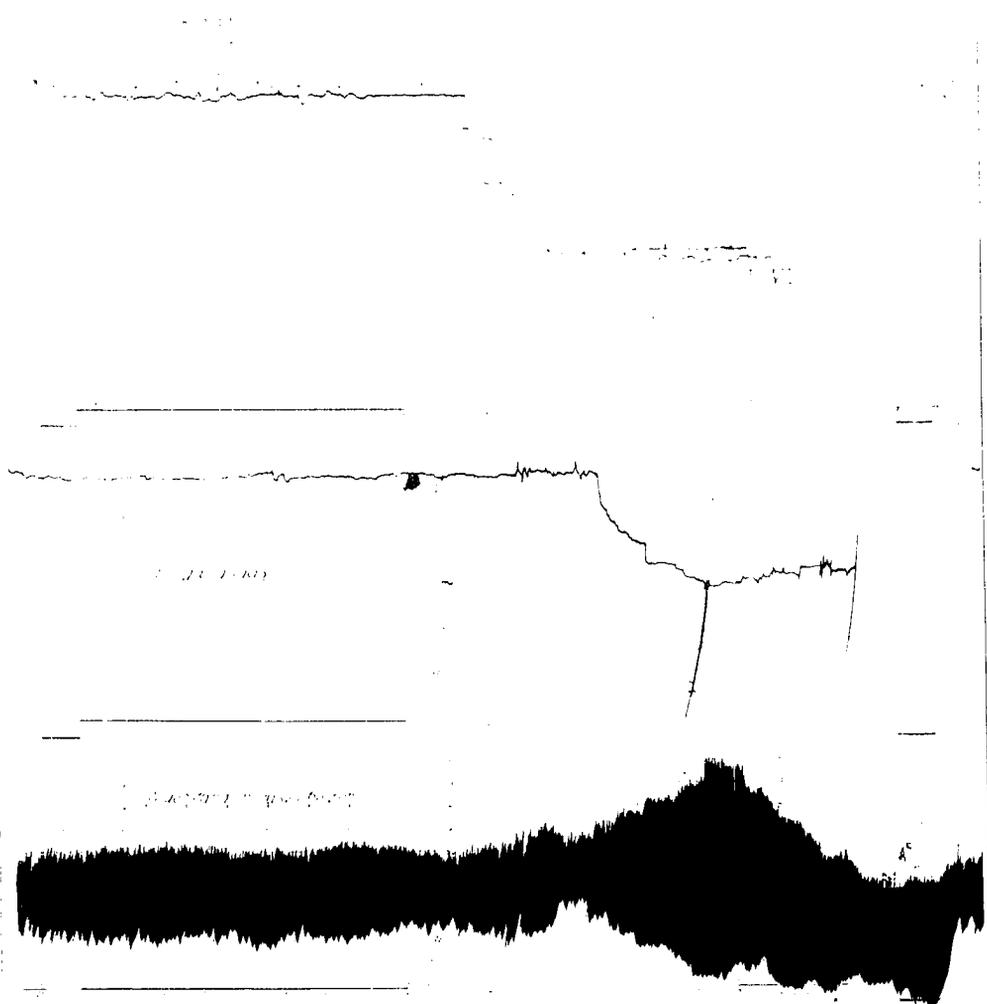
3.) Kammer 2. Auf Grund vorstehender Beobachtungen wurde am 6. März an Kammer 2 ein Versuch durchgeführt, bei dem bei konstanter Einspritzmenge von 3 500 ltr./h die Gasmenge gleichmäßig und langsam vorgefahren wurde. Und zwar in 1 1/2 Stunden von 5 000 m³/h (2,3 m/sec) auf 8 000 m³/h (3,7 m/sec). Es sollte beobachtet werden, ob und bei welcher Menge die Schwingungen im Vorheizger aufhören. Das Beiblatt 4 zeigt Ausschnitte aus den Messungen, die mit Druckwaage und Differenzdruckmessung nach Weis durchgeführt wurden. Die Fotokopie zeigt etwa alle 15 Minuten den Schwingungszustand, bei je 500 m³/h Gasänderung.

Es zeigt sich, daß die Schwingungen, die bei 5 000 m³/h und 5 500 m³/h sehr stark sind, bei 6 000 m³/h wesentlich nachlassen, bis 6 500 m³/h gleich bleiben, wenn nicht eher stärker werden und erst bei 7 000 m³/h stark nachlassen, um gegen 8 000 m³/h in unregelmäßige Schwankungen überzugehen. Die langsame Rücknahme der Gasmenge zeigt ein entsprechendes Bild, wobei die Schwingungen in beiden Richtungen mit zeitlicher Verzögerung erst folgen.

gez: Friehmelt. gez: Schwab.



T.H.-Versuch Ka. 2 Druckdifferenz

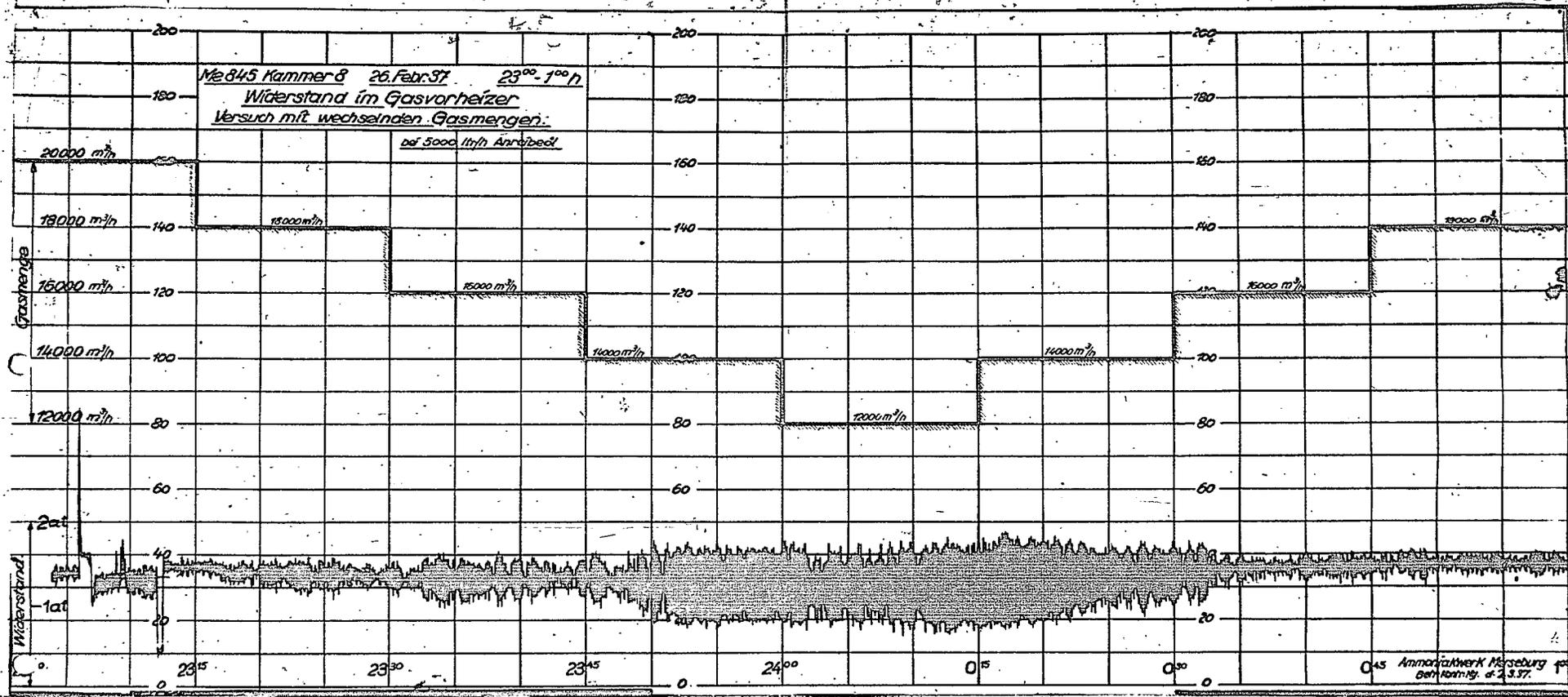


TTH Versuch Ka. 2. Druckdifferenz.

Druckdifferenz

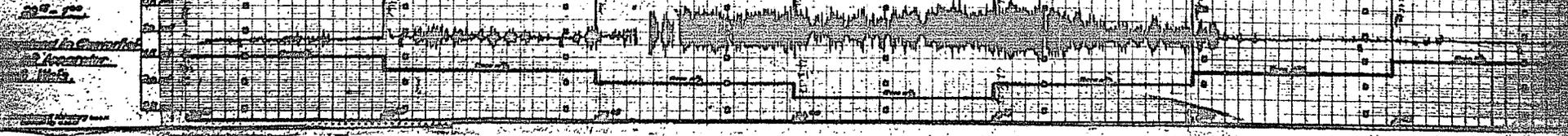
Me 845 Kammer 8 26. Febr. 37 23⁰⁰ - 1⁰⁰ h
Widerstand im Gasvorwärmer
Versuch mit wechselnden Gas Mengen.

bei 5000 l/h Antriebsdruck



045 Antriebswerk Messburg
bei 5000 l/h

1648 Febr. 27. 1937
23⁰⁰ - 1⁰⁰



1. The first part of the document is a list of names and addresses.

2. The second part of the document is a list of names and addresses.

3. The third part of the document is a list of names and addresses.

4. The fourth part of the document is a list of names and addresses.

5. The fifth part of the document is a list of names and addresses.

6. The sixth part of the document is a list of names and addresses.

7. The seventh part of the document is a list of names and addresses.

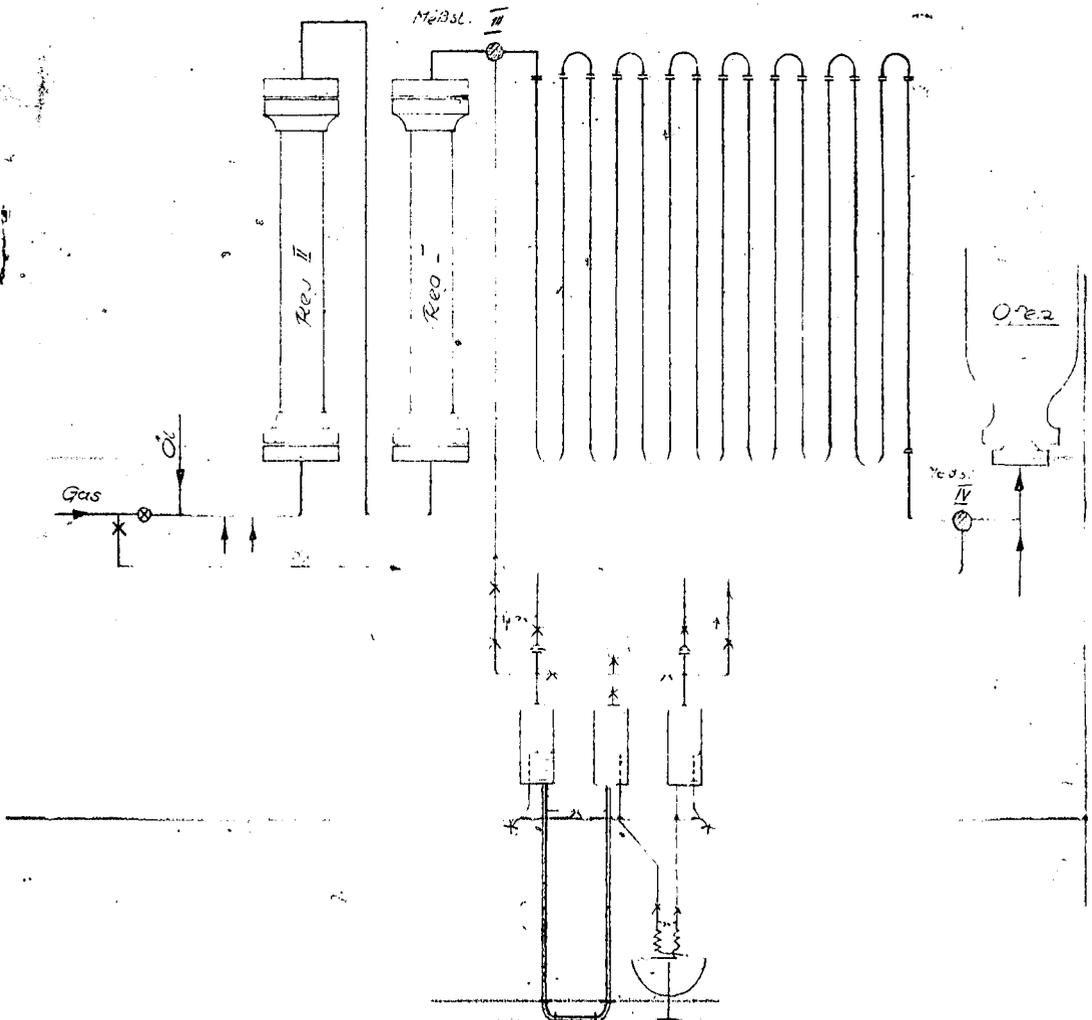
Aktennotiz.

Hrn. Dr. Friedmann
" Dr. Pentzek
" " Hiland

H. Friedmann
H. Kammwirth

Schwingungsmessung am Vorheizer Ka. 4.

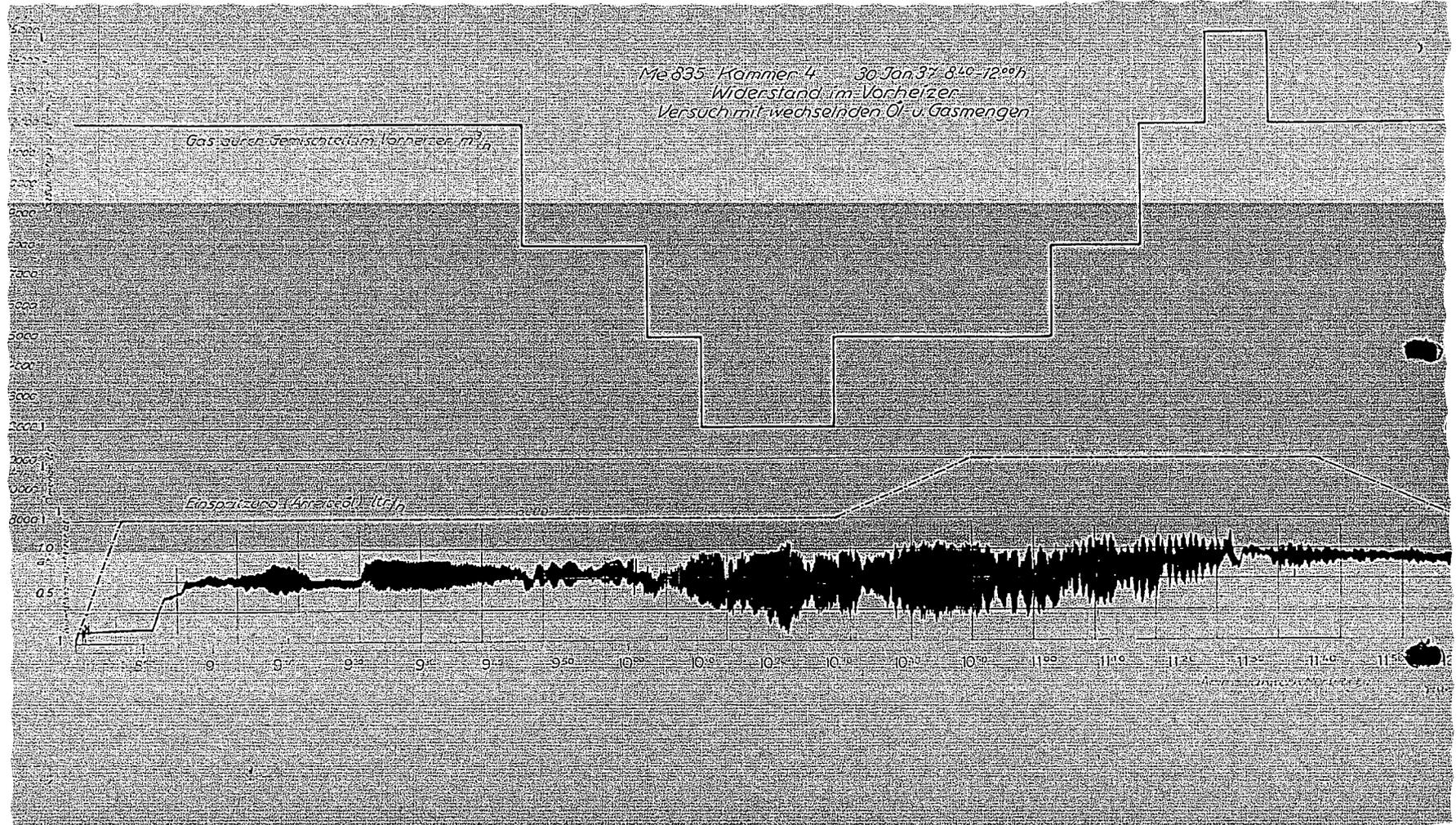
Veranlaßt durch starke Materialbeanspruchungen der Vorheizer im Hydrierwerk "Scholven" wurden beim Anfahren der Ka. 4 mit Anreibeöl am 30. Jan. 1937 im Beisein von Herr Dipl. Ing. Schappert von Lu Untersuchungen durchgeführt, die zeigen sollten, ob unter entsprechenden Umständen auch unter Leuna-Verhältnissen ein Pendeln im Vorheizer (Gemischteil) zu erreichen sei.



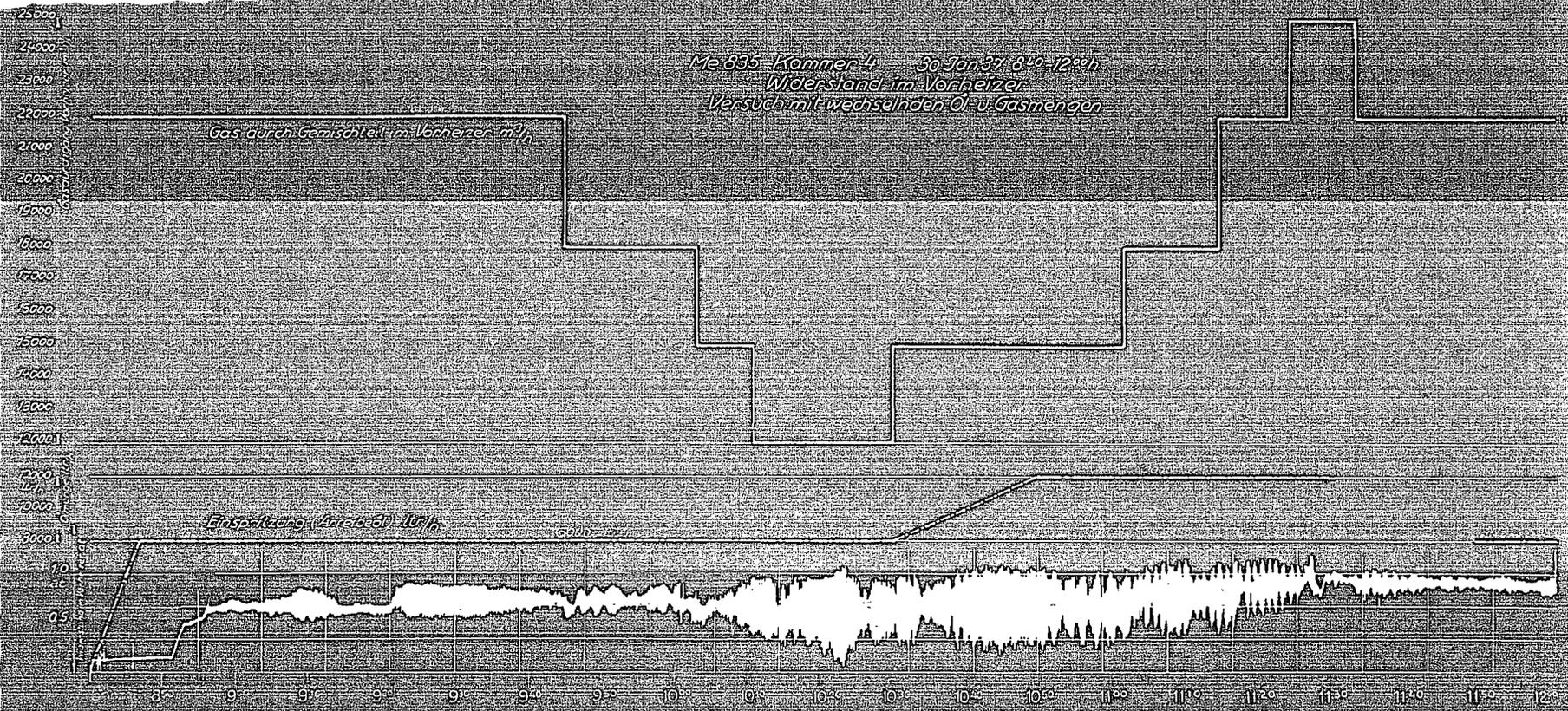
Me 835 - Kammer 4 - 30 Jan 37 8⁴⁰ - 12⁰⁰h
Widerstand im Vorheiz
Versuch mit wechselnden Öl- u Gasmengen

Gas sauren Gemischteil im Vorheiz m³/h

Einspritzung Antisäure Öl l/h



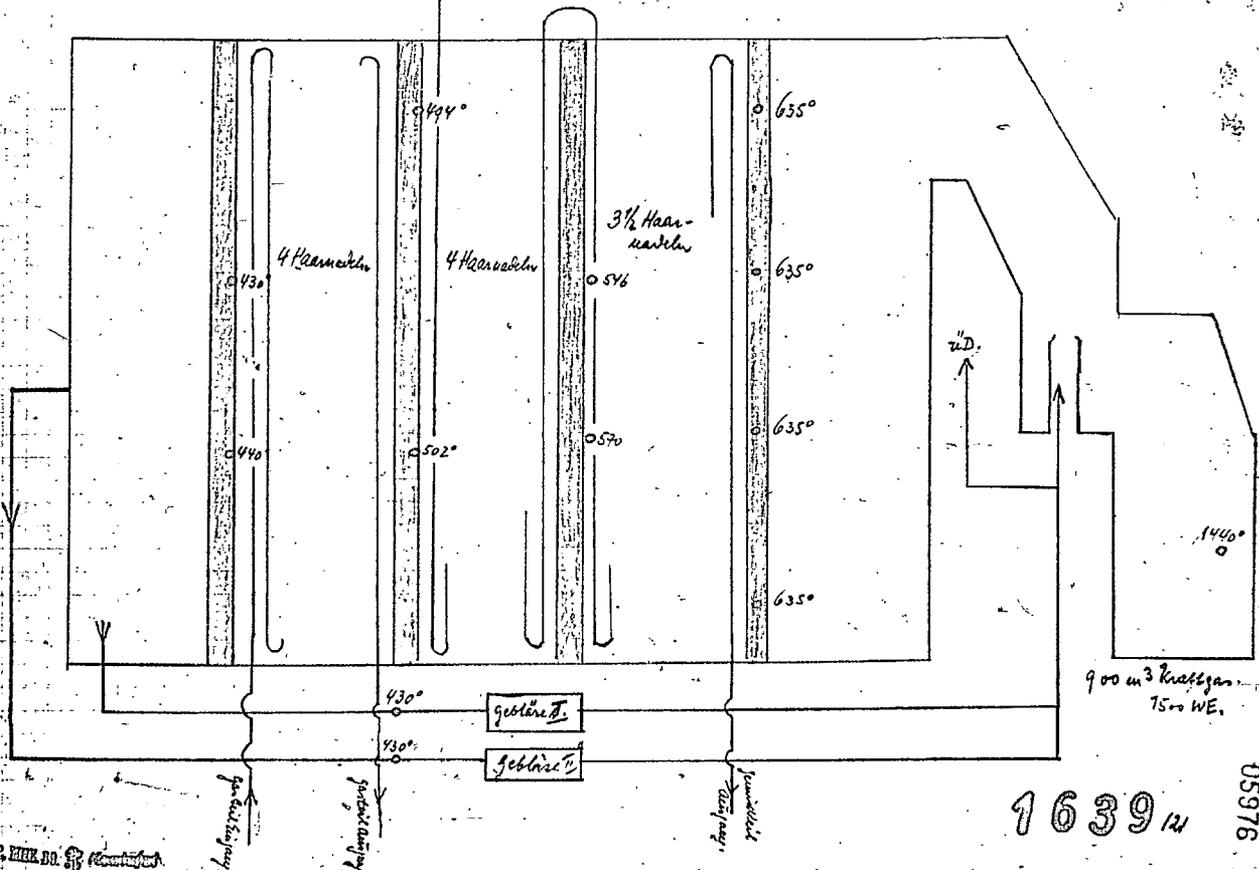
Me 635 - Kammer 4 30 Jan 37 8^h - 12^h
 Widerstand im Vorheizler
 Versuch mit wechselnden Öl- u. Gasmengen



Ammoniumnitrat 20000
5/37

3. Haarnadel

geschnittene Leinwand



2. HILFSS. 3

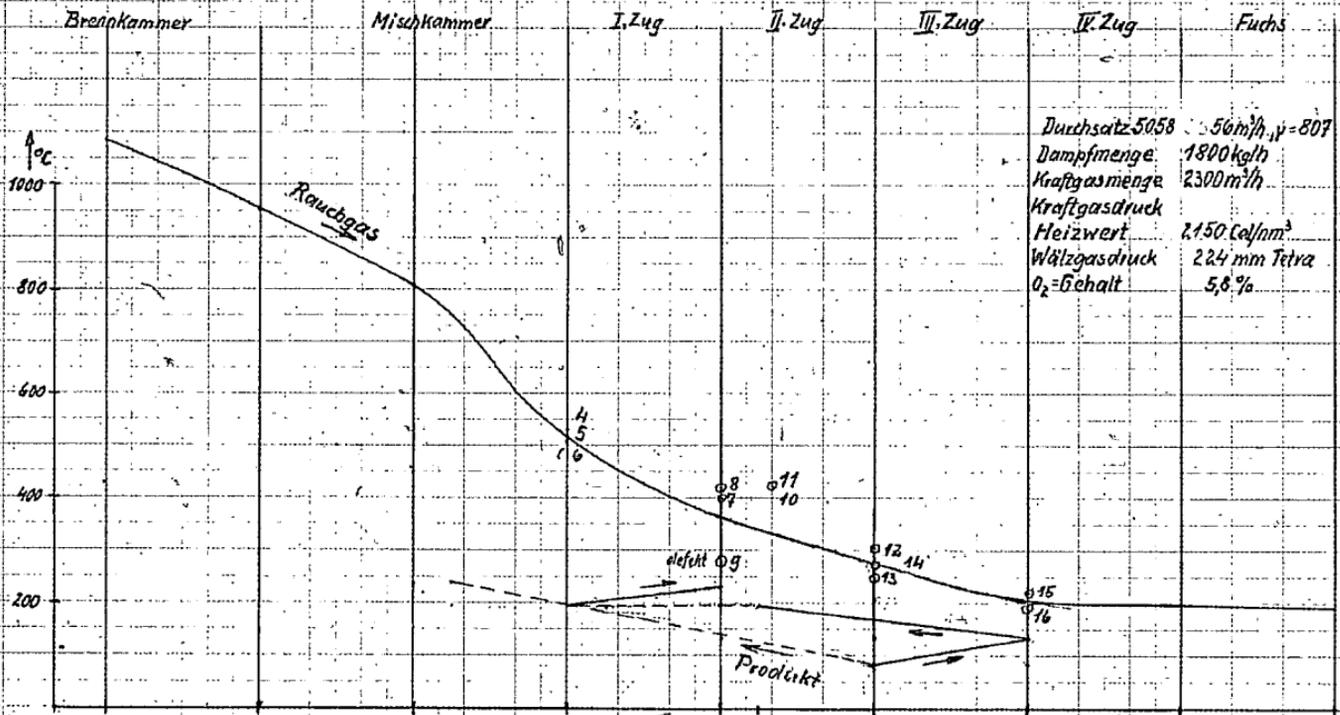
1639/12

05976

Anlage Me 821/4

Temperaturverlauf im Vorhelfer

14.V.42, 15.°°h



Durchsatz 5058 56m³/h, $\eta = 80\%$
 Dampfmenge 1800 kg/h
 Kraftgasmenge 2300 m³/h
 Kraftgasdruck
 Heizwert 2150 Cal/m³
 Wälzgasdruck 224 mm Tetra
 O₂-Gehalt 5,6%

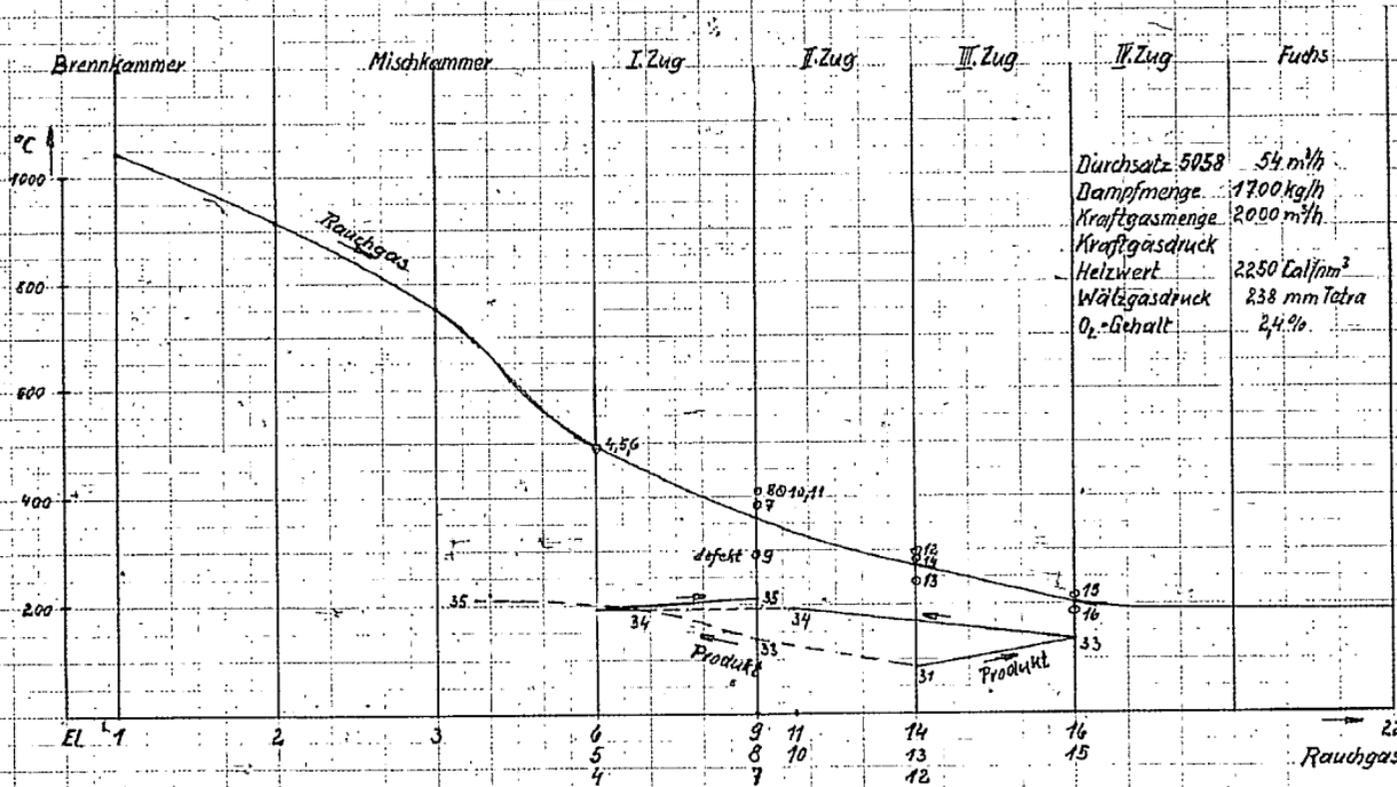
Amtshauswerk Maschinenfabrik
 Guss- und Schmiedewerk
 Leini-Wilch 1938 W. 100

05977
 Rauchgas

Anlage Me 821/4

Temperaturverlauf im Vorheizler

15.V. 42, 10⁵⁰h



Durchsatz 5058 54 m³/h
 Dampfmenge 1700 kg/h
 Kraftgasmenge 2000 m³/h
 Kraftgasdruck 2250 Cal/m³
 Wälgasdruck 238 mm Tetra
 O₂-Gehalt 2,4%

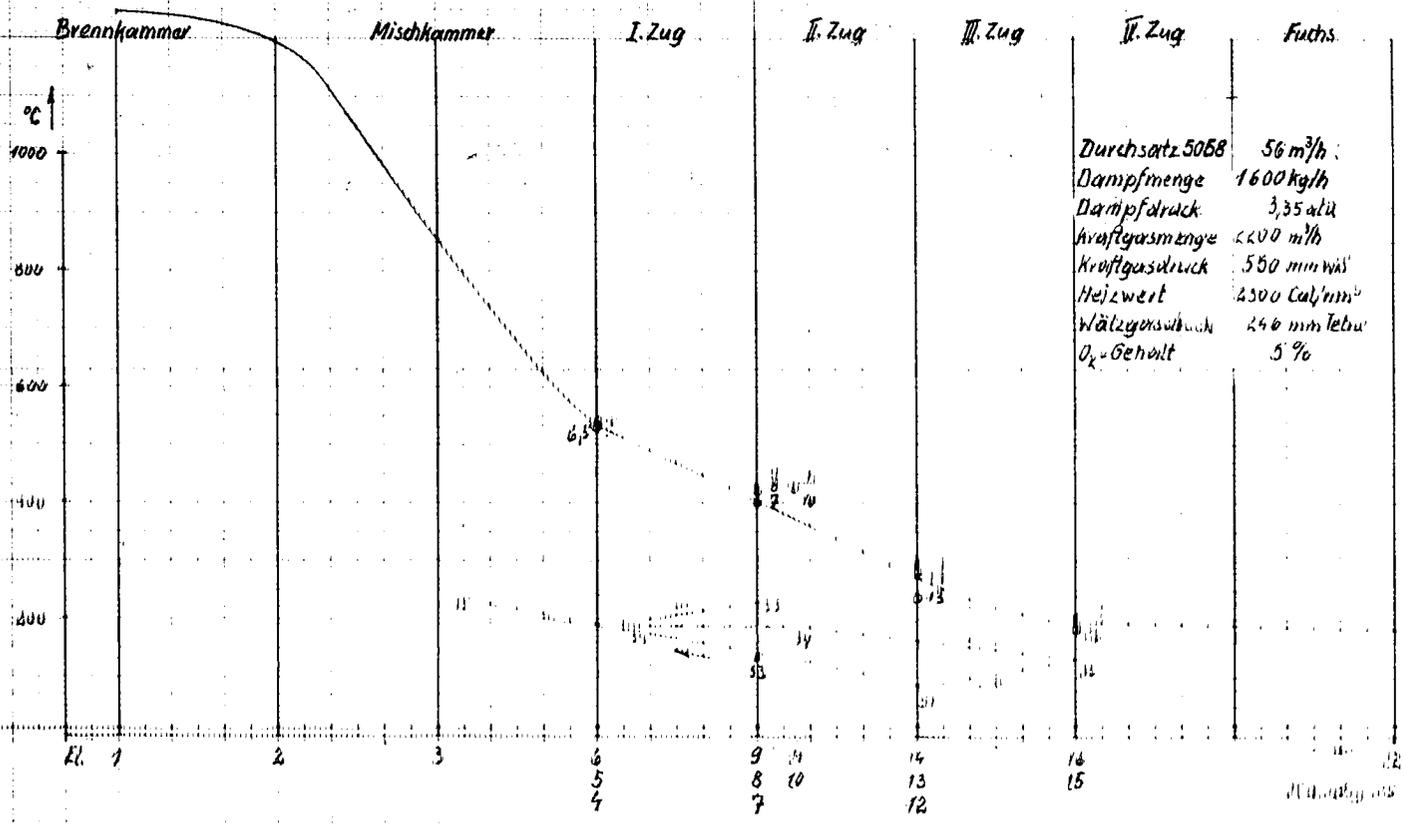
Antriebswert: Motor-Jour
 Preis: 1000000,-
 Baujahr: 1942

22
 Rauchgas
 05978

Anlage Me821/4

Temperaturverlauf im Vorheizer

16.8.42, 8⁰⁰h



Durchsatz 5058 56 m³/h
 Dampfmenge 1600 kg/h
 Dampfdruck 3,35 atü
 Kraftgasmenge 2200 m³/h
 Kraftgasdruck 550 mm w.s.
 Heizwert 2300 Cal/m³
 Wälzgeräusch 246 mm Tebu
 O₂-Gehalt 5%

5979

VERZEICHNIS Nr. 802

Element	m	°C	°C	Zug
11	2,6	133		
12a	2,6	133		
b	2,5	127		
c	2,3	121		
13a	11,0	121		
b	11,0	121		
c	10,9	127		
44	9,0	172		
45	9,3	131	424	
46	8,3	122		
47	9,9	142		
48	10,0	155	152	
49	10,0	155		
50	9,9	154		
51	9,4	132	437	I
52	9,3	128		
53	21,7	120	420	
54	22,3	132	438	
55	22,8	134		
56	22,2	128	428	
57	16,3	322	330	II
58	16,7	331		
59	16,8	336	336	
60	16,7	334	334	
61	16,7	331		III
62	12,5	261	261	
63	12,8	266	265	
64	12,8	269		
65	12,4	260	260	
66	10,5	212		
67	9,0	202	210	IV
68	9,0	211		
69	9,3	200		
70	9,0	212	203	
71	9,0	201		
72	9,0	202		
73	9,1	203	203	
74	9,1	203		
75	9,2	205		
76	9,3	206		
81	5,2	135		
82	5,3	191		
83	11,8	249		
84	15,5	373		
85	16,9	338		
MTH		339		
91	4,8	128		
92	4,9	128		
93	20,3	396		
94	20,4	398		
9	20,0	399		

Daten vom 4.3.42 9^h Uhr

Produktmenge: 40,0 m³/h

Kraftgasmenge: 2200 m³/h

• • druck: 292 mm WS

• • - Temp: +2°C

Heizwert: 2000 Cal/m³

Dampfmenge: 2780 kg/h

Dampfdruck: 1,65 at_a

Unterdr. in Brennkammer: 6 mm Öl

• • im 1. Zug: 10 mm Öl

Rauchgas-Analyse

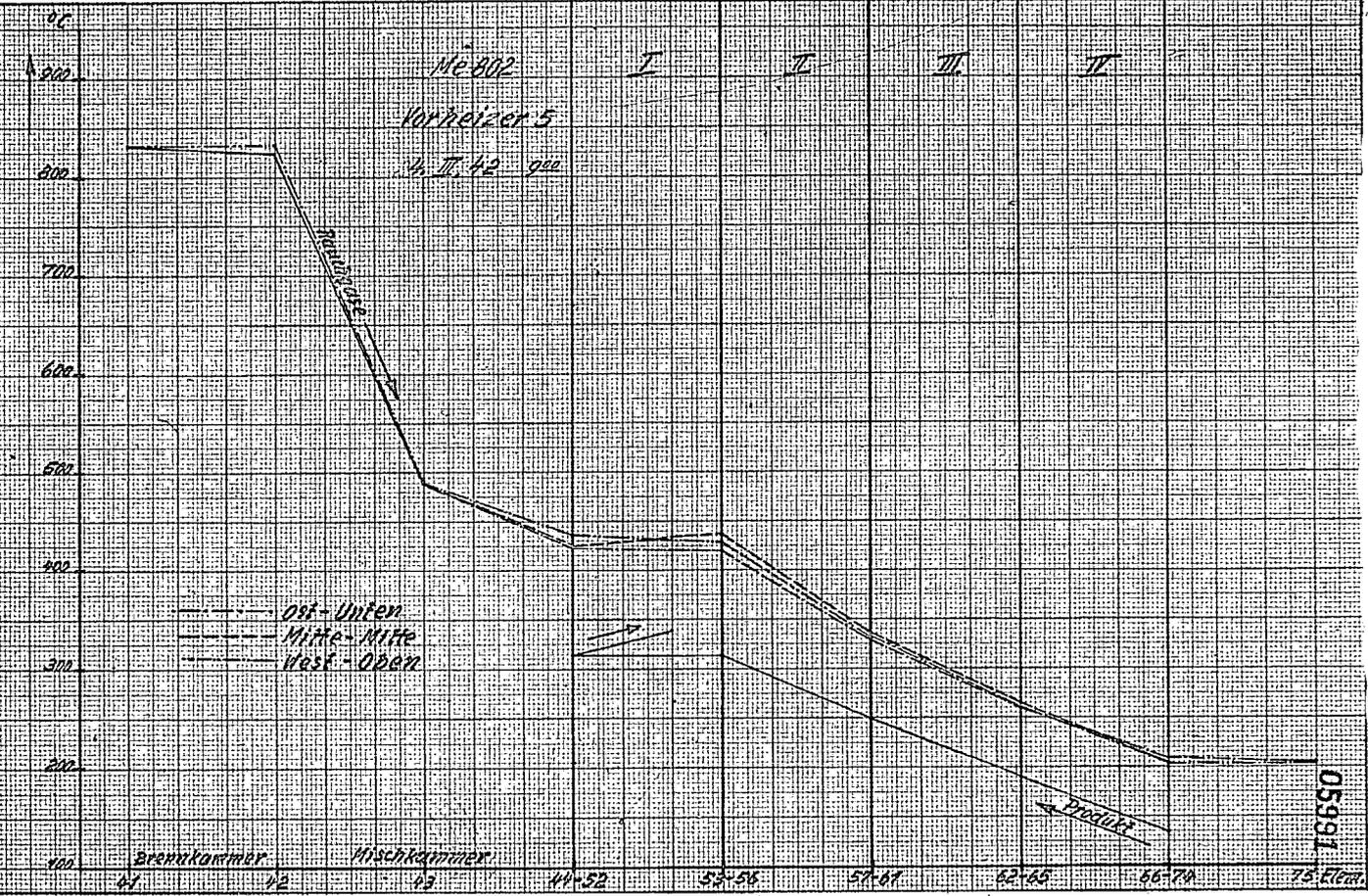
O = 2%

CO₂ = 16%

Ammoniakwerk, Morsburg
 Gasleitf. mit beschriebener Führung
 Lötungsstelle (Keine Messung)

34 1/2 A4 (210x297 mm)

4.3.4.8
 1948



Element m. oc

Daten vom 26.2.12 12⁰⁰

41	92	926	
42	90	858	
42a	90	868	
42b	90	858	
43a	120	527	
43b	120	527	
43c	118	520	
44	96	400	
45	101	458	452
46	102	462	
47	106	472	
48	110	491	486
49	110	491	
50	102	488	
51	103	466	477
52	100	455	
53	227	437	437
54	242	462	465
55	245	468	
56	236	452	452
57	167	324	326
58	163	328	
59	166	333	333
60	165	337	330
61	164	329	
62	172	298	298
63	177	238	245
64	120	253	
65	172	248	248
66	88	276	
67	83	190	199
68	84	191	
69	85	193	
70	84	191	192
71	84	191	
72	84	191	
73	84	191	192
74	85	193	
75	85	193	
76	86	194	
81	82	195	
82	82	189	
83	83	236	
84	163	370	
85	169	338	
WTh		330	
91	42	126	
92	42	126	
93	274	415	
94	275	416	
1	280	408	

Produktmenge: 40 m³/h
 Kraftgasmenge: 2760 m³/h
 " " Druck: 2,97 bar abs
 " " Temperatur: 1°C
 Heizwert: 1920 Cal/m³
 Dampfmenge: 2740 kg/h
 Dampfdruck: 1,65 atü
 Unterdruck in Brennkammer: 8 mm Hg
 " " im Zug: 8 mm Hg
 Sauerstoff im Rauchgas: 4,8
 CO₂ " " 14,5%

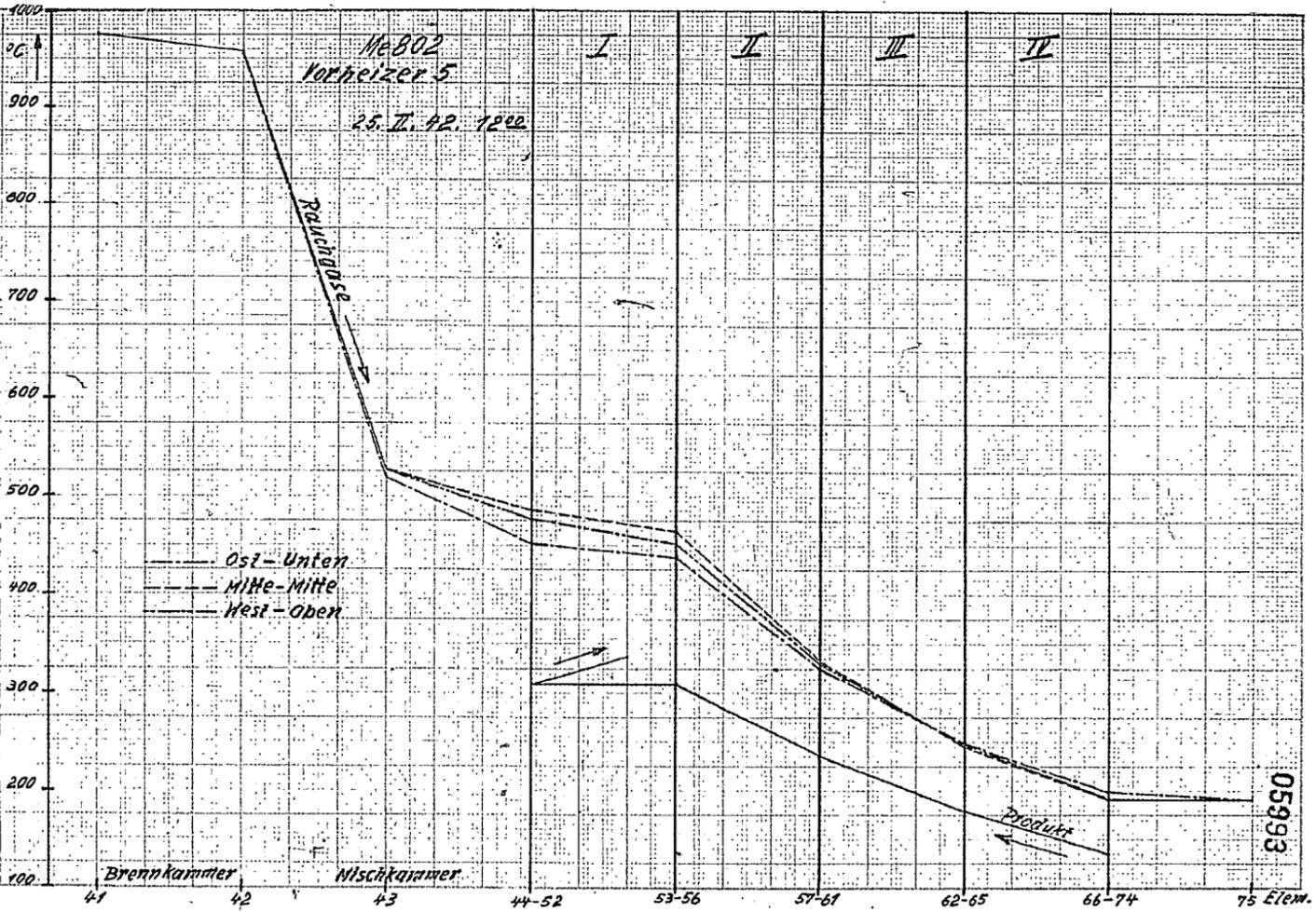
$$\eta = \frac{1 - \text{CO}_2 - \text{O}_2}{1 - \text{CO}_2 - \frac{\text{O}_2}{921}} = \frac{1 - 0,145 - 0,04}{1 - 0,145 - \frac{0,04}{921}} = 1,23$$

Heizwertfull von Vorheizer, Gekühlt

31714 A4 (310x297 mm)

Ammoniakwerk Morsburg
Gemeinschaftsbetrieb
Leuna-Merseburg (VöG + Bergbau)

25.2.42 Färberei

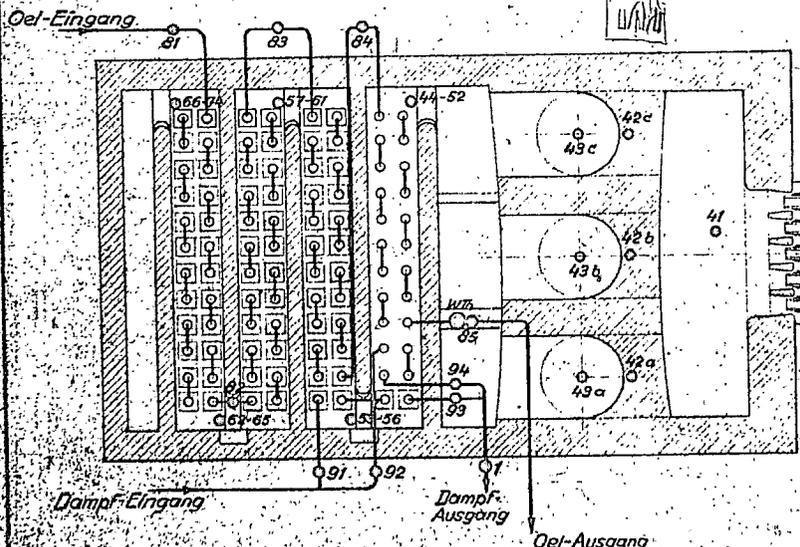
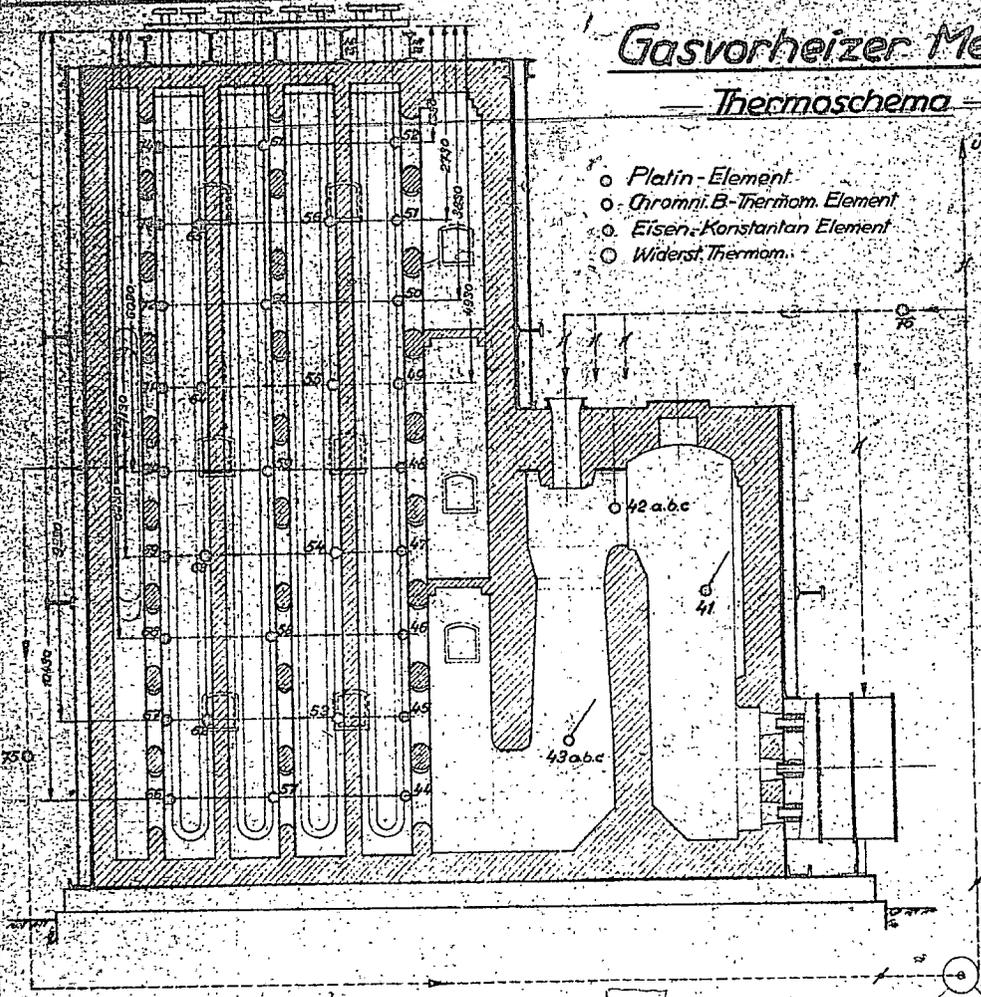


Gasvorheizer Me 802

Thermoschema

Über Dach

- Platin-Element
- Chromi-B-Thermom. Element
- Eisen-Konstantan Element
- Widerst. Thermom.



Die Thermoelemente
 41, 43 a, b, c werden seitlich
 alle übrigen von oben gesteckt

Chromi-B-Elm. 44-52 } im
 Eisen-Konst. Elem. 66-74 } im
 alle anderen sind asbestisoliert. } Pythagoras-Rohr

Technisches Büro
 Hyd. Nr 870

19. Sep. 1941

Betr. Kontr. Hy. 1801 a
 den 23. Aug. 1941. Sgr.

A k t e n n o t i z .Betr.: Vorheizern der Gasphasekammern 6434, 5058 und 7019.

Bisher wurden nur 6434-Kammern mit wenig Ausnahmen mit gasbeheizten Vorheizern aufgerüstet. Der Grund hierfür war folgender:

- 1) Die K-Werte der Regeneratoren fielen sehr rasch auf relativ niedrige Werte ab (z.B. $150 \text{ Kcal/m}^2, \text{h}, ^\circ\text{C}$).
- 2) Die für die Regeneration maßgebende Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Ausgang Kontaktraum wurde mit 10°C , max. 20°C angegeben im Gegensatz etwa zu der für den Kontakt 5058 zulässigen Temperaturdifferenz von 40°C .

Für mittlere Durchsätze einer 2-fach-Kammer 6434 von 13 to/h mit 2 Regeneratoren 600 l.Ø ($2 \times 188 \text{ m}^2$ Regenerationsfläche) wird unter diesen Umständen ein gasbeheizter Vorheizern mit rd. 1 200 000 Kcal/h effekt. Wärmeleistung erforderlich. Bei einer 3-fach-Kammer 6434 von 20 to/h Durchsatz sind im Gasvorheizern 2 500 000 Kcal/h Nutzwärme zuzuführen. (2 Regeneratoren 600 mm l.Ø, $2 \times 188 \text{ m}^2$, $K_r = 150 \text{ Kcal/m}^2, \text{h}, ^\circ\text{C}$, $\Delta t = 20^\circ\text{C}$).

Die diesbezüglichen Referate des Erfahrungsaustausches in Scholven (Dr. Schmitt, Scholven, Dr. Kimmerle, Leuna) ließen erkennen, daß es erst in neuester Zeit gelungen ist, die zur Verschlechterung der Regeneration führenden Ursachen zu beseitigen und zwar:

- 1) Die Verkrustungen auf dem Hinweg durch Filtern bzw. Schwefeln des Produktes mit H_2S und
- 2) die Vermeidung des Kontaktstaubüberreißen in die Regeneratoren durch Umkehr der Strömungsrichtung.

Durch das Beheben dieser Schwierigkeiten wird die effektive Wärmeleistung der Vorheizler bei obiger 2-fach-Kammer auf 800 000 Kcal/h, bei der 3-fach 6434 Kammer auf 1 500 000 Kcal/h reduziert (bei $K = 250 \text{ Kcal/m}^2, \text{h}, ^\circ\text{C}$ in der Regeneration). Bei K -Werten von $350 \text{ Kcal/m}^2, \text{h}, ^\circ\text{C}$ sind aber immer noch 300 000 Kcal/h Nutzwärme bei der 2-fach 6434-Kammer, 900 000 Kcal/h Nutzwärme bei der 3-fach 6434-Kammer im Vorheizler zuzuführen. Da K -Werte von $350 \text{ Kcal/m}^2, \text{h}, ^\circ\text{C}$ auf die Dauer vielleicht nicht beibehalten werden können, zudem die dabei noch aufzuwendenden Nutzwärmen im Vorheizler recht hoch liegen, so ist der Gasvorheizler für 6434-Kammern immer wirtschaftlicher als der elektr. Vorheizler.

Erst bei vollkommen autothermem Betrieb und für Reaktions-temperaturen bis 420°C hat der elektr. Vorheizler den Vorteil geringerer Betriebskosten gegenüber dem Gasvorheizler. Jedoch können die autotherm fahrenden 5058-Kammern weiter unten angeführten Gesichtspunkte einen gasbeheizten Vorheizler vorteilhaft erscheinen lassen.

Aus diesem Grunde ist in beiliegender Kurve die Wirtschaftlichkeit eines gasbeheizten und elektr. Vorheizlers einander gegenübergestellt. Beide Vorheizler sind für max. 900 000 Kcal/h Nutzwärme ausgelegt. Der Untersuchung, die in erster Linie für Verhältnisse des Ruhrgebiets gilt, sind folgende Annahmen zugrunde gelegt.

A) Gasbeheizter Vorheizler.

1) Vorheizler kostet RM 150 000, ..

und ist mit 4 Gebläsen ausgerüstet

- | | | | | | | |
|----|--------|-----------------------|------------------|-----|----|-----------------|
| a) | 35 000 | m^3/h | Wälzgasegebläse, | 200 | mm | stat. Eröffnung |
| b) | 3500 | m^3/h | Luftgebläse, | 900 | " | " |
| c) | 3500 | m^3/h | Wälzgasegebläse, | 200 | " | " |
| d) | 350 | m^3/h | Luftgebläse, | 700 | " | " |

Motor zu a):	150 kW	} Laufen beim Anfahren und bei Bedarf von mehr als 100 000 Kcal/h Nutzwärme im Vorheiz- er.
" " b):	20 kW	
" " c):	15 kW	} Laufen bei autothermem Betrieb und b. 100 000 Kcal/h Nutzwärme im Vorheiz-er.
" " d):	5 kW	

- 2) Gaspreis 0,3 Pfg./1000 Kcal Hu
- 3) Abstrahl- und Überdachverluste
 - a) 200 000 Kcal/h bei autothermem Betrieb
 - b) 300 000 " von 100 000 bis 500 000 Kcal/h Nutzwärme
 - c) 400 000 " über 500 000 Kcal/h Nutzwärme
- 4) Elektr. Energie kostet 1,4 Pfg./kWh

B) Elektrischer Vorheiz-er.

- 1) Vorheiz-er kostet 150 000,-- RM
einschließlich 2 Transformatoren je 600 kW.
- 2) Abstrahlverluste 50 000 Kcal/h
- 3) Elektr. Energie kostet 1,4 Pfg./kWh

Da die Anlagekosten und damit der Kapitaldienst rd. gleich sind, sind nur die Betriebskosten miteinander verglichen.

Man sieht aus den Kurven, daß bei Betrieb des gasbeheizten Vorheiz-ers mit großem Wälzgasgebläse der Schnittpunkt gleicher Betriebskosten bei etwa 150 000 Kcal/h Nutzwärme liegt. Unterhalb dieser Leistung ist der elektr. Vorheiz-er wirtschaftlicher.

Rüstet man jedoch den Gasvorheiz-er mit 2 weiteren, kleinen Gebläsen aus (siehe oben unter A; c, d), die unterhalb 100 000 Kcal/h effekt. Vorheiz-erleistung laufen, wobei die großen Gebläse abgestellt sind, so liegt der gasbeheizte Vorheiz-er bei autothermem Betrieb der Kammer in den jährlichen Betriebskosten nur noch um 5 850,-- RM über dem elektr. Vorheiz-er.

Hierbei ist außer Acht gelassen, daß der elektr. Vorheizer beim Anfahren der Kammer wesentlich höhere Betriebskosten hat als der Gasvorheizer, so daß sich vorstehende Mehrkosten je nach Häufigkeit des Anfahrens herabsetzen.

Bei Verwendung eines Gasvorheizers für 5058-Kammern ergeben sich noch folgende Vorteile:

- I) Bei Umstellung auf Kontakt 7019 kann der gleiche Vorheizer Verwendung finden. Kontakt 7019 benötigt einen gasbeheizten Vorheizer, da die Ofeneingangstemperatur bei ca. 470°C liegt und Δt im Ofen nicht die bei 5058 zulässige Differenz zuläßt.
- II) Infolge der größeren Wärmekapazität des Gasvorheizers ist eine konstante Ofeneingangstemperatur gewährleistet, während Temperaturschwankungen im Ausgang Regenerator (Hinweg) vom ausgeschalteten elektr. Vorheizer nicht aufgefangen werden. (Günstige Erfahrungen mit gasbeheiztem Vorheizer bei 5058-Kammer in Scholven).
- III) Bei autothermem Betrieb und bis 100 000 Kcal/h Nutzwärme sind 61 - 76 % der Gesamtbetriebskosten Gaskosten. Gas steht häufig im Überschuß zur Verfügung und wird abgefackelt, was bei Verwendung von gasbeheizten Vorheizern für 5059-Kammern Verwendung finden könnte. In diesem Falle würden sich die Betriebskosten weiter senken.

Ergebnis:

Bei 5058-Kammern ist von Fall zu Fall von Seiten des Bauherrn zu entscheiden, ob der elektr. oder gasbeheizte Vorheizer verwandt werden soll. Ausschlaggebend sind die örtlich bedingten Kosten für Gas und elektr. Energie sowie die unter I - III aufgeführten Gesichtspunkte.

Da für 6434-Kammern immerhin eine gewisse Wahrscheinlichkeit besteht, daß auch künftig eine größere Wärmemenge im Vorheizer zugeführt werden muß ($\Delta t = 10-20^{\circ}\text{C}$), so sollte man hier

nur den gasbeheizten Vorheizern verwenden.

Für die 7019-Kammern ist ein gasbeheizter Vorheizern erforderlich. So beträgt z.B. für eine 3-fach-Kammer bei 20 to/h Einspritzung mit 2 Regeneratoren (600 mm l.ϕ, 2 x 188 m², K = 250 Kcal/m²,h,°C) die effektive Wärmeleistung des Vorheizers 1 400 000 Kcal/h.

*Geldner
Mayer*

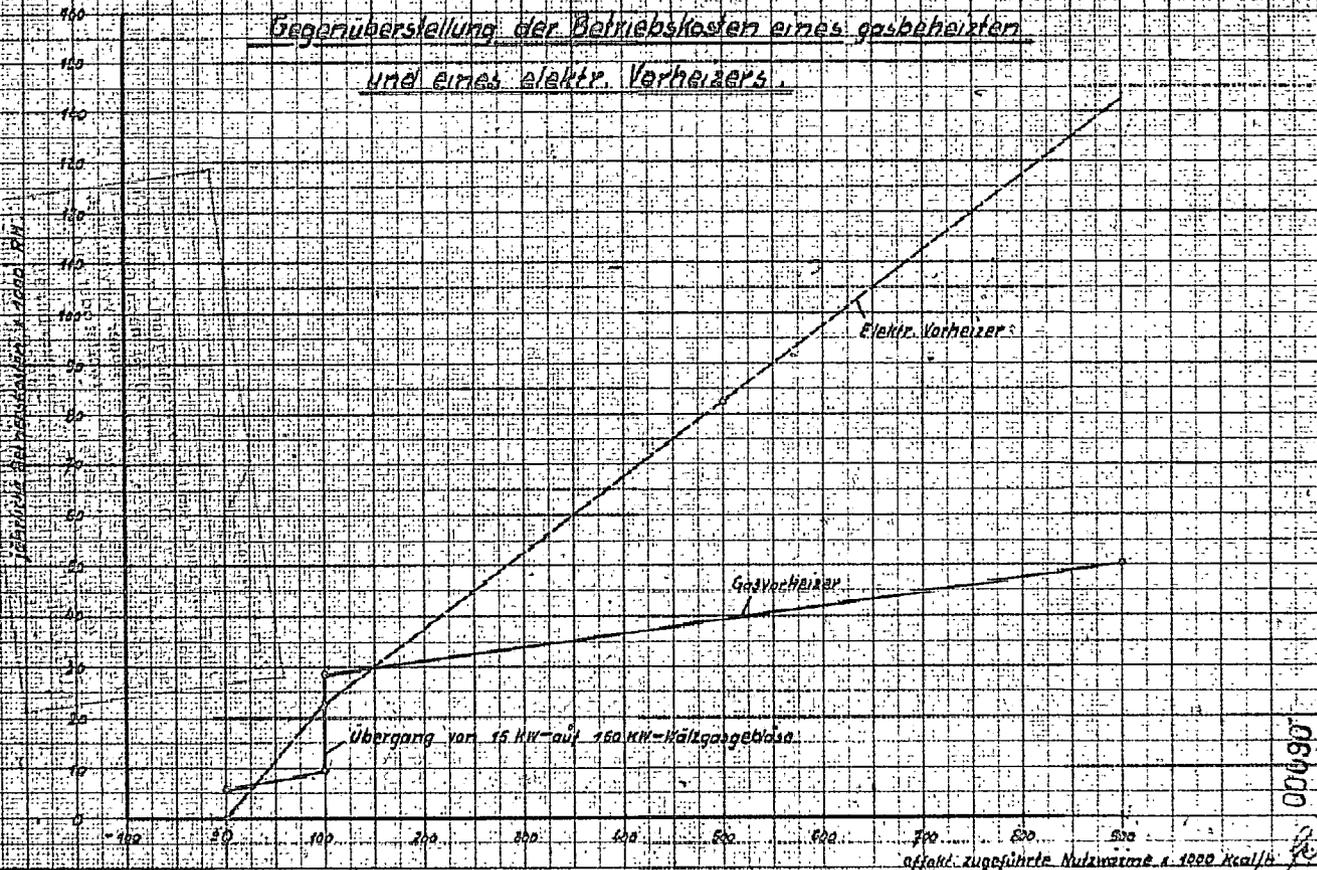
Anlage: Zeichnung N 2931-16.

t

Verteiler: Herren Dir.Dr. Pier
" " Eymann
Simon
Berger
Schappert (3x)

Balbach.
Amon (Leuna) (2x)
Gehb
Hydrierwerk Scholven
Scho III, Lu 568.

Gegenüberstellung der Betriebskosten eines gasbeheizten
und eines elektr. Vorheizers.



offen. zugeführte Nutzwärme = 1000 kcal/h

06000
R

Klappenstellung:

Im Schrieb:

Düschklappen alle ganz auf, Achsenklappen

Saugklappen " " "

über Dach $1\frac{1}{2}$ auf, Klüßelklappen

auf Saug in Düschbreite ist keine jeenerische Klappen vorhanden!!

Stromaufnahme 35 Amp. Relais auf 40 Amp einferstellt.

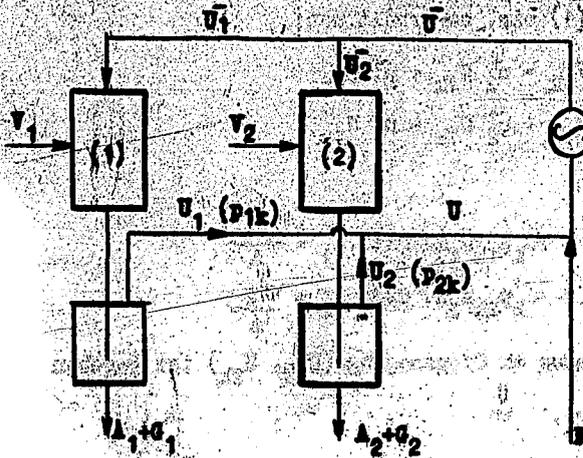
Ausfahren des Vorheizers:

Saugklappen alle auf, Düschklappen alle zu, über Dach zu

über Stromaufnahme 37 Amp.

Leunawerke, den 11. Oktober 1944.

Kreislaufkopplung von 2 gerechneten Kammern.



1. Bezeichnungen.

- V (obn) Vergasung
- F (obn) Frischgas mit den Komponenten $F_k = f_k \cdot F$
- A (to) Abstreifer
- G (obn) im Abstreifer gelöstes Gas
- α_k obn/to atm Schluckwert des Abstreifers für die Komponente k

\bar{U} bzw. \bar{U} Kreislaufgas
 Index 1 gilt für Kammer 1
 " 2 " " " 2

Bezeichnungen ohne Index 1 u. 2 gelten für beide Kammern gemeinsam

Die verschiedenen Komponenten sind durch den Index k gekennzeichnet, z.B.: $V_{1k}, V_{2k}, V_k, U_{1k}, G_{1k}$ usw.

P_{1k}, P_{2k} (atm) Partialdrücke der Komponente k über den Abstreifern A_1 und A_2
 p (atm) Gesamtdruck (Kammerausgang)

Gegeben ist bei Projektierungen: $V_{1k}, V_{2k}, f_k, \bar{U}_1, \bar{U}_2, A_1, A_2, \alpha_k, F$
 gesucht: $F, G_{1k}, G_{2k}, P_{1k}, P_{2k}$

2. Ableitung der Grundgleichungen.

Aus der Forderung des kontinuierlichen Betriebs ergibt sich sofort;

$$(1) \begin{cases} \bar{U}_{1k} + V_{1k} = U_{1k} + G_{1k} \\ \bar{U}_{2k} + V_{2k} = U_{2k} + G_{2k} \end{cases} \text{ und durch Addition} \\ \bar{U}_k + V_k = U_k + G_k \quad \text{oder, da } \bar{U}_k = U_k + F_k \\ F_k + V_k = G_k$$

Durch Addition über k entstehen entsprechende Gleichungen für die Gesamtgase.

Das Kreislaufgas hat, wenn das Frischgas auf der Saugseite der Umlaufpumpen oder auf der Druckseite vor der Verteilung auf die Kammern zugegeben wird, für alle Kammern die gleiche Zusammensetzung. Es gilt also:

$$\frac{\bar{U}_{1k}}{\bar{U}_1} = \frac{\bar{U}_{2k}}{\bar{U}_2} = \frac{\bar{U}_k}{\bar{U}}, \text{ oder mit } \bar{u}_1 = \frac{\bar{U}_1}{\bar{U}} \text{ und } \bar{u}_2 = \frac{\bar{U}_2}{\bar{U}}$$

$$\bar{U}_{1k} = \bar{u}_1 \bar{U}_k \text{ und } \bar{U}_{2k} = \bar{u}_2 \bar{U}_k$$

da $\bar{U}_k = U_k + F_k = U_{1k} + U_{2k} + F_k$, folgt

$$(2) \begin{cases} \bar{U}_{1k} = \bar{u}_1 \bar{U}_{1k} + \bar{u}_2 \bar{U}_{2k} + \bar{u}_1 \bar{P}_k \\ \bar{U}_{2k} = \bar{u}_2 \bar{U}_{1k} + \bar{u}_2 \bar{U}_{2k} + \bar{u}_2 \bar{P}_k \end{cases}$$

Setzt man dies in die Gleichungen (1) ein, so erhält man:

$$(3) \begin{cases} G_{1k} = \bar{u}_1 \bar{P}_k + \bar{V}_{1k} - \bar{u}_2 \bar{U}_{1k} + \bar{u}_1 \bar{U}_{2k} \\ G_{2k} = \bar{u}_2 \bar{P}_k + \bar{V}_{2k} + \bar{u}_2 \bar{U}_{1k} - \bar{u}_1 \bar{U}_{2k} \end{cases}$$

Aus dem Gesetz von Henry folgt:

$$(4) \begin{cases} G_{1k} = \alpha_{k1} p_{1k} A_1 = \alpha_{k1} p_{1k} a_1 A \text{ mit } a_1 = \frac{A_1}{A} \\ G_{2k} = \alpha_{k2} p_{2k} A_2 = \alpha_{k2} p_{2k} a_2 A \text{ und } a_2 = \frac{A_2}{A} \end{cases}$$

Die Zusammensetzung des Kreislaufgases am Opefangang (U_{1k}, U_{2k}) ist gegeben durch $\frac{P_{1k}}{p}$, bzw. $\frac{P_{2k}}{p}$, wo

$$\sum p_{1k} = \sum p_{2k} = p$$

Es gilt also

$$U_{1k} = \frac{P_{1k}}{p} U_1 \text{ und } U_{2k} = \frac{P_{2k}}{p} U_2$$

oder mit den Bezeichnungen:

$$u_1 = \frac{U_1}{U}, \quad u_2 = \frac{U_2}{U} \text{ und}$$

$$(5) \quad \alpha = \frac{U}{pA} \quad (\text{Dimension: cm/to atm})$$

$$(6) \begin{cases} U_{1k} = p_{1k} \alpha u_1 A \\ U_{2k} = p_{2k} \alpha u_2 A \end{cases}$$

Durch Division mit (4) erhält man daraus:

$$(7) \begin{cases} \frac{U_{1k}}{G_{1k}} = \frac{\alpha}{\alpha_{k1}} \frac{u_1}{a_1}; \quad U_{1k} = \frac{\alpha}{\alpha_{k1}} \frac{u_1}{a_1} G_{1k} \\ \frac{U_{2k}}{G_{2k}} = \frac{\alpha}{\alpha_{k2}} \frac{u_2}{a_2}; \quad U_{2k} = \frac{\alpha}{\alpha_{k2}} \frac{u_2}{a_2} G_{2k} \end{cases}$$

Setzt man diese Werte in (3) ein, so erhält man die Grundgleichungen:

$$(8) \left\{ \begin{array}{l} \left(1 + \frac{\alpha}{\alpha_{k1}} \frac{u_1}{a_1} \bar{u}_2 \right) G_{1k} - \frac{\alpha}{\alpha_{k2}} \frac{u_2}{a_2} \bar{u}_1 G_{2k} - \bar{u}_1 \bar{P}_k + \bar{V}_{1k} = \bar{G}_{1k} \\ - \frac{\alpha}{\alpha_{k1}} \frac{u_1}{a_1} \bar{u}_2 G_{1k} + \left(1 + \frac{\alpha}{\alpha_{k2}} \frac{u_2}{a_2} \bar{u}_1 \right) G_{2k} - \bar{u}_2 \bar{P}_k + \bar{V}_{2k} = \bar{G}_{2k} \end{array} \right.$$

mit den Abkürzungen: (siehe Seite 3)

* Alle Summen sind hier und im Folgenden über k zu nehmen.

mit den Abkürzungen:

$$(9) \quad \begin{cases} G_{1k} = G_1 F_k + V_{1k} \\ G_{2k} = G_2 F_k + V_{2k}, \text{ wobei gemäß (1)} \\ G_{1k} + G_{2k} = F_k + V_k = G_k = G_{1k} + G_{2k} \end{cases}$$

Unbekannt sind neben G_{1k} und G_{2k} auch noch die Größen a_1 , a_2 und F (daraus F_k gemäß $F_k = f_k F$); zu ihrer Bestimmung dienen die Gleichungen:

$$(10) \quad \begin{aligned} a_1 + a_2 &= 1 \\ \sum p_{1k} &= \frac{1}{a_1} \sum G_{1k} = \sum p_{2k} = \frac{1}{a_2} \sum G_{2k} = p \quad (\text{unter Benutzung von (9)}) \end{aligned}$$

3. Auflösung der Grundgleichungen.

Addition der Gleichungen (9) ergibt in Übereinstimmung mit (1):

$$G_{1k} + G_{2k} = F_k + V_k = f_k F + V_k$$

oder unter Benutzung von (4)

$$p_{1k} A_1 + p_{2k} A_2 = \frac{f_k}{a_k} F + \frac{V_k}{a_k}$$

Addition über k unter Berücksichtigung von (10) liefert:

$$(11) \quad \begin{aligned} A_1 p + A_2 p &= A p = F \sum \frac{f_k}{a_k} + \sum \frac{V_k}{a_k}, \\ \text{oder} \quad F &= \frac{A p - \sum \frac{V_k}{a_k}}{\sum \frac{f_k}{a_k}} \end{aligned}$$

Damit ist auch $U = \bar{U} - F$ und $\alpha = \frac{U}{pA}$ gegeben.

Die Gleichung für F läßt sich auch, wie folgt, schreiben:

$$(11a) \quad F = \frac{(A_1 + A_2) p \sum \frac{V_{1k} + V_{2k}}{a_k}}{\sum \frac{f_k}{a_k}} = \frac{A_1 p - \sum \frac{V_{1k}}{a_k}}{\sum \frac{f_k}{a_k}} + \frac{A_2 p - \sum \frac{V_{2k}}{a_k}}{\sum \frac{f_k}{a_k}} = F_1 + F_2,$$

wo F_1 und F_2 den ohne Kreislaufkopplung vorhandenen Frischgasbedarf für die Kammern 1 und 2 bedeuten.

Auflösung der Gleichungen (8), in denen nun F_k und α_k , aber noch nicht u_1 und u_2 als bekannt zu betrachten sind, nach \bar{c}_{1k} und \bar{c}_{2k} ergibt; wenn man nach (9) noch berücksichtigt, daß $\bar{c}_{1k} + \bar{c}_{2k} = \bar{c}_k$,

$$(12) \quad \left\{ \begin{aligned} \bar{c}_{1k} &= \frac{\frac{\alpha_k}{\alpha} \bar{c}_{1k} + \frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} \bar{c}_k}{\frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} + \frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} + \frac{\alpha_k}{\alpha}} = \bar{c}_{1k} + \frac{-\frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} \bar{c}_{1k} + \frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} \bar{c}_{2k}}{\frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} + \frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} + \frac{\alpha_k}{\alpha}} \\ \bar{c}_{2k} &= \frac{\frac{\alpha_k}{\alpha} \bar{c}_{2k} + \frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} \bar{c}_k}{\frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} + \frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} + \frac{\alpha_k}{\alpha}} = \bar{c}_{2k} + \frac{-\frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} \bar{c}_{2k} + \frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} \bar{c}_{1k}}{\frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} + \frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} + \frac{\alpha_k}{\alpha}} \end{aligned} \right.$$

Für die numerische Berechnung ist es bequemer, mit α zu erweitern und die Abkürzungen einzuführen:

$$(13) \quad \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} + \frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} \\ \Delta \bar{c}_k &= \bar{c}_{1k} - \bar{c}_{1k} - (\bar{c}_{2k} - \bar{c}_{2k}) \\ \Delta \bar{c}_k &= -\frac{u_1 \bar{u}_2}{\alpha_1} \bar{c}_{1k} + \frac{u_2 \bar{u}_1}{\alpha_2} \bar{c}_{2k} \end{aligned} \right.$$

dann wird:

$$(13a) \quad \left\{ \begin{aligned} \bar{c}_{1k} &= \bar{c}_{1k} + \Delta \bar{c}_k, \quad \bar{c}_{2k} = \bar{c}_{2k} - \Delta \bar{c}_k \\ \Delta \bar{c}_k &= \frac{\alpha \Delta \bar{c}_k}{u \alpha + \alpha_k} \end{aligned} \right.$$

Schreibt man die ersten Gleichungen von (13a) in der Form

$$(13b) \quad \bar{c}_{1k} = \bar{u}_1 F_k + v_{1k} + \Delta \bar{c}_k, \quad \bar{c}_{2k} = \bar{u}_2 F_k + v_{2k} - \Delta \bar{c}_k$$

so erkennt man, daß $\Delta \bar{c}_k$ diejenige Gasmenge der Komponente k bedeutet, die im Abstreifer der Kammer 1 über die in Frischgas ($u_1 F_k$) und der Vergasung (v_{1k}) ankommende Menge hinaus gelöst, also gewissermaßen aus der Kammer 2 herüber gewandert ist.

Geht man mit (13b) in (3) ein, so erhält man

$$\Delta \bar{c}_k = -\bar{u}_2 v_{1k} + \bar{u}_1 v_{2k}$$

Addition über k liefert:

$$\sum \Delta \bar{c}_k = \Delta \bar{c} = -\bar{u}_2 v_1 + \bar{u}_1 v_2 = (-\bar{u}_2 u_1 + \bar{u}_1 u_2) U$$

oder, da $\bar{u}_2 = 1 - \bar{u}_1$ und $u_2 = 1 - u_1$:

$$(14) \quad \Delta \bar{c} = \sum \Delta \bar{c}_k = (\bar{u}_1 - u_1) U = \Delta \bar{u} U = \alpha p \Delta u$$

unter Benützung von (5) und mit der Abkürzung:

(15) $\Delta u = \bar{u}_1 - u_1$

Die Beziehung (14) ergibt sich auch direkt durch Summierung der ersten Gleichung (1) über k unter Benützung von $\bar{U} = U + P_1$

$$\bar{u}_1 (U + P) + V_1 = u_1 U + G_1$$
$$(\bar{u}_1 - u_1) U = G_1 - \bar{u}_1 P + V_1 = G_1 - \bar{G}_1 = \Delta G$$

(14) liefert eine Bestimmungsgleichung für u, die in Verbindung mit (13) durch Iteration gelöst werden kann. Man geht dabei von einem Näherungswert für Δu aus (siehe S.9, Gl. 26^x), berechnet damit nacheinander $u_1, u_2, \Delta G_k$ und ΔG und bestimmt dann einen neuen Näherungswert für Δu gemäß (14). Dies wird solange wiederholt, bis sich u nicht mehr (im Rahmen der gewünschten Genauigkeit) ändert, was praktisch schon nach 2 - 3 Schritten der Fall ist.

Die Partialdrücke ergeben sich aus (4) zu:

$$P_{1k} = \frac{1}{\alpha_k} \frac{G_{1k}}{A_1}; \quad P_{2k} = \frac{1}{\alpha_k} \frac{G_{2k}}{A_2}$$

Führt man den mittleren Partialdruck P_k ein, der sich einstellen würde, wenn die vereinigte Gasmenge $G_k = G_{1k} + G_{2k}$ in dem Gesamtstreifer $A = A_1 + A_2$ gelöst wäre, so gilt:

(16)
$$P_k = \frac{1}{\alpha_k} \frac{G_k}{A} = \frac{P_k + V_k}{\alpha_k A}$$

Dafür läßt sich gemäß (11a) schreiben:

$$P_k = \frac{P_{1k} + P_{2k} + V_{1k} + V_{2k}}{\alpha_k A} = \frac{A_1}{A} \frac{P_{1k} + V_{1k}}{\alpha_k A_1} + \frac{A_2}{A} \frac{P_{2k} + V_{2k}}{\alpha_k A_2}$$

Also

$$P_k = \frac{G_k}{\alpha_k A} = a_1 P_{1k}^0 + a_2 P_{2k}^0$$

Dabei bedeuten

(17)
$$P_{1k}^0 = \frac{P_{1k} + V_{1k}}{\alpha_k A_1} = \frac{G_{1k}^0}{\alpha_k A_1}$$

und
$$P_{2k}^0 = \frac{P_{2k} + V_{2k}}{\alpha_k A_2} = \frac{G_{2k}^0}{\alpha_k A_2}$$

die Partialdrücke und G_{1k}^0 , bzw. G_{2k}^0 die im Abstreifer gelösten Gas Mengen, wenn die Kammern für sich allein betrieben werden.

Ferner gilt, wie aus der Ableitung der Gleichung (11) hervorgeht, auch

$$a_1 P_{1k} + a_2 P_{2k} = \frac{P_k + V_k}{\alpha_k A} = P_k$$

x) und Seite 10, Mitte.

Man hat somit die Beziehung:

$$(18) \quad a_1 p_{1k} + a_2 p_{2k} = a_1 p_{1k}^0 + a_2 p_{2k}^0 = p_k$$

Für p_{1k} und p_{2k} ergeben sich aus (12) unter Benützung von (4) und (15), sowie dem mittleren Partialdruck p_k folgende Ausdrücke:

$$(19) \quad p_{1k} = \frac{\frac{u_2 \bar{u}_1}{a_2 a_1} p_k + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{G_{1k}}{\Lambda_1}}{u + \frac{\alpha_k}{\alpha}}; \quad p_{2k} = \frac{\frac{u_1 \bar{u}_2}{a_1 a_2} p_k + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{G_{2k}}{\Lambda_2}}{u + \frac{\alpha_k}{\alpha}}$$

aus denen man wieder sofort die Beziehung (18) bestätigen kann. Der Zusammenhang von p_{1k} und p_{2k} mit dem oben (13) eingeführten Ausdruck ΔG_k ergibt sich aus (5), wenn man dort für U_{1k} und U_{2k} die Werte aus (6) einsetzt:

$$\Delta G_k = G_{1k} - u_1 p_{1k} - v_{1k} = -\bar{u}_2 U_{1k} + \bar{u}_1 U_{2k} = (-u_1 \bar{u}_2 p_{1k} + u_2 \bar{u}_1 p_{2k}) \alpha \Delta,$$

was man bestätigen kann, wenn man rechts für p_{1k} und p_{2k} die Werte aus (19) einsetzt und die Gleichungen (15) und (15a) berücksichtigt.

Summierung über k und Vergleich mit (14) liefert:

$$\frac{\Delta G}{\alpha \Delta} - \Delta u \cdot p = (\bar{u}_2 - u_1) p = -u_1 \bar{u}_2 p + u_2 \bar{u}_1 p = -u_1 \bar{u}_2 \sum p_{1k} + u_2 \bar{u}_1 \sum p_{2k}$$

Ferner gilt gemäß (18) $a_1 p + a_2 p = a_1 \sum p_{1k} + a_2 \sum p_{2k}$,

wobei sich $\sum p_k = p$ aus (16) in Verbindung mit (11) ergibt.

Daraus ergibt sich aber

$$\sum p_{1k} = \sum p_{2k} = p, \text{ d.h. die Bedingungsgleichung (10)}$$

als Folge von (11) und (14).

Man kann aber die Bedingungsgleichung auch direkt zur Bestimmung von Δu benützen.

Subtrahiert man die beiden Gleichungen (19), so erhält man bei Einführung der Abkürzung Δp_k :

$$(20) \quad \Delta p_k = p_{2k} - p_{1k} = \frac{\frac{u_1 - \bar{u}_1}{a_1 a_2} p_k + \frac{1}{\alpha} \left(\frac{G_{2k}}{\Lambda_2} - \frac{G_{1k}}{\Lambda_1} \right)}{u + \frac{\alpha_k}{\alpha}} \quad \text{oder}$$

$$\Delta p_k = \frac{\left(\frac{G_{2k}}{\Lambda_2} - \frac{G_{1k}}{\Lambda_1} \right) - \frac{\alpha \Delta u}{a_1 a_2} p_k}{\alpha u + \alpha_k}$$

Da $\sum \Delta p_k = \sum p_{1k} - \sum p_{2k} = 0$ ergibt sich für Δu die Gleichung:

$$(21) \quad \frac{d\Delta u}{a_1 a_2} = \frac{\frac{c_{1k}}{a_2} - \frac{c_{2k}}{a_1}}{\sum \frac{p_k}{a_1 a_2}}$$

Auch hier löst man die Gleichung durch Iteration. Man geht von einem Näherungswert für Δu aus, bestimmt damit zunächst u und $C \cdot u$. Für u setzt man dabei gemäß

$$(13) \quad u = \frac{a_1 \bar{u}_2}{a_1} + \frac{a_2 \bar{u}_1}{a_2} = \frac{(u_1 - \Delta u) \bar{u}_2}{a_1} + \frac{(\bar{u}_2 + \Delta u) \bar{u}_1}{a_2}$$

$$= \bar{u}_1 \bar{u}_2 \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) + \left(\frac{\bar{u}_1}{a_2} - \frac{\bar{u}_2}{a_1} \right) \Delta u$$

$$u = \frac{\bar{u}_1 \bar{u}_2}{a_1 a_2} + \frac{\bar{u}_1 - \bar{u}_2}{a_1 a_2} \Delta u, \text{ somit}$$

$$(22) \quad d\Delta u = d \frac{\bar{u}_1 \bar{u}_2}{a_1 a_2} + (a_1 - \bar{u}_2) \frac{d\Delta u}{a_1 a_2}$$

Mit diesem Wert von Δu wird dann aus (21) ein neuer Näherungswert von $\frac{d\Delta u}{a_1 a_2}$ bestimmt und dies wird so lange fortgesetzt, bis sich dieser nicht mehr ändert. Durchgerechnete Beispiele ergeben, daß die Bestimmung von Δu aus (21) noch schneller konvergiert als die aus (14).

In dem Sonderfall, daß

$$a_1 = \bar{u}_2 \text{ und damit auch } a_2 = \bar{u}_1, \text{ ist}$$

$$u = 1$$

und Δu läßt sich unmittelbar aus (21) bestimmen.

Kennt man Δu , so läßt sich Δp_k aus (20) sofort berechnen.

Für p_{1k} und p_{2k} ergibt sich dann mit Hilfe von (13):

$$(23) \quad \begin{cases} p_{1k} = p_k - a_2 \Delta p_k \\ p_{2k} = p_k + a_1 \Delta p_k \end{cases}$$

Die Veränderung des Partialdrucks durch die Kopplung ersieht man durch:

$$(24) \quad \begin{cases} p_{1k} - p_{1k}^0 = a_2 (\Delta p_k^0 - \Delta p_k) \\ p_{2k} - p_{2k}^0 = -a_1 (\Delta p_k^0 - \Delta p_k) \text{ mit} \\ \Delta p_k^0 = p_{2k}^0 - p_{1k}^0 \end{cases}$$

Man erkennt aus (23) und (24), daß man aus den Werten für Δp_k sofort alle übrigen Werte von p_{1k} und p_{2k} und damit auch G_{1k} und G_{2k} berechnen kann. Für die praktische Durchführung der Zahlenrechnung verwendet man zweckmäßig geeignete Perforblätter.

4. Folgerungen aus den Lösungen der Grundgleichung.

In den Gleichungen (20) und (21) sind in G_{1k}^- und G_{2k}^- noch die Werte \bar{u}_1 und \bar{u}_2 enthalten. Um deren Einfluß zu erkennen, sollen für G_{1k}^- und G_{2k}^- gemäß (9) gesetzt werden:

$$G_{1k}^- = \bar{u}_1 F_{1k} + V_{1k} \quad \text{und} \quad G_{2k}^- = \bar{u}_2 F_{2k} + V_{2k}$$

Ersetzt man ferner gemäß (17) V_{1k} und V_{2k} durch

$$V_{1k} = \alpha_k p_{1k}^0 A_1 - F_{1k}, \quad V_{2k} = \alpha_k p_{2k}^0 A_2 - F_{2k},$$

so kommt, wenn man noch F_k durch $F_{1k} + F_{2k}$ ersetzt,

$$G_{1k}^- = \alpha_k p_{1k}^0 A_1 + \bar{u}_1 F_{2k} - \bar{u}_2 F_{1k}$$

$$G_{2k}^- = \alpha_k p_{2k}^0 A_2 + \bar{u}_2 F_{1k} - \bar{u}_1 F_{2k} \quad \text{und entsprechend}$$

$$\frac{G_{1k}^-}{A_1} = \alpha_k p_{1k}^0 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \bar{u}_1 \frac{F_{2k}}{A_2} - \bar{u}_2 \frac{F_{1k}}{A_1}$$

$$\frac{G_{2k}^-}{A_2} = \alpha_k p_{2k}^0 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \bar{u}_2 \frac{F_{1k}}{A_1} - \bar{u}_1 \frac{F_{2k}}{A_2}$$

Damit wird

$$\frac{G_{2k}^-}{A_2} - \frac{G_{1k}^-}{A_1} = \alpha_k (p_{2k}^0 - p_{1k}^0) + \frac{\bar{u}_2}{\alpha_2} \frac{F_{1k}}{A_1} - \frac{\bar{u}_1}{\alpha_1} \frac{F_{2k}}{A_2}$$

oder, wenn man $(p_{2k}^0 - p_{1k}^0)$ durch Δp_k^0 , F_{1k} und F_{2k} durch $f_{k1} F_1$ und $f_{k2} F_2$ ersetzt und die Abkürzung einführt:

$$(25) \quad \Delta \left(\frac{F}{A} \right) = \frac{\bar{u}_2}{\alpha_2} \frac{F_1}{A_1} - \frac{\bar{u}_1}{\alpha_1} \frac{F_2}{A_2} = \frac{1}{\alpha_1 \alpha_2 A} (\bar{u}_2 F_1 - \bar{u}_1 F_2)$$

$$(26) \quad \frac{G_{2k}^-}{A_2} - \frac{G_{1k}^-}{A_1} = \alpha_k \Delta p_k^0 + f_{k1} \Delta \left(\frac{F}{A} \right)$$

Für $\Delta \left(\frac{F}{A} \right)$ läßt sich auch schreiben:

$$\alpha_1 \alpha_2 A \Delta \left(\frac{F}{A} \right) = F_1 - \bar{u}_1 F - \bar{u}_2 F - F_2$$

$P_1 - \bar{G}_1 P$ gibt, wenn es positiv ist, die „Frischgasmenge“ der Kammer 1 bzw. die „Frischgasüberschussmenge“ der Kammer 2 an.

Für (21) läßt sich nun schreiben:

$$(27) \quad \frac{\alpha \Delta u}{a_1 a_2} = \frac{\sum \frac{a_k \Delta p_k^0}{\alpha u + a_k} + \Delta \left(\frac{P}{\lambda} \right) \sum \frac{r_k}{\alpha u + a_k}}{\sum \frac{p_k}{\alpha u + a_k}}$$

Für große α nähert sich $\frac{\alpha \Delta u}{a_1 a_2}$ dem Grenzwert:

$$(28) \quad \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{\alpha \Delta u}{a_1 a_2} = \frac{\sum a_k \Delta p_k^0 + \Delta \left(\frac{P}{\lambda} \right) \sum \frac{r_k}{a_k}}{p} = \frac{\frac{a_2}{a_1} \bar{G}_2 - \bar{G}_1}{p \lambda} = \frac{a_1 \bar{G}_2 - a_2 \bar{G}_1}{a_1 a_2 p \lambda}$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} (\alpha \Delta u) = \frac{a_1 \bar{G}_2 - a_2 \bar{G}_1}{p \lambda} = \frac{a_1 \bar{G} - \bar{G}_1}{p \lambda} = \frac{\bar{G}_2 - a_2 \bar{G}}{p \lambda}$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \Delta u = 0$$

Für kleine Werte von α nähert sich $\alpha \Delta u$ dem Grenzwert:

$$(29) \quad \lim_{\alpha \rightarrow 0} (\alpha \Delta u) = a_1 a_2 \Delta \left(\frac{P}{\lambda} \right) \frac{\sum \frac{r_k}{a_k}}{\sum \frac{p_k}{a_k}} = \frac{P_1 - a_1 P}{\lambda} \cdot \frac{\sum \frac{r_k}{a_k}}{\sum \frac{p_k}{a_k}}$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \Delta u = \infty$$

sofern $\Delta \left(\frac{P}{\lambda} \right)$ von Null verschieden ist.

Für den Sonderfall $\Delta \left(\frac{P}{\lambda} \right) = 0$ gilt:

$\lim_{\alpha \rightarrow 0} (\alpha \Delta u) = 0$, während für $\lim \Delta u$ gilt:

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \Delta u = a_1 a_2 \frac{\lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{1}{\alpha} \sum \frac{a_k \Delta p_k^0}{\alpha u + a_k}}{\sum \frac{p_k}{a_k}}$$

Für den Grenzwert im Zähler läßt sich schreiben:

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{1}{\alpha} \sum \frac{\Delta p_k^0}{1 + \frac{a_k}{\alpha u}} = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{1}{\alpha} \left(\sum \Delta p_k^0 - \alpha u \sum \frac{\Delta p_k^0}{a_k} + \text{höhere Potenzen von } \alpha \right)$$

$$= -u \sum \frac{\Delta p_k^0}{a_k}$$

Damit wird:

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \Delta u = -a_1 a_2 \frac{\sum \frac{\Delta p_k^0}{a_k}}{\sum \frac{p_k}{a_k}} \quad \text{oder, da gemäß (22)}$$

$$a_1 a_2 \alpha = \bar{a}_1 \bar{a}_2 + (a_1 - \bar{a}_1) \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \Delta u$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \Delta u \left[1 + (a_1 - \bar{a}_1) \frac{\sum \frac{\Delta p_k^0}{a_k}}{\sum \frac{p_k}{a_k}} \right] = -\bar{a}_1 \bar{a}_2 \frac{\sum \frac{\Delta p_k^0}{a_k}}{\sum \frac{p_k}{a_k}}$$

$$(30) \quad \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \Delta u = \frac{-\bar{a}_1 \bar{a}_2 \sum \frac{\Delta p_k^0}{a_k}}{\sum \frac{p_k}{a_k} + (a_1 - \bar{a}_1) \sum \frac{\Delta p_k^0}{a_k}}$$

Praktisch von Bedeutung ist der Grenzwert für $\alpha = \infty$; er kann als erster Näherungswert für das oben erwähnte Iterationsverfahren benutzt werden.

Setzt man in den Ausdruck für Δp_k (Gl. 20) die Gl. (26) u. (27) ein, so erhält man:

$$\Delta p_k = \frac{a_k}{\alpha u + a_k} \Delta p_k^0 + \frac{z_k}{\alpha u + a_k} \Delta \left(\frac{z_k}{\alpha} \right) - \frac{p_k}{\alpha u + a_k} \frac{\sum \frac{a_k \Delta p_k^0}{\alpha u + a_k} + \Delta \left(\frac{z_k}{\alpha} \right) \sum \frac{z_k}{\alpha u + a_k}}{\sum \frac{p_k}{\alpha u + a_k}}$$

Daraus wird mit den Abkürzungen:

$$(31) \quad \varrho_k = \frac{\frac{z_k}{\alpha u + a_k}}{\sum \frac{z_k}{\alpha u + a_k}} \quad \text{und} \quad \pi_k = \frac{\frac{p_k}{\alpha u + a_k}}{\sum \frac{p_k}{\alpha u + a_k}}$$

$$(32) \quad \Delta p_k = \frac{a_k \Delta p_k^0}{\alpha u + a_k} - \pi_k \sum \frac{a_k \Delta p_k^0}{\alpha u + a_k} + (\varrho_k - \pi_k) \sum \frac{z_k}{\alpha u + a_k} \Delta \left(\frac{z_k}{\alpha} \right)$$

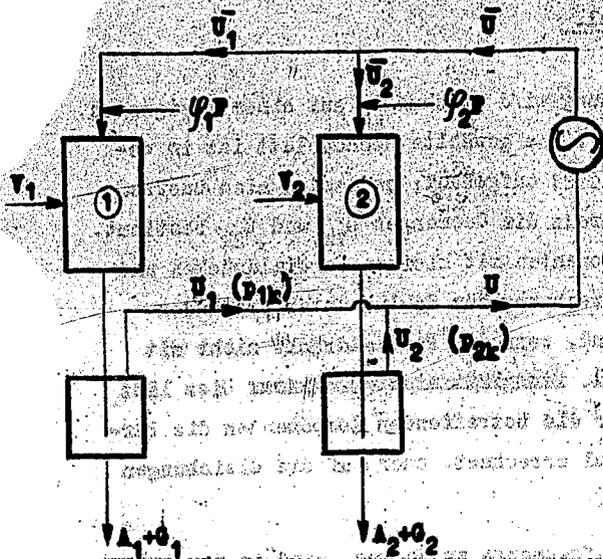
Aus dieser Form der Gleichung für Δp_k erkennt man ohne weiteres, daß $\sum \Delta p_k = 0$ erfüllt ist, da $\sum \varrho_k = \sum \pi_k = 1$; ferner daß

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \Delta p_k = 0$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \Delta p_k = \Delta p_k^0 + (\varrho_k - \pi_k) \sum \frac{z_k}{a_k} \Delta \left(\frac{z_k}{\alpha} \right)$$

Durchgerechnete Beispiele zeigen, daß in praktisch vorkommenden Fällen der Einfluß des Gliedes mit $\Delta \left(\frac{z_k}{\alpha} \right)$ sehr erheblich sein kann.

5. Frischgasprobe bei den Kammern.



Wenn das Frischgas den Kammern einzeln zugesetzt wird, so ändern sich die Gleichungen, wie folgt:

$$(1) \begin{cases} \bar{u}_{1k} + \varphi_1 F_k + V_{1k} = U_{1k} + G_{1k} \\ \bar{u}_{2k} + \varphi_2 F_k + V_{2k} = U_{2k} + G_{2k} \\ \bar{u}_1 + \bar{u}_2 = \bar{u} = U = U_1 + U_2 \end{cases}$$

$$(2) \begin{cases} \bar{u}_{1k} = \bar{u}_1 U_{1k} + \bar{u}_1 U_{2k} \\ \bar{u}_{2k} = \bar{u}_2 U_{1k} + \bar{u}_2 U_{2k} \end{cases}$$

(3)'

$$\begin{aligned} G_{1k} &= \varphi_1 F_k + V_{1k} - \bar{u}_2 U_{1k} + \bar{u}_1 U_{2k} = \bar{G}_1 - \bar{u}_2 U_{1k} + \bar{u}_1 U_{2k} \\ G_{2k} &= \varphi_2 F_k + V_{2k} + \bar{u}_2 U_{1k} - \bar{u}_1 U_{2k} = \bar{G}_2 + \bar{u}_2 U_{1k} - \bar{u}_1 U_{2k} \end{aligned}$$

wobei jedoch hier in Gegensatz zu (9) gesetzt ist:

(9)'

$$\begin{aligned} \bar{G}_{1k} &= \varphi_1 F_k + V_{1k} \\ \bar{G}_{2k} &= \varphi_2 F_k + V_{2k} \\ \bar{G}_{1k} + \bar{G}_{2k} &= F_k + V_k = G_k = G_{1k} + G_{2k} \end{aligned}$$

Alle übrigen Gleichungen bleiben erhalten, wenn man überall die neuen Abkürzungen für \bar{G}_{1k} und \bar{G}_{2k} einsetzt und ebenso die sich daraus ergebende Abkürzung $\Delta \bar{G}_k$ (nach Gl. 13). Analog kommt dann auch für den Ausdruck $\Delta(\frac{F}{A})$ nach Gl. 25:

$$(25)' \quad \Delta(\frac{F}{A}) = \frac{\varphi_2 F_1}{a_2 A_1} - \frac{\varphi_1 F_2}{a_1 A_2} = \frac{1}{a_1 a_2 A} (\varphi_2 F_1 - \varphi_1 F_2)$$

Damit kann auch dieser Fall ohne weiteres mit den abgeleiteten Gleichungen behandelt werden. In den praktisch vorkommenden Fällen werden dabei meist φ_1 und $\varphi_2 = 0$ oder 1 sein. Zu beachten ist jedoch, daß jetzt \bar{u}_1 , \bar{u}_2 und $\bar{u} = U$ die Kreislaufmengen ohne Frischgas bedeuten. Ist die Kreislaufmenge einschließlich Frischgas vorgegeben, so muß dies entsprechend berücksichtigt werden.

6. Zahlenbeispiel.

Die praktische Zahlenrechnung wird zweckmäßig auf einem geeigneten Rechenblatt durchgeführt (s. Anlage 1). Das gewählte Rechenblatt ist im wesentlichen auf die Gleichungen 20 und 21 aufgebaut; es werden also zuerst die Partialdrücke p_{1k} und p_{2k} und daraus die Gas mengen g_{1k} und g_{2k} bestimmt. Dies hat zur Folge, daß bei den Komponenten mit kleinen Partialdrücken und hohen Schmelzwerten bei der Kontrollrechnung zum Schluß unter Umständen größere Abstrichungen erforderlich sind, wenn die Partialdrücke nicht mit genügender Stellensahl errechnet sind. ~~Abstrichungen vermeiden~~ Dies läßt sich vermeiden, wenn man entweder für die betreffenden Komponenten die Partialdrücke auf eine höhere Stellensahl errechnet, oder auf die Gleichungen 13 und 13a zurückgreift.

Um den Einfluß der Kreislaufgasmenge zu zeigen, sind in der Anlage 2 die Werte Δp_k in Abhängigkeit von α aufgetragen, und zwar einmal für $\Delta\left(\frac{p}{A}\right) = 0$ und für $\Delta p_k^0 = 0$. Für den Fall $\Delta\left(\frac{p}{A}\right) = 0$ ist bemerkenswert, daß Δp_k für Wasserstoff das Vorzeichen wechselt. Dies bedeutet, daß die Kammer, die bei getrennter Fahrweise den niedrigeren H_2 -Partialdruck aufweist, bei Kreislaufkopplung einen höheren als die andere bekommt, also Überkompensation eintritt. In den praktisch vorkommenden Fällen ist häufig das Glied mit $\Delta\left(\frac{p}{A}\right)$ das Überwiegende; Überkompensation kann dann unter Umständen in noch höherem Maße auftreten. Die Abhängigkeit der Werte Δu von α ist in der Anlage 3 gezeigt, wobei auch hier der Einfluß des Gliedes mit $\Delta\left(\frac{p}{A}\right)$ besonders gezeigt ist.

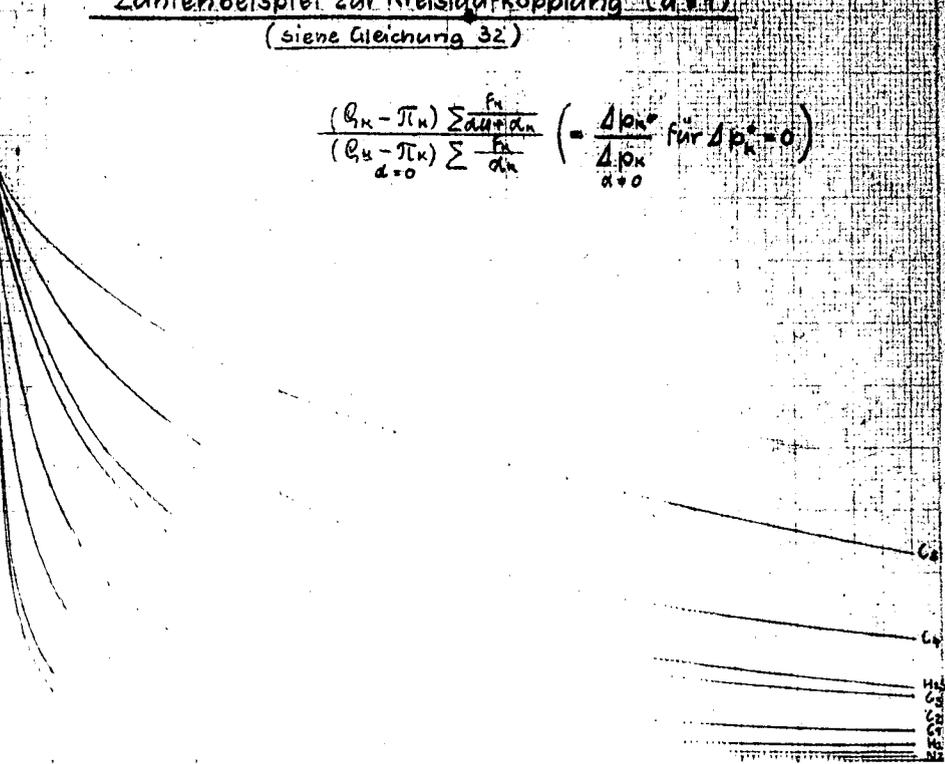
Zahlenbeispiel zur Kreislaufkopplung (u. d. 1.)
 (siehe Gleichung 32)

$$\frac{(Q_k - \pi_k) \sum \frac{f_k}{\alpha_k + \alpha_n}}{(Q_u - \pi_k) \sum \frac{f_k}{\alpha_k}} \left(= \frac{\Delta p_k}{\alpha + 0} \text{ für } \Delta p_k^* = 0 \right)$$

1.00

0.50

1.00



$$\frac{\alpha_k \Delta p_k}{\alpha_k + \alpha_n} \pi_k \sum \frac{\alpha_k \Delta p_k}{\alpha_k + \alpha_n} = \frac{\Delta p_k}{\alpha_k} \left(\text{für } \frac{\Delta p_k}{\alpha} = 0 \right) = 0$$

1.00

0.50

0.25

0.125

0.0625

0.03125

0.015625

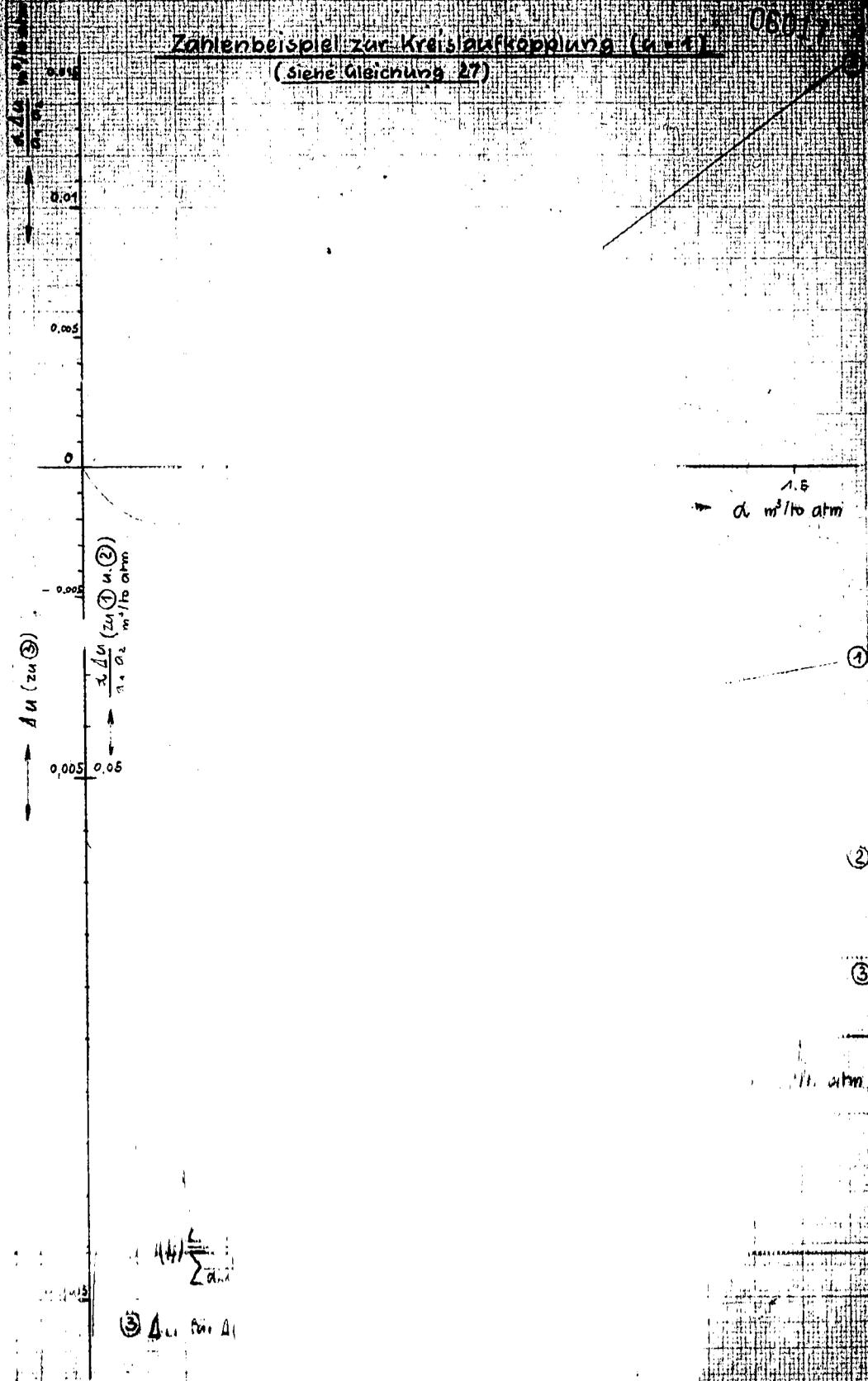
0.0078125

0.00390625

Zahlenbeispiel zur Kreisauflösung (4.1)

08077

(siehe Gleichung 27)



Au (zu 3)

0.1
0.01
0.005
0

0.005 0.05

$$\frac{\Delta u}{\alpha \cdot \alpha_2} \text{ (zu 1 u. 2)}$$

1.5
alpha m³/10 atm

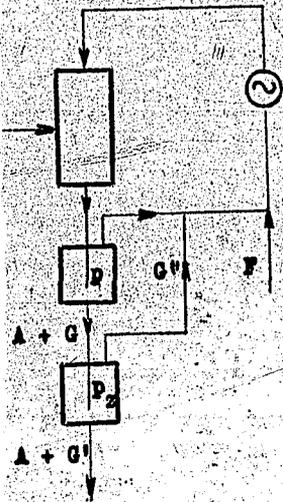
1
2
3

$$\frac{\Delta u}{\sum \alpha_i}$$

3) Δu für Δ1

Leuna, den 24. September 1944.

Einstellen des H₂-Partialdruckes im Kreislauf durch Rückkompression, Waschung und Kreislaufentspannung.



I. Rückkompression.

1. Bezeichnungen:

- V cbm/Std. Vergasung (einschl. chemischen H₂-Verbrauch) mit den Komponenten V_k
- F cbm/Std. Frischgas mit den Komponenten F_k = f_kF
- A Stute Abstreifer
- G in Abstreifer unter p ata (vor der Zwischenentspannung) gelöstes Gas mit den Komponenten G_k
- G' in Abstreifer unter p₂ ata (Zwischenentspannungsdruck) gelöstes Gas mit den Komponenten G_k
- G'' in der Zwischenentspannung entweichendes Gas mit den Komponenten G_k
- α_k cbm/to ata Schluckwert im Abstreifer für die Komponente k
- p_k Partialdruck der Komponente k in p (Kammerausgang)
- p_{2k} " " " k in p₂

2. Ableitung der Formeln:

Bei Gleichgewicht gilt: Zugehende Gase = Abgehende Gase, also:

F + V = G', ebenso für die Komponente k:

(1) F_k + V_k = G'_k, wobei F_k = f_kF und G'_k = α_kp_{2k}A

somit wird:

f_kF + V_k = α_kp_{2k}A, oder

p_{2k} = $\frac{f_k}{\alpha_k} \frac{F}{A} + \frac{V_k}{\alpha_k A}$

p₂ = $\sum p_{2k} = \sum \frac{f_k}{\alpha_k} \cdot \frac{F}{A} + \sum \frac{V_k}{\alpha_k A}$

daraus folgt:

(2) $\frac{F}{A} = \frac{p_{2k} - \frac{V_k}{\alpha_k A}}{\frac{f_k}{\alpha_k}} = \frac{p_{2k} - \sum \frac{V_k}{\alpha_k A}}{\sum \frac{f_k}{\alpha_k}}$ und daraus

(3) $p_{2k} = \frac{f_k}{\alpha_k} \frac{F}{A} + \frac{V_k}{\alpha_k A} = \frac{f_k}{\alpha_k} \left(p_{2k} - \sum \frac{V_k}{\alpha_k A} \right) + \frac{V_k}{\alpha_k A}$

Die Summen \sum sind überall über die Komponenten k zu nehmen.

Mit den Abkürzungen:

$$Q_k = \frac{\frac{f_k}{\alpha_k}}{\sum \frac{f_k}{\alpha_k}} \quad (I)$$

$$v_k = \frac{V_k}{\alpha_k A} \quad (II)$$

$$v = \sum v_k = \sum \frac{V_k}{\alpha_k A} \quad (III)$$

lassen sich (2) u. (3), wie folgt, schreiben:

$$(2') \quad \frac{P}{A} = \frac{P_{sk} - v_k}{\frac{f_k}{\alpha_k}} = \frac{P_s - v}{\sum \frac{f_k}{\alpha_k}}$$

$$(3') \quad P_{sk} = Q_k (P_s - v) + v_k$$

Für die Zwischenentspannung gilt:

$$P_{sk} = \frac{G''_k}{G''} P_s \quad \text{damit wird (s. Gl. 1)}$$

$$G'_k = \alpha_k P_{sk} A = \alpha_k \frac{P_s A}{G''} \cdot G''_k$$

Mit der Abkürzung $s = \frac{G''}{P_s A}$ (IV) kommt

$$\frac{G'_k}{G''_k} = \frac{\alpha_k}{s} \quad \text{Da ferner } G'_k + G''_k = G_k \text{ ist, gilt}$$

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} G'_k &= \frac{\alpha_k}{s + \alpha_k} G_k \quad \text{Ferner (aus IV) } P_s = \frac{1}{s} \frac{G''}{A} = \frac{1}{s} \frac{\sum G''_k}{A} = \frac{\sum G_k / A}{s + \alpha_k} \\ G''_k &= \frac{s}{s + \alpha_k} G_k \\ P_s &= \sum \frac{G_k / A}{s + \alpha_k} \end{aligned} \right.$$

s kann als Maß für die Rückkompression angesehen werden.

Für die bei p ata gelösten Gasmengen gilt:

$$G_k = \alpha_k P_k A, \quad \text{während für die Zwischenentspannung } P_s$$

$$G'_k = \alpha_k P_{sk} A \quad \text{Daraus folgt unter Berücksichtigung von (4)}$$

$$\frac{G_k}{G'_k} = \frac{P_k}{P_{sk}} = \frac{s + \alpha_k}{\alpha_k} = 1 + \frac{s}{\alpha_k} \quad \text{oder mit den Abkürzungen;}$$

$$\Delta P_k = P_k - P_{sk}; \quad \Delta P = \sum \Delta P_k = p - P_s \quad (V)$$

- 3 -

$$(5) \left\{ \begin{aligned} p_k - p_{sk} &= \Delta p_k = \frac{p_{sk}}{\alpha_k} \\ p - p_s &= \Delta p = \sum \frac{p_{sk}}{\alpha_k} \\ &= \alpha_k \frac{\Delta p_k}{p_{sk}} = \frac{\Delta p}{\sum \frac{p_{sk}}{\alpha_k}} \end{aligned} \right.$$

$$\frac{p_k - p_{sk}}{p - p_s} = \frac{\Delta p_k}{\Delta p} = \frac{p_{sk}/\alpha_k}{\sum p_{sk}/\alpha_k} = \frac{\frac{q_k}{\alpha_k} (p_s - v) + \frac{v_k}{\alpha_k}}{\sum \frac{q_k}{\alpha_k} (p_s - v) + \sum \frac{v_k}{\alpha_k}} = \frac{\bar{q}_k (p_s - v) + \bar{v}_k}{\bar{q} (p_s - v) + \bar{v}} = \pi_k$$

(unter Benützung von 3')

letzteres mit den Abkürzungen:

$$\bar{q}_k = \frac{q_k}{\alpha_k}, \quad \bar{q} = \sum \bar{q}_k = \sum \frac{q_k}{\alpha_k}$$

$$\bar{v}_k = \frac{v_k}{\alpha_k}, \quad \bar{v} = \sum \bar{v}_k = \sum \frac{v_k}{\alpha_k} \quad (VI)$$

$$\pi_k = \frac{\Delta p_k}{\Delta p}$$

Sind die Schluckwerte für p und p_s verschieden, so läßt sich dies leicht in den Formeln berücksichtigen.

3. Praktische Durchführung der Rechnung.

Aus den Formeln (II) und (2') folgt, daß es zweckmäßig ist, Vergasung und Frischgaverbrauch je to Abstreifer zu beziehen. Aus den Werten v_k für die Vergasung und f_k für die Frischgaszusammensetzung lassen sich sofort die Werte $\sum \frac{f_k}{\alpha_k}$, \bar{q}_k , v_k und \bar{v} berechnen, was zweckmäßig in einem geeigneten Formblatt geschieht.

Ist der Zwischenentspannungsdruck p_s vorgegeben, so errechnet sich der Frischgasverbrauch sofort nach (2') zu:

$$(2') \quad \frac{F}{A} = \frac{p_s - v}{\sum \frac{f_k}{\alpha_k}}$$

(Es empfiehlt sich dabei die Kontrollrechnung $\frac{F}{A} = \frac{v_H/\Lambda + \alpha_H p_H}{f_H}$; Gesamt H_2 -Verbrauch = chem. Verbrauch + Lösung).
Bei Rückkompression hängt der Frischgasverbrauch also nur vom Zwischenentspannungsdruck p_s , und nicht vom Gesamtdruck p und Wasserstoffpartialdruck p_H ab.

Praktisch sind wohl folgende Aufgabenstellungen von Bedeutung:

- a) p_s gegeben (etwa durch Zusatzkompressoren)
 p_s (H_2 -Partialdruck) gefordert
 p frei verfügbar und zu bestimmen (Druckreserve in der Apparatur)

Frischgasverbrauch nach (2'): $\frac{p}{\Lambda} = \frac{p_H - v}{\sum \alpha_k}$

Partialdrücke in Abgas G'' nach (3'): $p_{sk} = \alpha_k (p_H - v) + v_k$

Daraus folgen dann auch sofort die Werte für $\frac{p_{sk}}{\alpha_k}$ und $\sum \frac{p_{sk}}{\alpha_k}$ und

speziell $\frac{\frac{p_{sH}}{\alpha_H}}{\frac{p_{sk}}{\alpha_k}} = \pi_H$

Ferner wird: $\Delta p_H = p_H - p_{sH}$ (aus V) und weiter aus (5)

$$s = \frac{\alpha_H}{p_{sH}} \Delta p_H = \frac{\alpha_H}{p_{sH}} (p_H - p_{sH}) = \frac{\alpha_H}{p_{sH}} \cdot p_H - \alpha_H$$

$$p = p_s + \Delta p = p_s + \frac{\Delta p_H}{\pi_H} = \frac{p_H}{\pi_H} + (p_s - \frac{p_{sH}}{\pi_H})$$

$$= \frac{p_H}{\pi_H} + (p_s - \alpha_H \sum \frac{p_{sk}}{\alpha_k})$$

p wächst also linear mit p_H

Für G'' erhält man: $\frac{G''}{\Lambda} = s p_s = \alpha_H \frac{p_H}{p_{sH}} \cdot p_H - \alpha_H p_s$

wächst linear mit p_H

$$\frac{G''_k}{\Lambda} = \frac{p_{sk}}{p_s} \frac{G''}{\Lambda} = s \cdot \frac{p_{sk}}{p_{sH}} = \alpha_H \frac{p_{sk}}{p_{sH}} \cdot p_H - \alpha_H p_{sk}$$

speziell: $\frac{G''_H}{\Lambda} = s \cdot p_{sH} = \alpha_H p_H - \alpha_H p_{sH} = \alpha_H \Delta p_H$
(Zahlenbeispiel siehe Anlage).

b) p und p_s gegeben, p_H gesucht.

$\frac{p}{\Lambda}$, p_{sk} und π_H wie bei a)

$$\Delta p = p - p_s; \Delta p_H = \pi_H \Delta p = \pi_H (p - p_s)$$

$$p_H = p_{sH} + \Delta p_H = \pi_H p + (p_{sH} - \pi_H p_s) \quad (\text{linear mit } p)$$

$$s = \frac{\Delta p}{\sum \frac{p_{sk}}{\alpha_k}} = \frac{p - p_s}{\sum \frac{p_{sk}}{\alpha_k}}$$

$$s \frac{G''}{\Lambda} = s p_s = \frac{\Delta p p_s}{\sum \frac{p_{sk}}{\alpha_k}}$$

linear mit p

$$\frac{G''_k}{\Lambda} = s p_{sk} = \frac{\Delta p \cdot p_{sk}}{\sum \frac{p_{sk}}{\alpha_k}}$$

c) p und p_H gegeben; p_s gesucht.

Lösung entweder graphisch, indem man etwa nach b) für verschiedene p_s die dazu gehörigen Werte von p_H errechnet und dann interpoliert oder exakt nach (5) und (5')

$$(5') \frac{p_H - p_{sH}}{p - p_s} = \frac{(p_H - v_H) - Q_H (p_s - v)}{(p - v) - (p_s - v)} = \frac{Q_H (p_s - v) + v_H}{Q (p_s - v) + v}$$

Daraus ergibt sich für p_s eine quadratische Gleichung, für deren Lösung sich einfache und sehr genaue Näherungslösungen angeben lassen.

II. Waschung.

Setzt man in (IV) und (5) $z = 0$, so folgt:

$$Q^0 - \Delta p_k = \Delta p = 0; p = p_s; p_k = p_{sk}$$

und man erhält dann die Formeln ohne Rückkompression;

$$(2'') \frac{F}{A} = \frac{p - v}{\sum \frac{f_k}{\alpha_k}} \quad (3'') p_k = Q_k (p - v) + v_k$$

Wird nun zusätzlich gewaschen, so kann man in erster Näherung mit mittleren Partialdrücken von "Waschung" durch den Abstreifer und zusätzlicher Waschung rechnen, und bekommt dann an Stelle von Gleichung (1)

$$(1'') F_k + v_k = Q_k \quad Q_k = \alpha_k p_k A + \alpha_{wk} p_k W = (\alpha_{wk} \text{ Schluckwerte für Waschl } W) \\ = p_k (\alpha_k A + \alpha_{wk} W)$$

Nimmt man weiter an, daß für Abstreifer und Waschl die relativen Schluckwerte bezogen auf den Schluckwert für H_2 gleich sind, so kann man weiter schreiben:

$$\frac{\alpha_{wk}}{\alpha_{wH}} = \frac{\alpha_k}{\alpha_H} \quad \alpha_{wk} W = \alpha_k \frac{\alpha_{wH}}{\alpha_H} W = \alpha_k W_0 \quad \text{mit } W_0 = \frac{\alpha_{wH}}{\alpha_H} W$$

und $\alpha_k A + \alpha_{wk} W = \alpha_k (A + W_0) = \alpha_k (1 + \frac{W_0}{A}) A = \alpha_k (1 + \lambda) A$ mit $\lambda = \frac{W_0}{A}$

und $\frac{Q_k}{A} = \alpha_k p_k (1 + \lambda)$

$$(VII) W = \frac{\alpha_H}{\alpha_{wH}} W_0 = \frac{\alpha_H}{\alpha_{wH}} \lambda \cdot A$$

Damit wird aus (1''), wenn man noch $F_k = f_k F$ setzt:

$$f_k F + v_k = \alpha_k p_k (1 + \lambda) A \quad \lambda \text{ gibt ein Maß für die Waschung.}$$

Daraus folgt nun weiter, wie oben, wenn man wieder die Abkürzungen (I) - (III) einführt:

$$p_k (1 + \lambda) = \sum \frac{f_k}{\alpha_k} \frac{F}{A} + v_k \\ \sum p_k (1 + \lambda) = p (1 + \lambda) = \sum \frac{f_k}{\alpha_k} \frac{F}{A} + v$$

$$(2'') \quad \frac{P}{A} = \frac{P_k (1 + \lambda) - v_k}{\alpha_k} = p \frac{(1 + \lambda) - v}{\sum \alpha_k}$$

$$(3'') \quad P_k = Q_k \left(p - \frac{v - v_k}{1 + \lambda} \right) + \frac{v_k}{1 + \lambda} \\ = Q_k p - \frac{Q_k v - v_k}{1 + \lambda}$$

Ist P_H vorgegeben, so folgt für den Waschölbedarf λ

$$(6) \quad 1 + \lambda = \frac{Q_H v - v_H}{P_H p - P_H} \quad \text{und für den Frischgasverbrauch aus (2'')} \\ \frac{P}{A} \cdot \sum \alpha_k = p(1 + \lambda) - v = p \frac{Q_H v - v_H}{P_H p - P_H} - v = \frac{Q_H p v - P_H v - Q_H v + P_H v}{Q_H p - P_H} = \frac{P_H v - P_H v}{Q_H p - P_H}$$

Kürzt man mit p und führt den H_2 -Gehalt im Kreislauf $\epsilon_H = \frac{P_H}{p}$ (VIII) ein, so kommt

$$\frac{P}{A} = \frac{1}{\sum \alpha_k} \cdot \frac{Q_H v - v_H}{\epsilon_H - P_H} = \frac{Q_H v - v_H}{\frac{P_H}{\epsilon_H} - \sum \alpha_k} \quad (\text{letzteres gemäß (I)})$$

Bei Waschung ist der Frischgasbedarf nur abhängig vom Wasserstoffgehalt im Kreislauf, aber nicht vom Gesamtdruck.

Für die im Abstreifer und Waschöl gelöste Gasmenge G gilt:

$$\frac{G_k}{A} = \alpha_k P_k (1 + \lambda) = \alpha_k Q_k (1 + \lambda) p - \alpha_k Q_k v + \alpha_k v_k \\ = \frac{\alpha_k}{\sum \alpha_k} \left[(1 + \lambda) p - v \right] + \frac{v_k}{A} = \alpha_k \frac{P}{A} + \frac{v_k}{A} \quad (\text{in Übereinstimmung mit (1)})$$

davon sind im Abstreifer gelöst: $\frac{G_{kA}}{A} = \alpha_k P_k = \frac{1}{1 + \lambda} \frac{G_k}{A}$

$$\text{und im Waschöl: } \frac{G_{kH}}{A} = \alpha_k P_k \lambda = \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{G_k}{A}$$

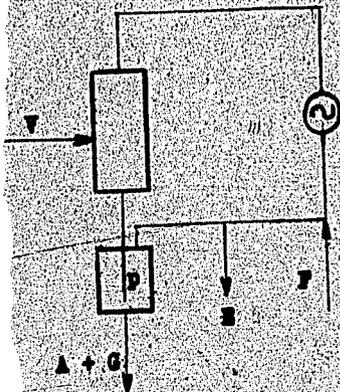
Die Aufteilung in Reichgas G' und Arzgas G'' errechnet sich mit der Gleichung (4). Dabei kann es vorkommen, daß für eine Komponente (etwa G_k) der Anteil vorgeschrieben ist, der ins Reichgas kommen soll. Dann bestimmt sich α , wie folgt:

$$\frac{G'_k}{G_k} = \frac{\alpha_k}{\alpha + \alpha_k} = \alpha_k \frac{G_k}{G'_k} - \alpha_k = \alpha_k \left(\frac{G_k}{G'_k} - 1 \right) = \alpha_k \frac{G''_k}{G'_k}$$

Sollen beispielsweise 90 % der Komponente R ins Reichgas gehen, so wird

$$\alpha = \frac{10}{90} \alpha_k = \frac{\alpha_k}{9}$$

III. Kreislaufentspannung:



Für die entspannte Kreislaufmenge \bar{H} gilt:

$$P_k = \frac{P_k}{V} \bar{H} = P_k \frac{\bar{H}}{V} \cdot \Lambda = \epsilon P_k \Lambda$$

mit $\epsilon = \frac{\bar{H}}{V \Lambda}$, $\bar{H} = \epsilon P \Lambda$ (IX)

Es gilt weiter:

$$P_k + V_k = P_k + G_k = \epsilon P_k \Lambda + \alpha_k P_k \Lambda = (\epsilon + \alpha_k) P_k \Lambda$$

Daraus folgt wieder genau wie oben:

$$P_k \frac{P_k}{\epsilon + \alpha_k} \frac{\bar{H}}{\Lambda} + \frac{V_k}{\Lambda (\epsilon + \alpha_k)}$$

Führt man die Abkürzungen ein:

$$Q_k(\epsilon) = \frac{\frac{P_k}{\epsilon + \alpha_k}}{\sum \frac{P_k}{\epsilon + \alpha_k}} \quad (I')$$

$$v_k(\epsilon) = \frac{V_k / \Lambda}{\epsilon + \alpha_k} \quad (II')$$

$$v(\epsilon) = \sum v_k(\epsilon) \quad (III')$$

So erhält man weiter:

$$P_k = \frac{P_k}{\epsilon + \alpha_k} \frac{\bar{H}}{\Lambda} + v_k(\epsilon)$$

$$P = \sum P_k = \sum \frac{P_k}{\epsilon + \alpha_k} \cdot \frac{\bar{H}}{\Lambda} + v(\epsilon)$$

$$(2''') \quad \frac{\bar{H}}{\Lambda} = \frac{P - v(\epsilon)}{\sum \frac{P_k}{\epsilon + \alpha_k}} = \frac{P - v(\epsilon)}{\sum \frac{P_k}{\epsilon + \alpha_k}}$$

$$(3''') \quad P_k = Q_k(\epsilon) (P - v(\epsilon)) + v_k(\epsilon)$$

Damit lassen sich $\frac{\bar{H}}{\Lambda}$ und P_k (speziell P_H) ohne Weiteres in Abhängigkeit von ϵ berechnen. Ist P_H vorgegeben, so führt die Bestimmung von ϵ auf die Lösung einer algebraischen Gleichung. Man geht daher am besten gleich graphisch vor, indem man P_H in Abhängigkeit von ϵ aufträgt und aus der sich ergebenden Kurve ϵ für ein bestimmtes P_H abliest.

Für die im Abstreifer gelöste Gasmenge gilt: $\frac{G_k}{\Lambda} = \alpha_k P_k$ u. $\frac{G}{\Lambda} = \sum \alpha_k P_k$

Für die entspannte Gasmenge: $\frac{H_k}{\Lambda} = \epsilon P_k$ und $\frac{H}{\Lambda} = \epsilon P$.

Handwritten signature

