

Memorandum for the Director

Re: [Illegible]

1. [Illegible]

2. [Illegible]

3. [Illegible]

4. [Illegible]

5. [Illegible]

6. [Illegible]

7. [Illegible]

8. [Illegible]

9. [Illegible]

10. [Illegible]

11. [Illegible]

12. [Illegible]

13. [Illegible]

14. [Illegible]

15. [Illegible]

16. [Illegible]

17. [Illegible]

18. [Illegible]

19. [Illegible]

20. [Illegible]

Very truly yours,

[Illegible Signature]

[Illegible Title]

<u>Notizen</u>	
<u>Analytische Beschreibung</u>	
<u>Geschichte</u>	
<u>Stichproben</u>	
<u>Vol-Mittel</u>	
<u>Stichproben in G...</u>	
<u>Bei 100%iger ...</u>	
<u>Werte d. ...</u>	
<u>Bei ...</u>	
<u>Stichproben in ...</u>	
<u>Bei 100%iger ...</u>	
<u>...</u>	

Thermische Spaltung nach Dr. Hübler

20.21.22		20.21.23		20.21	
Spaltgas	Spaltgas	Spaltgas	Spaltgas	Spaltgas	Spaltgas
30,67		37,01		0,07	
Sp.		0,68			
55,31	5,00	30,00		2,07	
	5,00			1,00	
0,22		10,32		0,77	
50,65	25,70	37,00		24,00	
0,10	0,14	3,77		0,26	
		1,20			
1,20		1,00			

47,5
47,5
21,7
21,7
77,0
21,4
21,4
21,4
85,5
85,5

TITLE PAGE

4. Herstellung gasförmiger Olefine durch thermische Spaltung von n-Butan gas in Schlangenofen nach Dr. Hübler.
Production of gaseous olefines by thermal splitting of n-butane gas in a coil oven according to Dr. Hübler.

401 III

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

November 1955

f

Die ...
in ...
...

Die ...
...

Die ...
...

Die ...
...

Fahrweise II: Soweit im Probenlabor die Standarde
 Verabreichung geboten erscheint, die Verläufe in den
 den beschriebenen Verfahrensmethoden durchgeführten
 Fahrweise I - geschildert wurden, die die Verläufe in den
 der Beschreibungsart I (Kohlensäure) mit einer
 tion über einen Hydrolyse-Verfahren abläuft
 freie Gas wird wieder verflüchtigt. Die Verläufe von
 der in Fahrweise I angegebenen Weise

Fahrweise III: Soweit im Probenlabor die Standarde
 Verabreichung geboten erscheint, die Verläufe in den
 den beschriebenen Verfahrensmethoden durchgeführten
 Fahrweise I - geschildert wurden, die die Verläufe in den
 der Beschreibungsart I (Kohlensäure) mit einer
 tion über einen Hydrolyse-Verfahren abläuft
 freie Gas wird wieder verflüchtigt. Die Verläufe von
 der in Fahrweise I angegebenen Weise

1) Die hier angegebenen Verläufe sind die

Ausbeuten:

	Fahrweise I	Fahrweise II
Ausbeuten bezogen auf ungesetztes Butan in Gew.-%:		
an Äthylen	70 - 80	60 - 70
an höheren Olefinen	50 - 75	
an fl. K.V. bei der Spaltung	1,5 - 2	2,5 - 3

Anmerkung:

Da die angegebenen Ausbeuten rechnerisch aus den in den Anlagen
 zusammengestellten Unterlagen ermittelt wurden, sind die Rechnungen über
 Berücksichtigung von Verlusten durchgeführt worden.

Hahn

(Dr. Hahn)

Butanospaltung in Schlangenhafen

Versuchsbedingungen, Ergebnisse

Datum: Vers. Nr.:	10.7.39 2445	10.10.39 2505
Versuchsbedingungen:		
FF30-Schlange, Länge in m	27	27
1. Welle in mm	36	36
Temperatur 21. 22 (p. Skizze Nr 712)	265	260
" 30 °C	210	240
Butangas m ³ /h	3,0	3,0
Versuchsergebnisse:		
Volumenfaktor	1,401	1,330
C ₂ H ₄ , C ₃ H ₆ , C ₄ H ₈ -Gemisch (in Vol.%) des Spaltgases (Analyse, Anlage 2)	20,2	21,0
g flüssige K.F./m ³ Butangas	34,7	33,5
Ausbeuten in Gew.% des Eingangsgases		
<u>bei einmaligen Durchgang:</u>		
an C ₂ H ₄	7,6	11,3
" C ₃ H ₆	15,0	15,0
" C ₄ H ₈	5,8	31,0
<u>bei 100%iger Rückführung von C₄H₁₀ (* C₄H₁₂):</u>		
an C ₂ H ₄	21,1	24,5
" C ₃ H ₆	42,6	27,0
" C ₄ H ₈	9,0	14,0
Von eingesetzten Butan wurden umgewandelt in:		
C ₄ H ₈ + H ₂	6,1	19,0
C ₃ H ₆ + CH ₄	42,0	37,5
C ₂ H ₄ + C ₂ H ₆	6,3	13,1
C ₂ H ₄ + H ₂	25,5	19,0
CH ₄	-	6,1
flüss. K.F.	3,9	2,8

Butanospaltung in Schlangenhafen

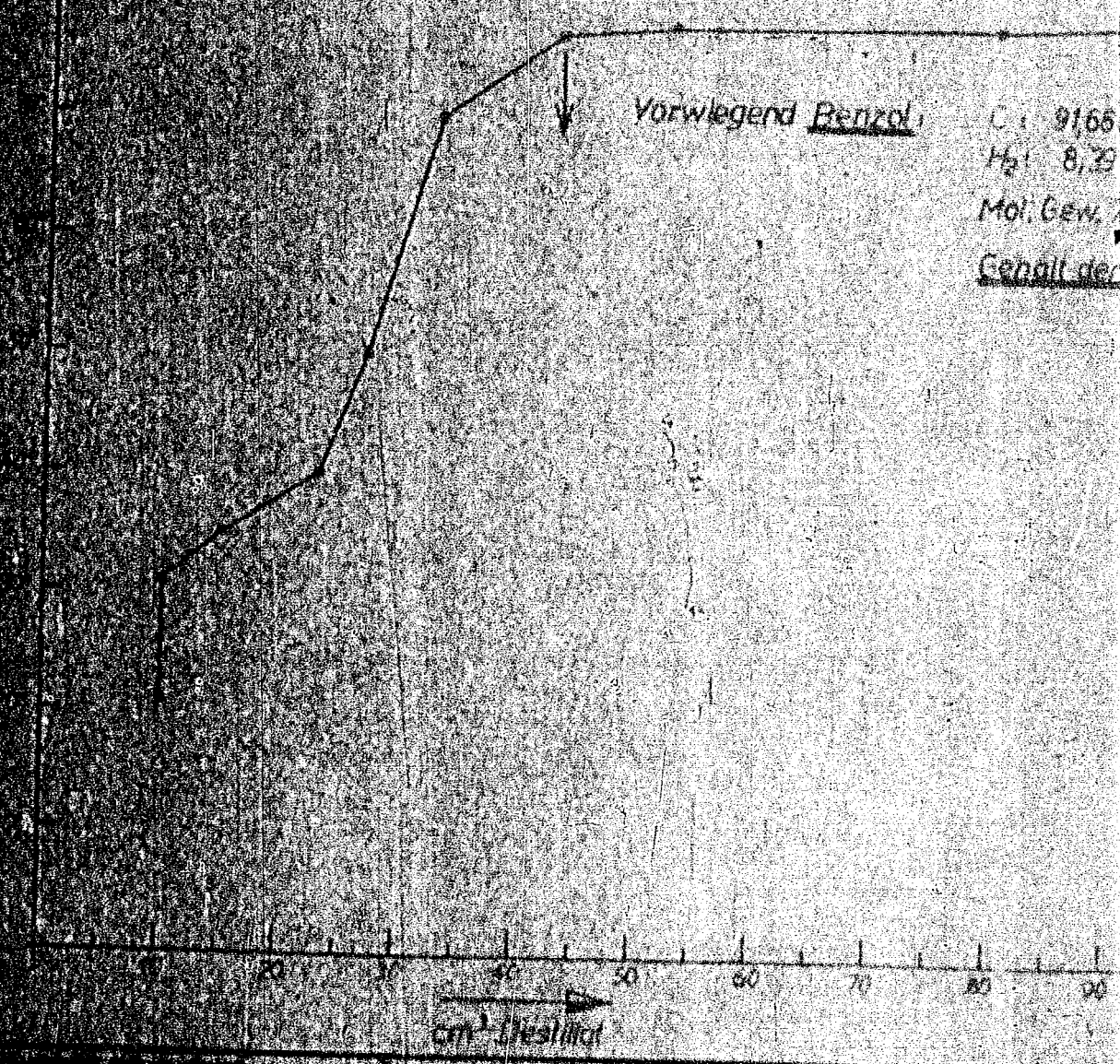
Stochemismen in Vol.%

Datum: Vers. Nr.:	10.7.39 2445	10.10.39 2505	11.10.39 2504	10.10.39 2505
Butangas:				
H ₂				
C ₂ H ₂				
C ₂ H ₄				
C ₃ H ₆	0,05		0,20	
i-C ₄ H ₈	2,70		3,50	
n-C ₄ H ₈				
C ₅ H ₁₀	Spuren		0,20	
hoch. Olefine				
CH ₄				
C ₂ H ₆				
C ₃ H ₈	0,20		1,15	
i-C ₄ H ₁₀	1,05		10,50	
n-C ₄ H ₁₀	21,35		20,00	
C ₅ H ₁₂	0,15		2,20	
hoch. Paraffine				
g/m ³ (0,760)	0,69		1,69	
Spaltgas:				
H ₂	4,20	4,77	4,57	10,00
C ₂ H ₂	0,10	0,20	0,15	0,25
C ₂ H ₄	11,45	15,24	10,95	27,00
C ₃ H ₆	14,85	30,65	16,14	40,05
i-C ₄ H ₈	4,35		7,01	14,60
n-C ₄ H ₈			1,35	3,20
C ₅ H ₁₀	0,05	0,20	0,30	0,50
hoch. Olefine				
CH ₄	17,50	20,15	21,70	22,00
C ₂ H ₆	3,40	1,07	1,50	1,50
C ₃ H ₈	5,35	2,50	4,00	4,00
i-C ₄ H ₁₀	30,50	2,43	3,00	3,00
n-C ₄ H ₁₀				
C ₅ H ₁₂	10,55	0,07	0,05	0,05
hoch. Paraffine				
g/m ³	1,29	1,25	1,25	1,25

Unterhaltung

Umsatzziffern

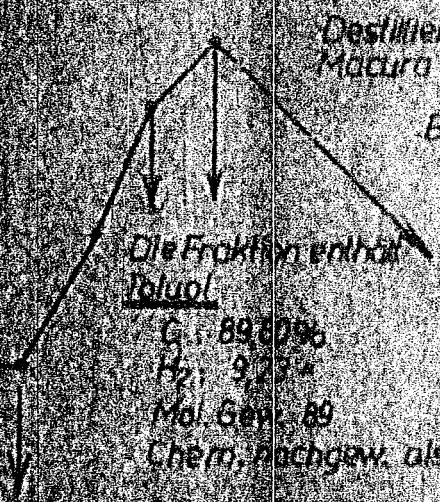
<p><u>Umsatzziffern</u> No 0000 1000 " " " " " 1000 " " " 2000 " " " 3000 " " " 4000 " " " 5000 " " " 6000 " " " 7000 " " " 8000 " " " 9000 " "</p>	<p>1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000</p>	
<p><u>ASTK</u> bis 40 " " " 50 " " " 100 " " " 150 " " " 200 " " " 300 " " " 400 " " " 500 " " " 600 " " " 700 " " " 800 " " " 900 " "</p>	<p>1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000</p>	
<p><u>Ball</u> bis 50 " " " 60 " " " 70 " "</p>	<p>1000 2000 3000</p>	
<p><u>Umsatzziffern</u> bis 4000 " " " 5000 " " " 6000 " " " 7000 " " " 8000 " " " 9000 " "</p>		



Vorwiegend Benzol
 C: 91,66
 H: 8,29
 Mol. Gew. 78
 Gehalt der Probe an Benzol ca. 40 Vol.-%

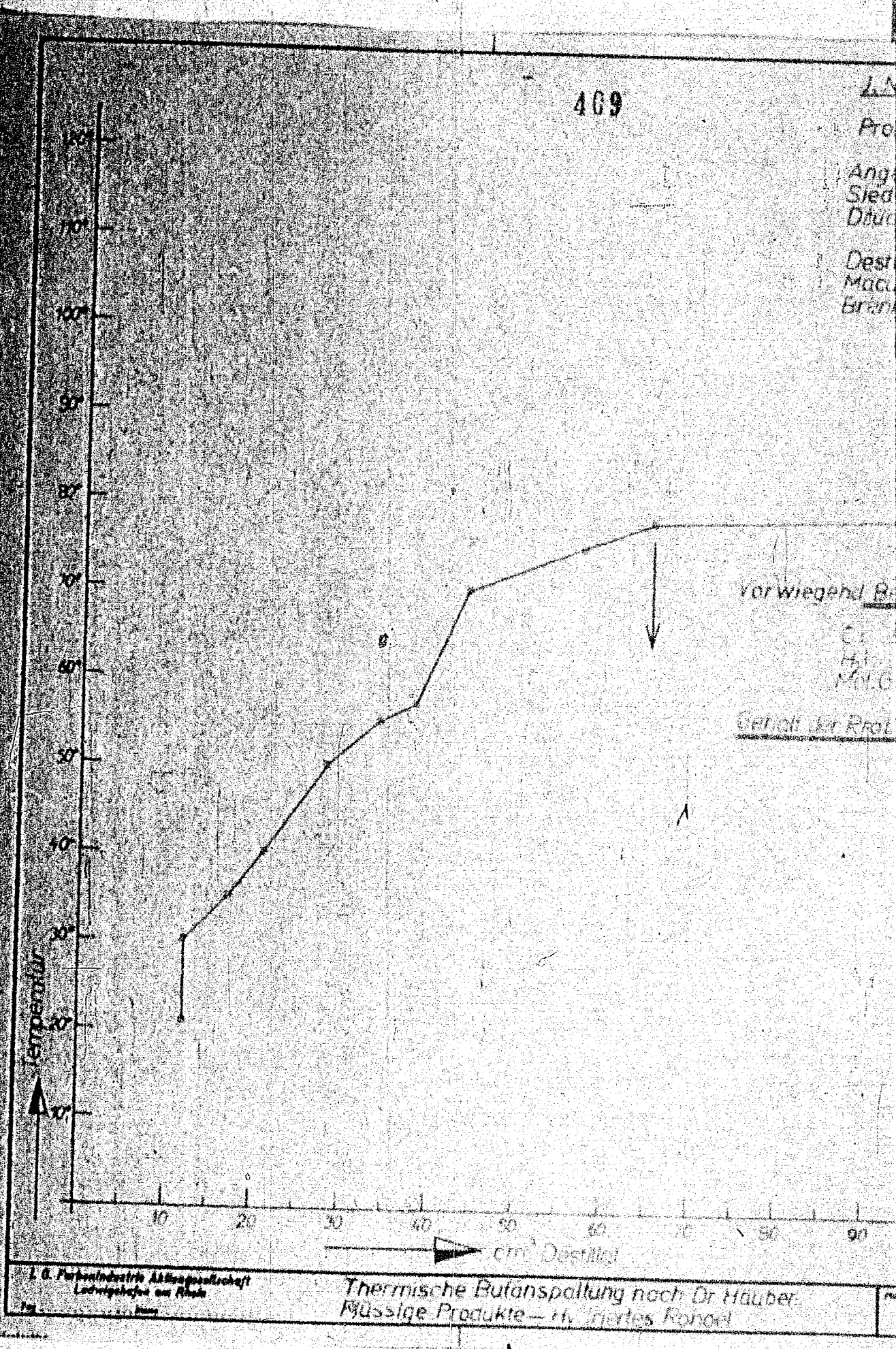
Thermische Butanspaltung nach Dr. Häuber
 Flüssige Produkte — Rohöl

L. No. 2517
 Probe: Hbr. 2018 (Rohöl)
 Angew. Destillation: 200 cm³
 Siedebeginn: 21°
 Druck: 759 mm
 Destilliert in einer Kolonne nach
 Macura u. Grosse-Oetringhaus
 Brennstoffchemie
 19, 1938 437



Die Fraktion enthält
 Toluol
 C: 89,87%
 H: 9,23%
 Mol. Gew. 88
 Chem. nachgew. als Toluol
 Gehalt der Probe an Toluol ca. 2 Vol.-%

Gehalt der Probe an Toluol ca. 40 Vol.-%



409

Probe Nr. 2032 (Hydriertes Rohöl)

Angew. z. Destillation: 200cm³
Siedebeginn: 21°
Druck: 764mm

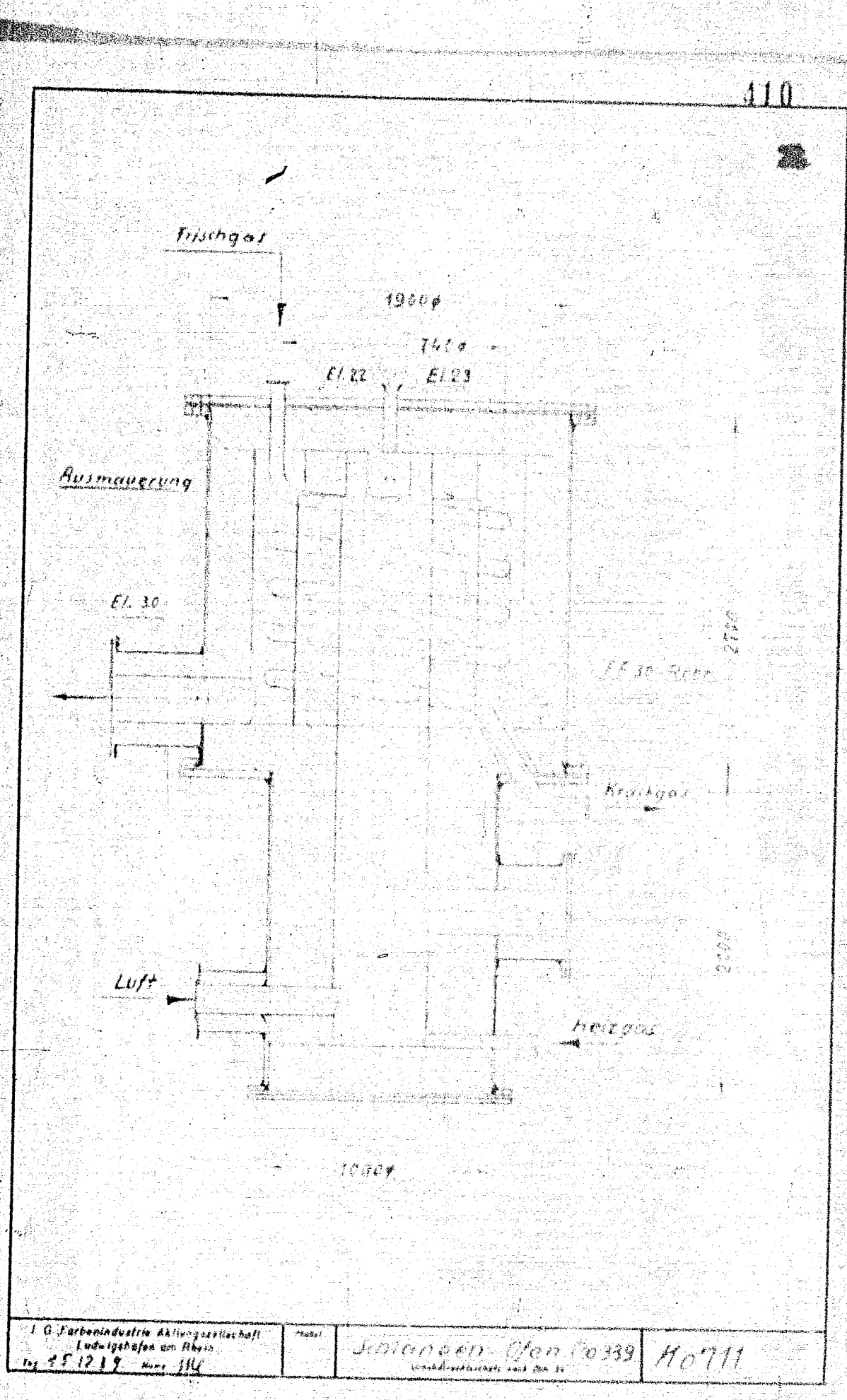
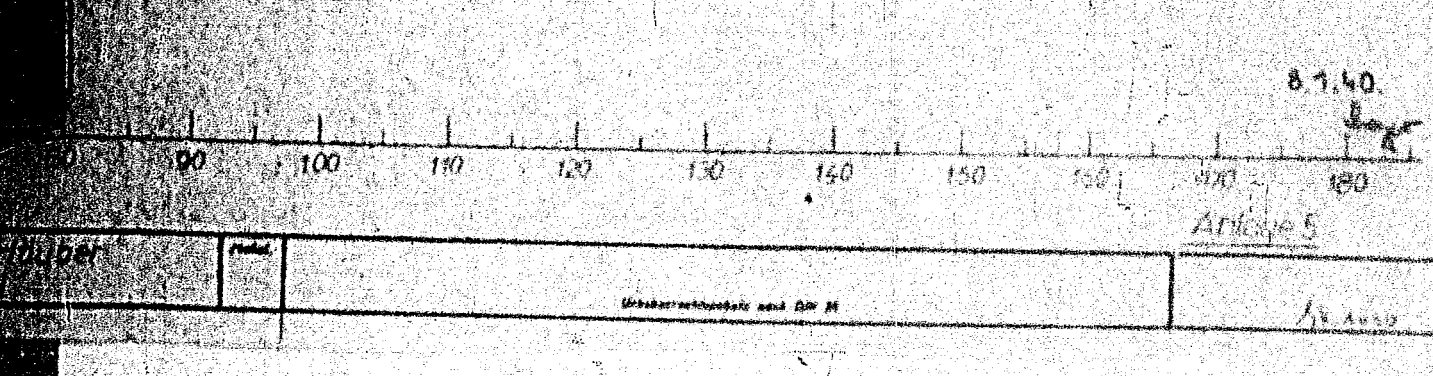
Destilliert in einer Kolonne nach
Macra u. Oettinghaus,
Brennstoffchemie 19, 1938, 437.

vorwiegend Benzol
C: 91,23%
H: 8,70%
Mol.Gew. 79

Gehalt der Probe an Benzol: ca 35 Vol. %

vorwiegend Toluol
C: 90,60%
H: 9,40%
Mol.Gew. 94
Chem. nachgew. als Toluol
Gehalt der Probe an
Toluol: ca 10 Vol. %

Anteil der Probe an Benzol: ca 35 Vol. %



I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft Ludwigshafen am Rhein Tel. 25.12.19 M. 314	Schmelzen-Ofen No 339 Umsatzsteuer nach DR M	No 711
---	---	--------

TITLE PAGE

8. Acetylenentfernung aus Spaltgasen durch selektive
Acetylenhydrierung nach dem Häuber-Verfahren.
(Anfahren der Grossanlage No 125 c).
Removal of acetylene from cracking gases by
selective hydrogenation of acetylene according
to the Häuber method. (Large scale production).

Frame Nos. 412 - 416

412 30

Stickstoffabteilung Oppau
Versuchs Dr. Fr. Finkler
Kohlenwasserstoff-Vers. Gp. 108
(Dr. Häuber)

HM

Titel: Acetylenentfernung aus Spaltgasen durch selektive
Acetylenhydrierung nach dem Häuber-Verfahren

Stickstoffabteilung Oppau
Versuche Dr. Fr. Sinker
Kohlenwasserstoff-Vers. Gp. 100
A (Dr. Häber)

AMV

ANFORDERUNG
(100/47)

Beitr.: Acetylenentfernung aus Gasgemischen nach
Acetylenhydrierung nach dem Haber-Verfahren
Anfahren der Apparatur No. 100/47

Die in Leuchtgas enthaltenen Acetylenmengen sind
Spaltgas der Kohlenstoff-Wasserdampf-Gas-Verfahren
heiß für 2000 g/h mit 150 l/h. Kohlenstoff-Wasserdampf
Anordnung der Anlage ist im Anlagenplan No. 100/47

Die erste Acetylenentfernung wurde am 20.11.31
bis 20.11.31 durchgeführt. In dieser Zeit wurden
Acetylenmengen von ca. 100 g/h bis 200 g/h
traten ein. Hierbei wurde ein Acetylenmengen
abgegeben, was sich nach unten hin bewegt.
eine Acetylenentfernung von ca. 100 g/h
sind die Ergebnisse. Die Anlage ist
erhalten.

Die zweite Acetylenentfernung wurde am 21.11.31
bis 21.11.31 durchgeführt. In dieser Zeit wurden
Acetylenmengen von ca. 100 g/h bis 200 g/h
traten ein. Hierbei wurde ein Acetylenmengen
abgegeben, was sich nach unten hin bewegt.
eine Acetylenentfernung von ca. 100 g/h
sind die Ergebnisse. Die Anlage ist
erhalten.

1000 g/h mit 150 l/h
Kohlenwasserstoff-Vers. Gp. 100
Anfahren der Apparatur No. 100/47

Die in Leuchtgas enthaltenen Acetylenmengen sind
Spaltgas der Kohlenstoff-Wasserdampf-Gas-Verfahren
heiß für 2000 g/h mit 150 l/h. Kohlenstoff-Wasserdampf
Anordnung der Anlage ist im Anlagenplan No. 100/47

Die erste Acetylenentfernung wurde am 22.11.31
bis 22.11.31 durchgeführt. In dieser Zeit wurden
Acetylenmengen von ca. 100 g/h bis 200 g/h
traten ein. Hierbei wurde ein Acetylenmengen
abgegeben, was sich nach unten hin bewegt.
eine Acetylenentfernung von ca. 100 g/h
sind die Ergebnisse. Die Anlage ist
erhalten.

Die zweite Acetylenentfernung wurde am 23.11.31
bis 23.11.31 durchgeführt. In dieser Zeit wurden
Acetylenmengen von ca. 100 g/h bis 200 g/h
traten ein. Hierbei wurde ein Acetylenmengen
abgegeben, was sich nach unten hin bewegt.
eine Acetylenentfernung von ca. 100 g/h
sind die Ergebnisse. Die Anlage ist
erhalten.

Die Berechtigung des Kantons

nach dem in Opatz enthaltenen

Den Kantons in

Mit dem Ausbau der

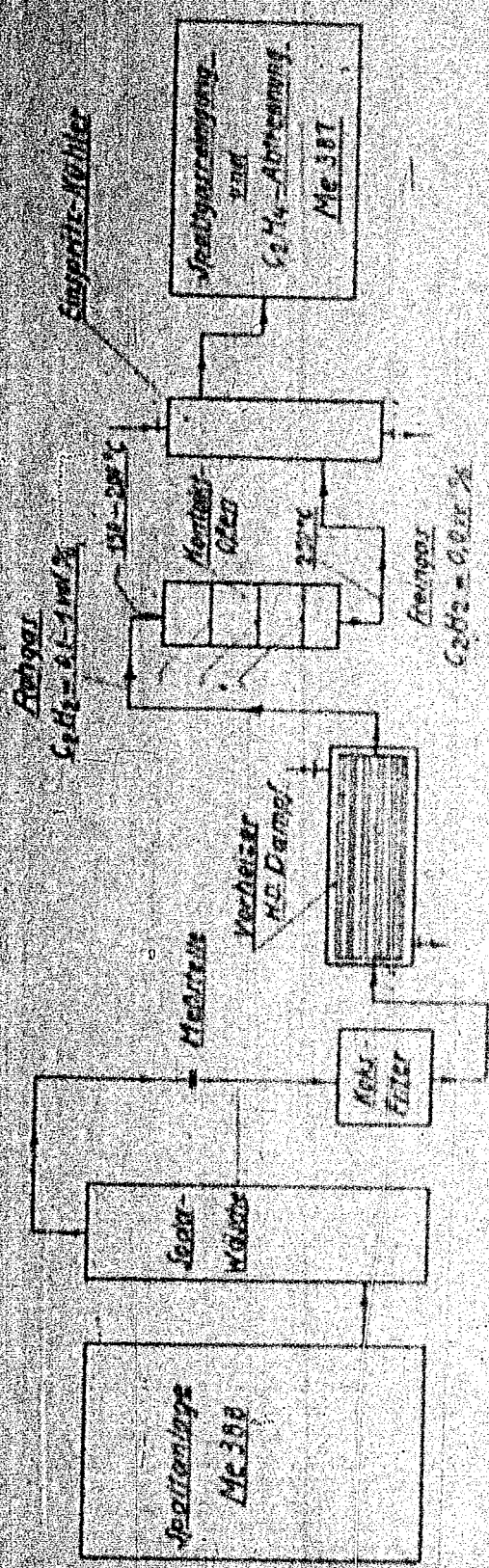
ersten Hilfsmittel

Der Kantons

Dr. Kuntz ist ab 1. 11. 1914

Besprechung der

Schemata der Acetylenfermentationsanlage nach Dr. H. Häuber in Nr. 125 c



1. G. Forschungsanstalt für Acetylenfermentation
 L. 125 c
 1911

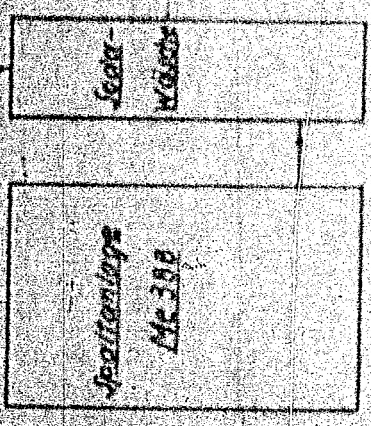
Schemata

Schemata der Acetylenfermentationsanlage nach Dr. H. Häuber in Nr. 125 c

Steuerungsplan in Teil A

25.9.19		4.10.19		5.10.19	
Reinigungs	Reinigungs	Reinigungs	Reinigungs	Reinigungs	Reinigungs
1.25	1.27	1.35	1.37	1.56	1.57
0.85	0.87	0.95	0.97	1.05	1.06
0.45	0.47	0.55	0.57	0.65	0.66
0.25	0.27	0.35	0.37	0.45	0.46
0.15	0.17	0.25	0.27	0.35	0.36
0.05	0.07	0.15	0.17	0.25	0.26

Schema 0



TITEL PAGE

6. Kalkulationsunterlagen für die Herstellung von Polybi aus n-Butan nach den in Op 198/339 entwickelten Verfahren (thermische Polymerisation, Dr. Häuber).
 Data for calculating the production of polymer gasoline from n-butane by thermal polymerization.

Frans No. 417 - 422

417

Stichtoffabteilung Oppen
 Versuche Dr. Fr. Winkler
 Kohlenstoffversuche Dr. Häuber
 (Dr. Häuber)

Betr. Kalkulationsunterlagen für die Herstellung von Polybi aus n-Butan nach den in Op 198/339 entwickelten Verfahren (thermische Polymerisation, Dr. Häuber).
 Anschließend an die Versuche sind die folgenden Gasolen¹⁾ wurden in der Anlage Nr. 388 durch thermische Polymerisation aus n-Butan nach dem Verfahren Dr. Häuber herzustellen.
 Hierbei wurden folgende Versuchsbedingungen festgelegt:
 1. Stufen-Verfahren mit 1. Stufe
 2. Stufen-Verfahren mit 2. Stufe
 3. Stufen-Verfahren mit 3. Stufe
 4. Stufen-Verfahren mit 4. Stufe

Handwritten initials

1) Gasolen
 2) Stufen-Verfahren mit 1. Stufe
 3) Stufen-Verfahren mit 2. Stufe
 4) Stufen-Verfahren mit 3. Stufe
 5) Stufen-Verfahren mit 4. Stufe

INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

ALTERNATIVE TO THE INSTRUMENTAL

Kupferlauge abgetrennt und in Wasser gelöst...
gefällt. In einer der Kupferlauge...
Trennung des mit Wasserstoff...
löslichen Kohlenwasserstoff...
ofen in Chlorin übergeföhrt...
Polymerisation...
eingeföhrt...
Führungs II (siehe Skizze II...)

durch den Füllstand des Auten...
druckstufe eingeföhrt...
praktisch die gleichen wie bei...
Erschließung...
Aus der Auswertung der...
ergibt sich, dass die...
stufe primär über...
der Spaltstufe

Führungs III (siehe Skizze III...)
wird...
hält somit noch...
stufen...
Arbeitsbedingungen und...
gehaltener...

- Anlage 4 enthält die...
1. die...
2. die...
3. die...
4. die...
5. zeigt eine...
6. sind die...

Letztere Einzelheiten der...
Versuche sind...
beschreibenden Bericht zu entnehmen.

Die Versuche wurden...
geföhrt, wobei weder in den...
stoffabcheidung oder dergl. aufgetreten sind.

Das für die Versuche...
Leino, zur Verfügung gestellt.

(Dr. ...)
(Dr. ...)
(Dr. ...)

Ergebnisse der Untersuchungen
 an ...

<u>Butan-Spaltofen</u> (Sohlengasofen)	Temperatur max. Druck Pol. ...
<u>Rücklaufgas-Spaltofen</u> (Röhrenofen)	Temperatur max. Druck Pol. ...
<u>Nupferlage-Spaltofen</u>	Druck Temperatur max.
<u>Alumina</u>	Druck Temperatur max.
<u>Polypfen</u> (Röhrenofen)	Temperatur max. Druck
<u>Clasping ...</u>	...
<u>Prüfung ...</u>	...
<u>Spalt ...</u>	...
<u>Alumina ...</u>	...
<u>Butan ...</u>	...

a) Die angegebenen Druckwerte sind die ...
 bei 100 angeordneten ...
 Der in Sp. 110 ...
 Spalt ...
 Einstellungen sind ...

Substanz	Butan	Spalt	Polypfen	Alumina	Clasping	Prüfung	Spalt	Alumina	Butan
kg/h	TOC, g	TOC, g	TOC, g	TOC, g	TOC, g	TOC, g	TOC, g	TOC, g	TOC, g
kg/h (0,760)	2,600	7,200							
analyse	W.F. E	W.F. E	W.F. E	W.F. E	W.F. E	W.F. E	W.F. E	W.F. E	W.F. E
H ₂									
C ₂ H ₆									
C ₃ H ₈		1,10	0,1						
C ₄ H ₁₀	0,04	0,03	0,0						
C ₅ H ₁₂	0,70	0,1	0,0						
C ₆ H ₁₄	0,1	0,0	0,0						
C ₇ H ₁₆			0,0						
C ₈ H ₁₈			0,0						
C ₉ H ₂₀	0,20	0,00	0,0						
C ₁₀ H ₂₂	0,30	0,07	0,0						
C ₁₁ H ₂₄	0,15	0,10	0,0						
Polypfen									
	100,0	100,0	100,0						

a) ...

Polylithium n-Butan nach Dr. Stüber

Gasdruck in cm Hg

a		b		c		d		e		f		g	
Polylithium n-Butan		Polylithium n-Butan		Polylithium n-Butan		Polylithium n-Butan		Polylithium n-Butan		Polylithium n-Butan		Polylithium n-Butan	
Gen. 4	Vol. 4	Gen. 5	Gen. 4	Gen. 4	Vol. 4	Gen. 5	Vol. 4	Gen. 4	Vol. 4	Gen. 5	Vol. 4	Gen. 5	Vol. 4
269,2		302,8		306,0		317,0		276,8		815,2		707,4	
	0,920					7,636		0,324		1,435		0,86	
Sp.	23,3	2,5	0,5					14,2	1,7			16,0	1,7
0,1	23,2	34,4	4,6					17,6	22,7	60,7	60,7		
2,1	2,5	5,3	5,6	3,6	6,6	4,8	7,0	13,4	20,3	21,7			
6,5	0,2	0,4	5,8	7,4	10,4	6,8							
0,7			0,5	0,6	0,7	0,9							
	22,7	17,7	5,4										
	24,8	36,7	5,7					36,4	26,5	2,5	3,1	22,8	21,4
	1,3	2,6	3,4	2,2	3,0	2,0	20,5	28,0	2,4	2,3	2,4	17,5	20,3
44,9			44,9	56,4	73,4	75,2	4,1	0,7	0,4	0,8			
3,5	0,1	0,4	3,9	4,9	5,3	6,1							
29,1			12,9	25,0									
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

99 Vol. 4 C_4H_{10} + 91,55 Vol. 4 $\text{n-C}_4\text{H}_{10}$

Anlage 4.

Polystyrol-Blockcopolymer nach Dr. Müller - Verfahren III: 1-Stufenverfahren.
(im Unitary-Process, Serie SK 1006)

Gesamtabbilgen und Mengen

g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	
Eingang		Ausgang		Kopfform		Oleflanz		Kopfform		Oleflanz		Kopfform		Oleflanz		Kopfform		Oleflanz		
Stabiliser		Stabiliser		Formel		Formel		Formel		Formel		Formel		Formel		Formel		Formel		
4107,5	5311,9	806,4	0,581	257,5	1,47%	257,5	1,47%	257,5	1,47%	257,5	1,47%	257,5	1,47%	257,5	1,47%	257,5	1,47%	257,5	1,47%	
0,2	0,4	0,5	6,5	12,9	11,3	11,7	12,6	14,6	20,0	22,2	22,7	29,4	41,3	1,7	2,4	2,8	3,4	3,8	4,1	
8,5	11,5	10,6	75,7	24,7	5,0	2,2	2,4	2,8	3,4	3,8	4,1	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	
0,9	1,0	1,2	29,4	41,3	1,7	2,4	2,8	3,4	3,8	4,1	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	
8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.	8p.
63,9	79,7	79,3	63,9	79,7	79,3	63,9	79,7	79,3	63,9	79,7	79,3	63,9	79,7	79,3	63,9	79,7	79,3	63,9	79,7	79,3
7,1	7,4	6,8	7,1	7,4	6,8	7,1	7,4	6,8	7,1	7,4	6,8	7,1	7,4	6,8	7,1	7,4	6,8	7,1	7,4	6,8
9,4			9,4			9,4			9,4			9,4			9,4			9,4		
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Poljdi aus S-Buten nach Dr. H. H.

(by Entfary)

U	V	W	X	Y	Z
1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0

425

Poljdi aus S-Buten nach Dr. H. H.

Verpleisende Zusammenfassung

- I = ...
- II = ...
- III = ...

Base (No.)	SA (No.)	SA (No.)	SA (No.)	SA (No.)	SA (No.)
a					
b					
c					
d					
e					
f					
g					
h					
i					
j					
k					
l					
m					
n					
o					
p					
q					
r					
s					
t					
u					
v					
w					
x					
y					
z					

		Ergebnis	Zusatz
Elementar-Analyse:			
C	Gew.-%	87.63	88.25
H	"	14.14	14.71
Go	mg/kg	11753	11600
Hu	"	10589	10450
D	g/cm ³ 20°C	0.77	
Jodzahl		101	100
Aromaten	Vol.-%	10	
Olefine	"	10	
Naphthene	"	11	
Paraffine	"	69	
A.S.T.M.-Stoßanalyse:			
Beginn		40	
bis 40°C	Vol.-%	10	
" 50 "	"	10	
" 100 "	"	10	
" 200 "	"	10	
" 300 "	"	10	
" 400 "	"	10	
Ende		10	
bei		10	
10% Druck bei		10	
50% "		10	
90% "		10	
Reid-Dampfdruck:			
bei 30°C		10	
" 40 "		10	
" 60 "		10	
Östanzahlen:			
Brensch-Methode			
Kofon			
Mischwert mit I.C.T.-Benzin			
" " " " " " " "			
Mit 0,1% Benzol			
" " " " " " " "			
Gew.-% Ausbeute bezogen auf n-Butanplus-Einheits			

(In die für Autobenzin geprüften Proben wurden 10% Benzol auf einen Liter Autobenzin, nicht auf die Probe, gegeben)

426

Polybi aus n-Butan nach Dr. Hauber.

Polybi-Eigenschaften.

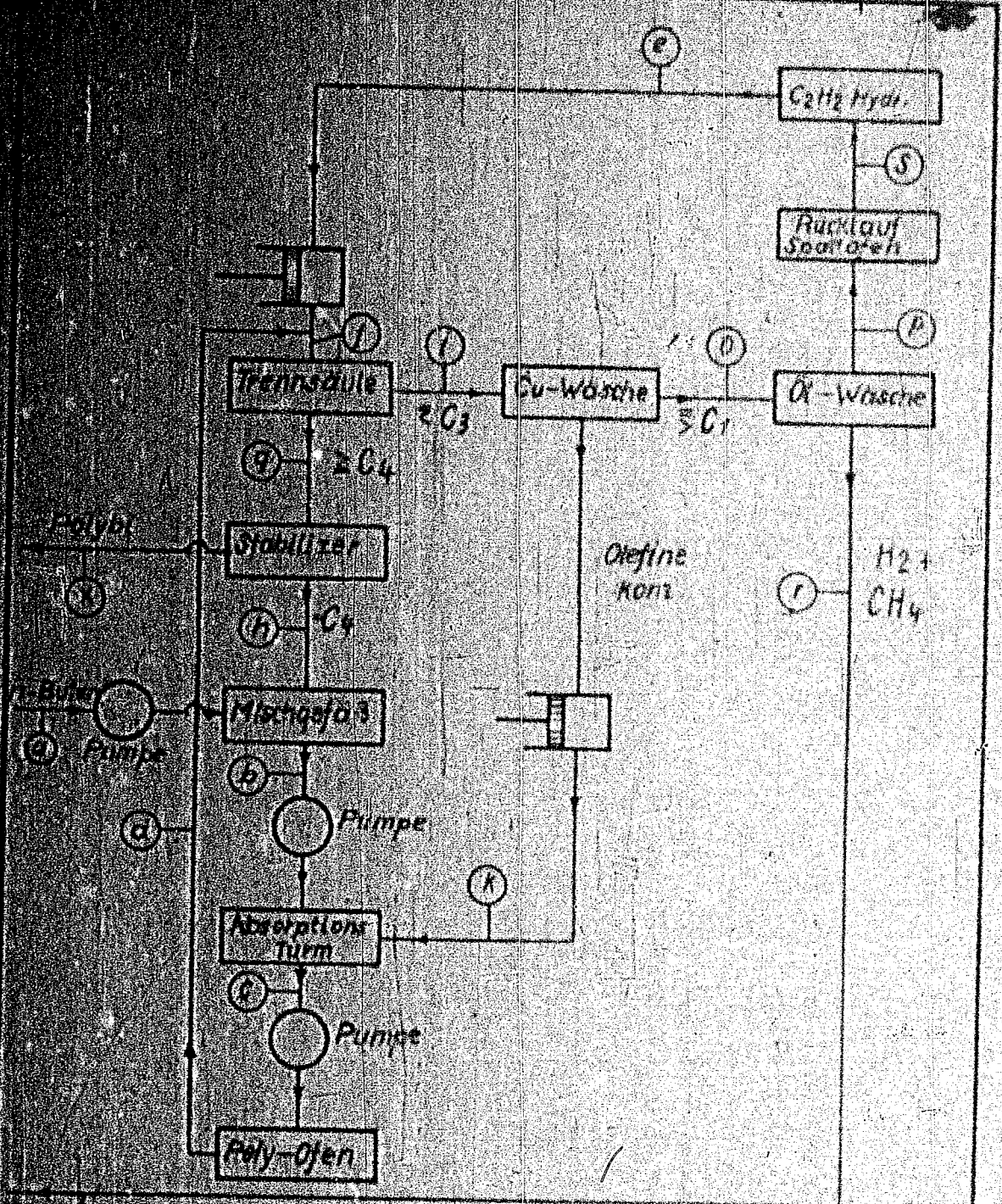
Temp. °C	Fahrschein II				Fahrschein I	
	hydr. u. dest. bis 200°C	Roh-polybi	Polybi dest. bis 200°C	hydr. u. dest. bis 200°C	Roh-polybi	Polybi dest. bis 200°C
84,88	85,70	85,54	85,09	85,52	85,13	
14,98	14,09	14,22	14,83	14,29	14,53	
11317	11163	11149	11255	11258	11195	
10508	10381	10421	10452	10498	10420	
0,717	0,735	0,731	0,719	0,739	0,725	
3,4	138	148	3,2	140	125	
7	15	9	9	10	7	
1	31	37	0	16	17	
26	13	12	25	21	2	
60	43	42	66	45	47	
37,0	30,0	34,0	38,0	32,0	30,0	
	5,0	1,5		2,7	1,7	
39,5	43,5	41,5	40,0	38,5	37,0	
51,0	51,0	53,5	52,0	50,0	47,5	
52,0	58,0	54,0	54,0	51,5	54,5	
58,0	59,5	56,0	55,0	53,5	52,0	
57,0	59,5	-	-	51,0	-	
57,0	53,0	56,0	56,5	54,0	52,0	
210	248	200	203	220	200	
57,0	45,0	55,0	60,0	52,0	50,0	
59,5	59,0	57,5	59,0	58,0	55,0	
178,5	205,0	165,0	170,0	200,0	150,0	
0,51	0,35	0,29	0,21	0,54	0,42	
0,65	0,82	0,62	0,55	1,08	0,71	
1,13	1,53	1,21	0,99	1,38	1,10	
66	-	65	68	-	62	
64	-	75	64	-	74	
-	-	95	-	-	88	
-	-	83	-	-	85	
87	-	-	87	-	-	
85	-	-	84	-	-	
71,6	79,5	72,4	71,6	54,5	59,0	

1) Einzelheiten, genügt ein Zusatz von höchstens 0,3 g von Natriumcyanid.

Page 1

SA 1000

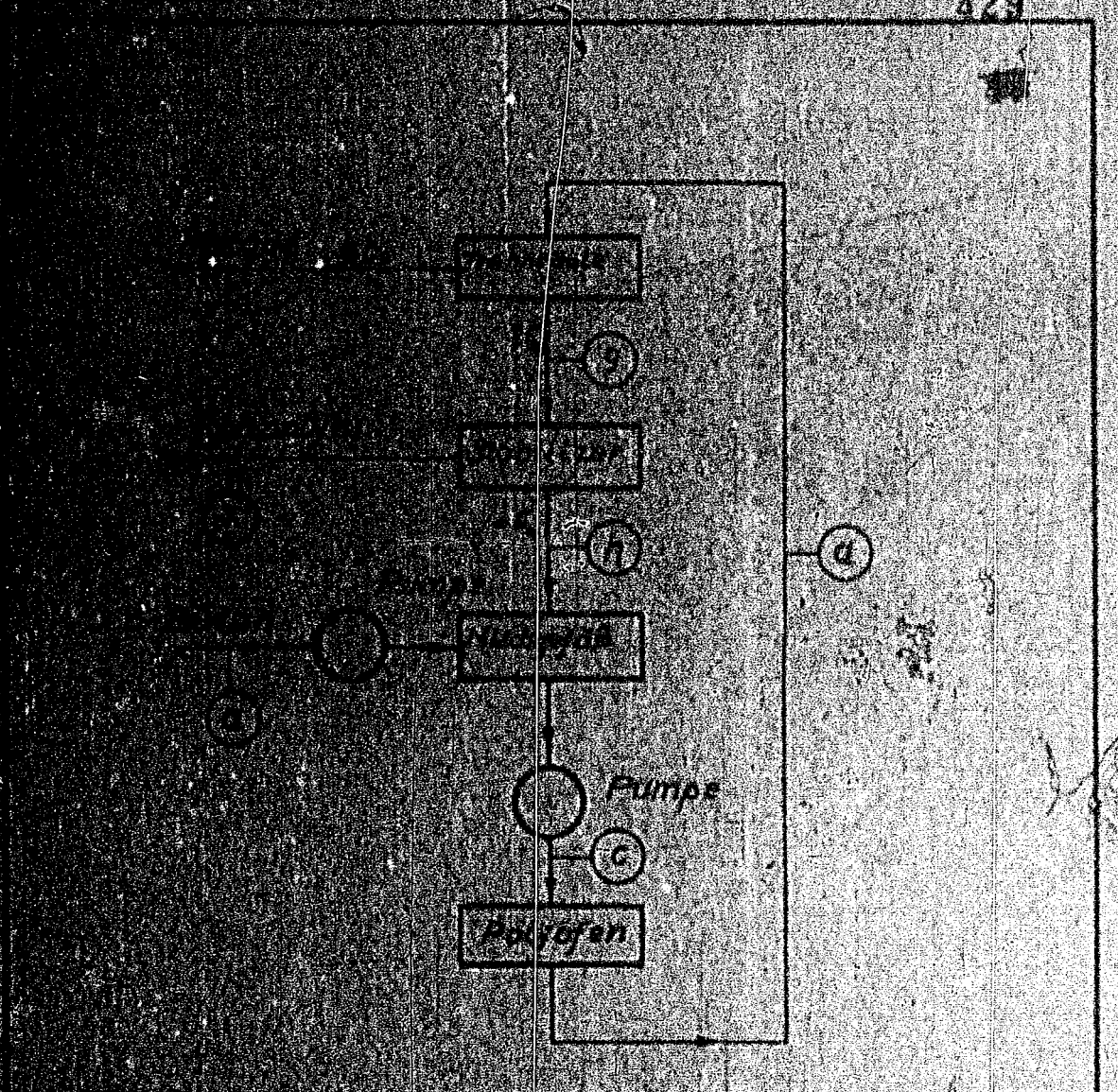
428



Polybutaus Butan

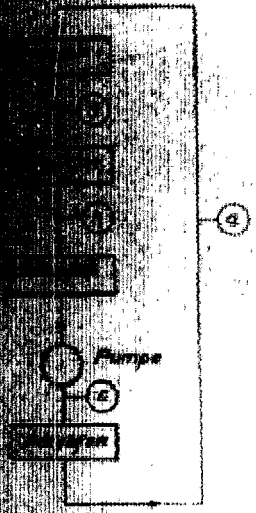
2-Stufenverfahren ohne Butanspaltung

429



Polybutaus Butan

1-Stufenverfahren



Spezialgas Butan

Spezialverfahren

Fahrweise III

Sp 1000

TITLE PAGE

7. Acetylenentfernung aus dem Spaltgas der Spaltanlage
Nr. 388 (Sauerstoff-Vakuum-Verfahren) durch selektive
Acetylenhydrierung nach dem Häber-Verfahren.
Versuche in Nr. 125 z.
Removal of acetylene from the product gas of the
splitting plant Nr. 388 (oxygen vacuum process)
by selective hydrogenation of acetylene according
to Häber. (Large scale experiment).

Frame Nos. 430 - 436

Sauerstoffabteilung Oppau
 Versuche Dr. Fr. Finkler
 Kohlenwasserstoff-Versuche Op 198/339
 (Dr. Häber)

Oppau, den 22. August 1939. e.

Aktennotiz

Betrifft: Acetylenentfernung aus dem Spaltgas der Spaltanlage
№ 588 (Sauerstoff-Vakuum-Verfahren) durch selektive
Acetylenhydrierung nach dem Häber-Verfahren.
Versuche in № 125 x.

Das von Dr. Häber entwickelte Verfahren zur Entfernung von Acetylen aus olefinhaltigen Gasgemischen durch selektive Hydrierung in Anwesenheit eines Chromoxyd-Nickelkontaktes ergab, wie in einer Reihe von Aktennotizen bereits niedergelegt worden ist, bei der Anwendung auf die Spaltgase der thermischen Kohlenwasserstoffspaltung (Acetylengehalt 1,0 Vol.%) einwandfreie Resultate. Bei den in Lewa durchgeführten Versuchen (März - April 1938) erwies sich dieses Verfahren auch anwendbar auf Gase, die noch geringe Mengen CO enthalten (Hydrier-äthylen aus Lichtbogenacetylen mit ca. 2-4 Vol.-% CO).

Weitere Versuche haben nun gezeigt, dass ebenso aus den bis zu 12 Vol.-% CO enthaltenden Spaltgasen des Sauerstoff-Vakuum-Verfahrens (Acetylengehalt 1,0 Vol.%) das Acetylen ohne Äthylenverluste quantitativ entfernt werden kann.

Die Versuche wurden durchgeführt in der in № 125 x bereits vorhandenen s. It. für die Versuche mit Spaltgas nach dem Häber-Verfahren (thermische Spaltung) errichteten Acetylenhydrierungsanlage. Versuchsordnung und Versuchsbedingungen siehe Skizze 726.

I. Versuch mit frischem Kontakt.

Zurücksi (22.3. - 9.5.39) wurde das Spaltgas nach der Glasblase № 388 aus dem Produktionsprozess entnommen (= „gereinigtes acetylenhaltiges Spaltgas“)

später (9.5. - 13.6.59) wurde der Acetylenhydrisierung das „rohe acetylenhaltige Spaltgas“ aus der Sodawäsche von Nr. 358 zugeführt. Das von Acetylen befreite Spaltgas wurde wieder in den Betrieb zurückgegeben. Die Versuche mussten einige Male wegen technischer Störungen unterbrochen werden (Undichtigkeiten innerhalb des das Spaltgas liefernden Betriebes, Gebläseausfall, Änderungen an der Gasaufteilung) doch wurde für die gesamte Versuchsperiode ein und dieselbe Kontaktfüllung verwendet, ohne dass eine Regenerierung notwendig gewesen wäre.

Ergebnisse:

Katalysator: Chromoxyd mit 5% Ni nach DRP. Nr. 204 (Dr. Hübner, 1.1928)

Katalysatormenge: 22 kg in 2 Kontakträumen zu je 11 kg

Katalysatorleistung:

	Betriebsstunden	Leistung m ³ (C, 760)
a) „Reinigtes Spaltgas“	560	44 000
b) „Rohes Spaltgas“	760	60 000
Gesamtleistung = in	1340 Std.	104 000 m³ (C, 760)

nicht. Die aus diesen Ergebnissen ermittelte durchschnittliche stündliche Kontaktleistung von 96,2 m³ ist zu niedrig, da die ursprüngliche Durchdringung für die mögliche Kontaktleistung nicht ausreichte. Nach Umbau des Versuches (12.5.58) stieg die stündliche Belastung auf ca. 110 - 115 m³/h.

Während der angegebenen Versuchsdauer ist die Acetylenhydrisierungsanlage einwandfrei gelaufen, was aus den in der Anlage 1 verzeichneten Aufzeichnungen vorgeht.

Da nach 1340 Betriebsstunden die unzulässige Acetylenanreicherung zur Erhöhung der Reaktions Temperatur oder Herabsetzung des Durchsatzes hätte durchgeführt werden können, wurde der Kontakt ausgebaut und regeneriert durch Oxidation bei ca. 500-550° (durchgeführt in Laborator des der Kontaktfüllung).

Nr. 22, Dr. Kratz) und H₂-Behandlung bei 200-220° (durchgeführt in der Anlage selbst).

Befund nach Ausbau:

Starke Oberflächenverschmutzung durch die Verunreinigungen des rohen acetylenhaltigen Spaltgases. Veränderungen an der Kontaktzone konnte nicht festgestellt werden, ebenso auch keine Verluste durch Abrieb. Um die Verschmutzung des Kontaktes zu vermeiden wurde für die Versuche mit dem regenerierten Kontakt ein KoksfILTER in die Rohgasleitung vor Eintritt in den Vorheizer eingebaut.

II. Versuche mit regeneriertem Kontakt.

Der regenerierte Kontakt war vom 30.6. - 13.8.59 unter Vorbehaltung eines Koksfilters in Betrieb.

Katalysatormenge: 30 kg in 2 Kontakträumen zu je 15 kg

Katalysatorleistung:

	Betriebsstunden	Leistung m ³ (C, 760)
„Rohes acetylenhaltiges Spaltgas“	964	108 000 (C, 760)
Durchschnittliche stündl. Leistung:	112 m³/h	

Befund nach Ausbau:

Starker Abrieb der regenerierten Kontaktzone am Eingang des ersten Kontakttraumes. Diese Erscheinung ist u. E. auf den starken Aufprall des eintretenden Gases auf den Katalysator zurückzuführen; zu ihrer Beseitigung wurden noch Versuche durchgeführt werden.

Die in der ersten Versuchsperiode festgestellte starke Oberflächenverschmutzung konnte durch die Vorbehaltung des Koksfilters zurückgehindert werden.

noch Versuche durchgeführt werden.

Die in der ersten Versuchsperiode festgestellte starke Oberflächenverschmutzung konnte durch die Verschiebung des Endfilters zurückgedrängt werden.

433 54

III. Alkali-Versuche.

Aus den Gasstrom wurden vor und nach der Acetylenhydrat-Anlage Teilströme abgezweigt und durch eine Raschig-Ring- und Alkali-Lösung (Lösung aus Betrieb No 388) gefüllte Tüme geleitet. Während bei gleicher Durchflussleistung in den mit „reinem acetylenhaltigen Gas“ beschickten Versuch bereits nach kurzer Betriebszeit starke Korrosion auftrat, tritt in den mit alkalifreiem Spolium beschickten Rohr keine merkliche Korrosion von verbleibender Höhe.

Anlage 2 zeigt eine photographische Aufnahme einer Tafel, die ebenfalls als Dauerprobe die gleichen Resultate ergab.

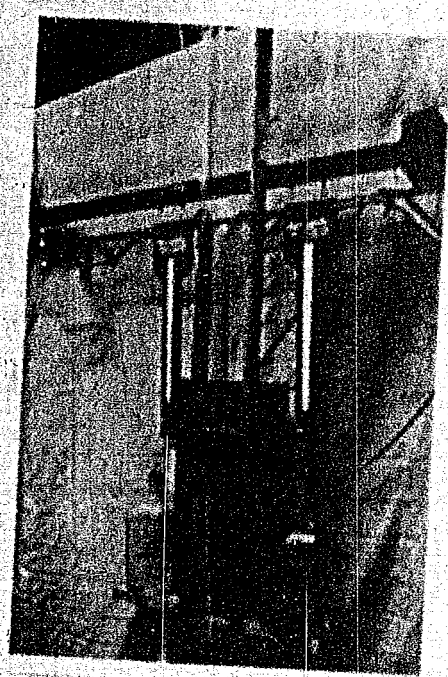
Auf Grund vorliegenden Versuchs ist in No 139 eine Antriebsanlage in die Produktion eines geschalteten Acetylenhydrat-Anlage aufgestellt worden, welche dieser Tage mit einem H. Schmid (Dr. Straß) aus dem Bundesverband der perzentilen Fabrikanten in Betrieb genommen ist.

Vermessung mit rohem Synthesgas. - Stickstoffanalyse in Vol.-%.

	13.5.59		23.5.59		25.5.59		7.6.59		
	HR 50 vor C ₂ H ₂ -Hydr.	HR 51 nach C ₂ H ₂ -Hydr.	HR 58 vor C ₂ H ₂ -Hydr.	HR 59 nach C ₂ H ₂ -Hydr.	HR 64 vor C ₂ H ₂ -Hydr.	HR 65 nach Kontakt I	HR 70 vor C ₂ H ₂ -Hydr.	HR 71 nach Kontakt I	HR 72 nach Kontakt II
CO ₂	1,65	1,21	1,63	1,42	0,81	1,63	1,10	1,17	1,22
CO	12,62	12,97	11,32	11,48	11,74	11,69	11,20	11,82	11,46
O ₂			0,32	0,33					
N ₂	3,25	1,33	4,58	5,59	2,58	2,70	3,38	3,93	4,05
H ₂	25,22	23,80	26,78	24,79	20,94	20,17	25,94	24,56	24,03
C ₂ H ₂	1,65	0,00	1,20	0,00	1,18	1,11	0,53	0,16	0,00
C ₂ H ₄	28,70	29,75	25,35	29,71	27,21	27,47	30,05	29,67	29,28
C ₂ H ₆	1,03	10,72	1,22	10,97	1,64	11,34	1,01	10,19	1,97
C ₂ H ₆	0,39	0,34	0,40	0,49	0,43	0,37	0,13	0,48	0,47
C ₂ H ₄									
CH ₄	13,73	14,91	11,39	11,62	10,13	16,59	11,46	11,80	12,29
C ₂ H ₂	0,94	10,64	10,26	11,75	10,11	9,79	11,08	11,03	11,37
C ₂ H ₂	1,02	6,13	1,39	1,22	1,01	4,57	2,31	2,82	3,51
C ₂ H ₂ O	0,09	0,09	0,03	0,10	0,14	0,21	0,09	0,12	0,12
C ₂	1,11	0,29	0,13	0,20	0,26	0,06	0,14	0,06	0,26

Erklärung: Die hier Stickstoffanalyse von 11.5.59, 23.5.59, 25.5.59, 7.6.59 unterbreitet! über Messung Luft mit Stickstoff, Kurven etc. um vergleichbare Werte zu erhalten, Luftmenge gemessen, Luftmenge gemessen.

Alkalid-Versuche



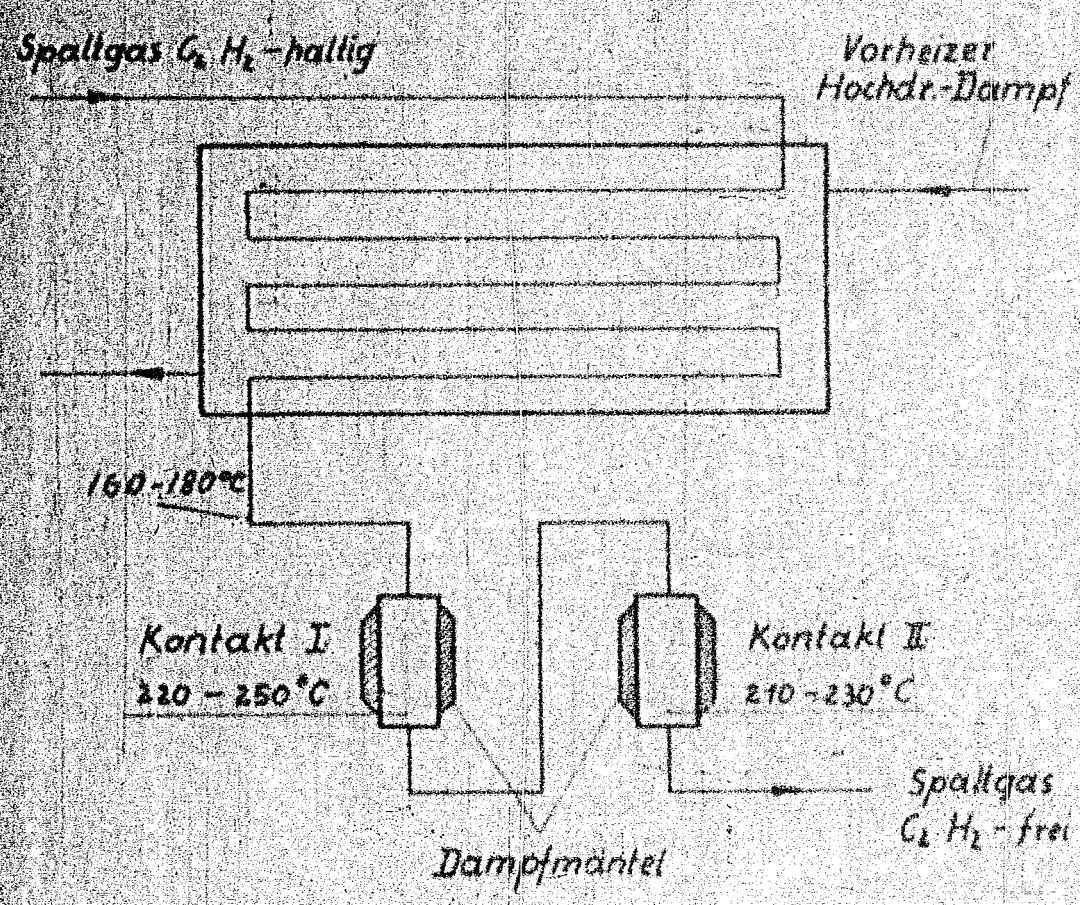
Rehes acetylenfreies Spaltgas Rehes acetylenhaltiges Spaltgas

bei gleicher Gas und Laugenbelastung in
beiden Röhren

gleichbleibende kleine
Schaumkrone.
Alkalidlauge wird vom Gas
nicht mitgerissen (siehe
Flasche links).

starke Schaumbildung, die ganze
Rohr ausfüllend, wobei ein beträchtlicher
Teil der Alkalidlauge vom Gas mitgerissen
wird (siehe Flasche rechts).

Schema der Spaltgas-Acetylenhydrierungsanlage
in Me 125 X



TITELSEITE

B. Äthylenanreicherung mittels Kupferlaugewäsche
 nach Dr. Häuber, Oppau, aus dem durch Hydrierung
 von Lichtbogenacetylen gewonnenen Äthylengas.
 Versuche in Nr. 128 b (April - Mai 1939).
 Ethylene enrichment in the hydrogenated electric
 arc acetylene by treatment with cuprous solution.
 Large scale experiment.

Form No. 437 - 440

437

Stichtoffabteilung Oppau
 Versuche Dr. Fr. Stähler
 Kohlenwasserstoff-Versuche Op 128/33
 (Dr. Häuber)

12 AUGUST 1939

Betrifft: Äthylenanreicherung mittels Kupferlaugewäsche
nach Dr. Häuber, Oppau, aus dem durch Hydrierung
von Lichtbogenacetylen gewonnenen Äthylengas
Versuche in Nr. 128 b (April - Mai 1939)

In den Monaten März - April 1939 wurden Versuche zur
 zur Anreicherung des Äthylens aus dem durch Hydrierung
 von Lichtbogenacetylen gewonnenen Äthylengas (siehe
 25.5.39). Hierbei wurde festgestellt, dass Äthylengas
 auch Kohlenoxyd angereichert wird.

Die Versuche wurden nun im April 1939 wiederholt.
 Verhalten der Kupferlauge (s. Betriebsanweisung) wurde
 zu studieren. Das hierzu aus Nr. 99a bezogene Gas enthält durchschnittlich

22 - 24 Vol.-% Äthylengas
 2 - 3 " Kohlenoxyd

In der Anlage sind die Versuchsergebnisse mit den Proben
 von 17.5.39 zusammengestellt. Gänge 10, 20, 30 sind
 Versuchen angewandte Kupferlauge-Anlagen in Nr. 128 b

Die Ammoniakrückgewinnung aus dem Diffusat wurde
 Kaskadierung als Fällungsmethode ist, in diesen Fällen nicht

... (25.5.38). Hierbei wurde festgestellt, dass auch bei gleichzeitiger Anreicherung von Aethylen und Kohlendioxid angereichert wird.

Die Versuche wurden nun im April 1939 wieder aufgenommen, um das Verhalten der Kupferlauge (s. Betriebsbedingungen der Zinner-Verfahren) zu studieren. Das hierzu aus 90% bestehende Gas enthält Kohlendioxid

22 - 24 Vol.-% Kohlendioxid
78 - 76 " " Aethylen

In der Anlage sind die Versuchsbedingungen auf die Bedingungen von 17.5.39 zusammengestellt. Skizze No. 722 zeigt schematisch die Versuchsanlage angewandte Kupferlauge - Versuchsanlage Nr. 100.

Die Ammoniakzusammensetzung der Gasphase durch den Versuchsaufbau als Füllgasphase ist im Anhang Nr. 100 nicht angegeben.

Zusammenfassung der Ergebnisse des Zinnerversuchs vom 18.4. - 22.5.1939

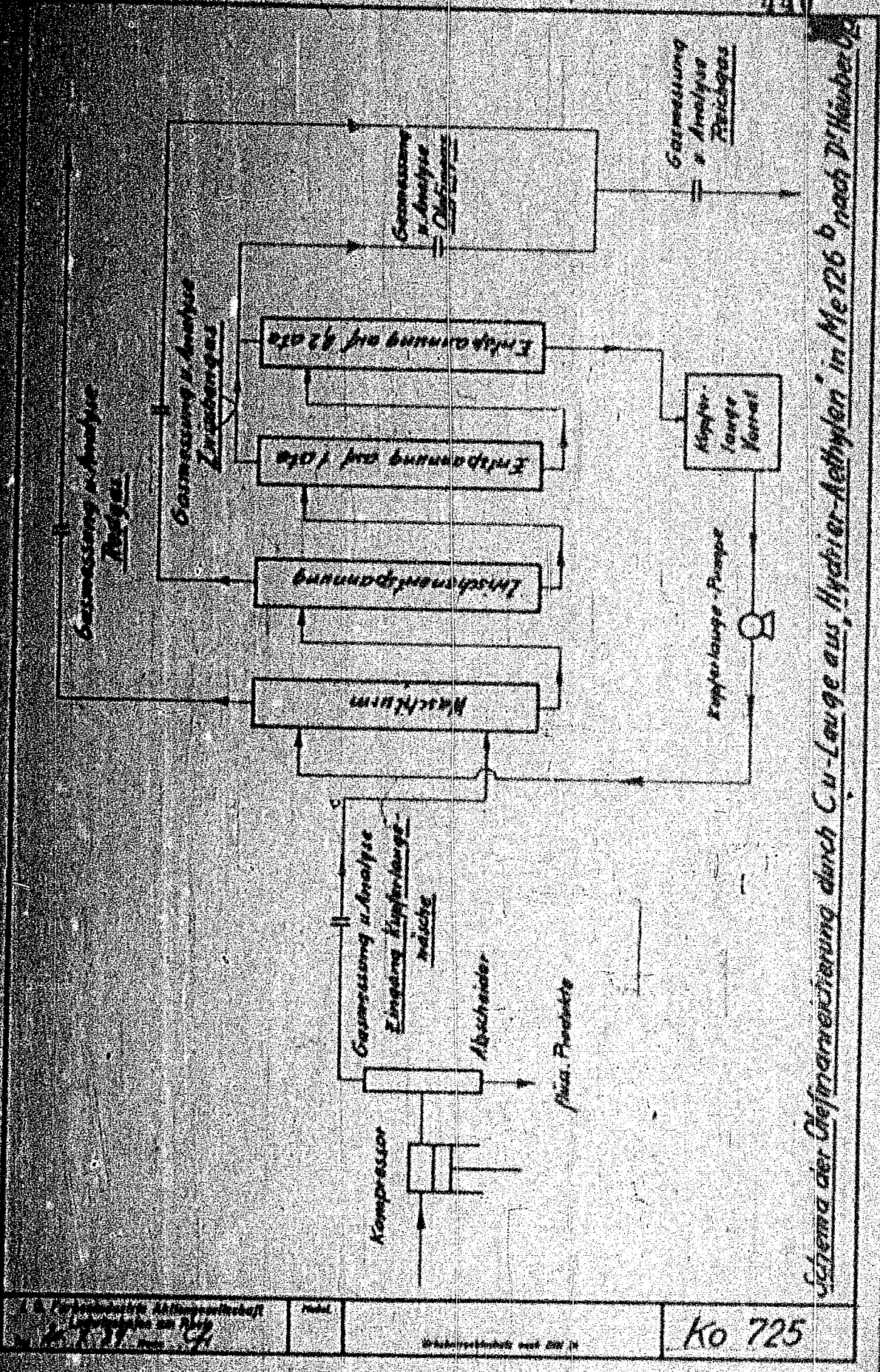
- 1.) Die bei den früheren Versuchen festgestellte gleichzeitige Anreicherung von Aethylen und Kohlendioxid wurde bestätigt.
- 2.) Es ist gelungen, durch Anwendung der Kupferlaugekonzentration von 27% des im Eingangsraum vorhandenen Aethylens als Reichtum (s. Diagramm "Zusammenhang") abzutrennen.
- 3.) Die Reichtumsmenge beträgt ca. 27% der Eingangsanzahl.
- 4.) Im Gegensatz zum Arbeiten mit Kohlendioxid in den Apparaten sinkt der Kupfergehalt der Lauge bereits nach einigen Tagen beträchtlich ab.
- 5.) Der Gehalt an Cupro-Kupfer bleibt konstant. Vermutlich wird durch die Einwirkung des im Gas vorhandenen Kohlendioxids eine Oxidation des Cupro-Kupfers zu Cupro-Kupfer erfolgt.
- 6.) Eine kontinuierliche Elektrolyse der Lauge mittels einer Kupferlaugezelle ist nur dann möglich, wenn die Lauge aus dem Kupferlaugeabzug abgezogen und durch Frischlauge ersetzt wird. Die Cupro-Kupfer-Konzentration konstant zu halten.

Die Versuche wurden abgebrochen, bevor noch die besten Zustände und günstigsten Betriebsbedingungen erreicht werden konnten.

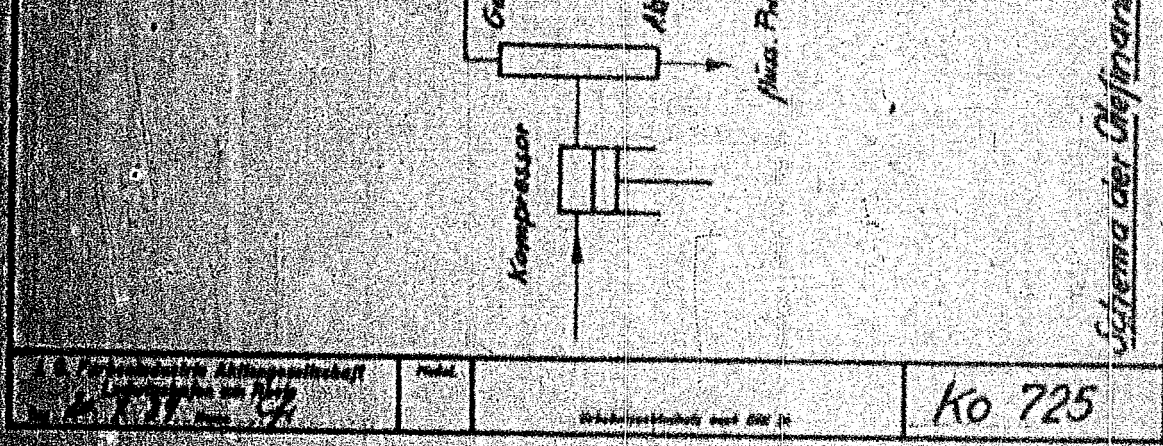
Versuchsbedingungen und Ausbeuten

Kupferlauge: Betriebslauge Nr 100 mit 5-10 Gew.-% Kupfer
 Druck Wasser: 15 atü
 Zwischenanfangspannung: 1,8 atü
 Lauge: Gas (in atü) = 1 : 6

	Eingangsgas	Zwischengas	Gasflüssig	Restgas	Produkt
m ³ /h	10,0	0,5	2,3	2,7	2,7
Stoekermengen (auf 100% in Mol-%)					
H ₂	48,58	14,92	0,25	1,00	0,20
N ₂	1,71	0,54	-	0,20	0,04
CO	2,28	2,47	0,13	0,41	0,08
C ₂ H ₄	22,31	27,59	61,29	95,91	97,54
C ₃ H ₆	1,40	4,56	2,18	2,89	1,19
C ₄ H ₈	2,00	4,74	0,78	1,52	2,21
CH ₄	13,01	5,00	0,20	1,00	1,00
C ₂ H ₆	4,60	4,97	1,06	2,16	2,00
C ₃ H ₈	2,62	0,25	0,24	0,27	0,04
C ₄ H ₁₀	1,03	-	0,03	0,07	1,20
C ₅ u. höh. K. K.	0,23	0,12	0,34	0,37	0,17
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00



Schema der Gasfraktionierung durch Cu-Lauge aus Hydrier-Aethylen in Me 126 b nach Dr. Hauber



TITELSEITE

9. Herstellung gasförmiger Olefine durch thermische Spaltung von Propan. Ergebnisse der im "Schlangenanlage" Dr. Häber durchgeführten Versuche mit "Propangas Leuna".
 Production of gaseous olefines by thermal splitting of propane. Results of experiments with "Propane gas Leuna" in Dr. Häber's coil oven.

Frame Nos. 441 - 460

Stickstoffabteilung Oppau
 Versuche Dr. Fr. Winkler
 Kohlenwasserstoff-Versuche Op 198/339
 (Dr. Häber)

441

Oppau, den 10. Juli 1939.

Attention

Herstellung gasförmiger Olefine durch thermische Spaltung von Propan.
Ergebnisse der im "Schlangenanlage" Dr. Häber durchgeführten Versuche
mit "Propangas Leuna"

In dem in der Versuchsanlage Op 198/339 entwickelten "Schlangenanlage" (PT30-Rohrleitung 16 mm I.N., 28 m lang, siehe Skizze Ko 711) wurden nach der in Skizze Ko 725 als Fließschema wiedergegebenen Anordnung die beschriebenen Versuche zur Herstellung gasförmiger Olefine (Aethylen + Propylen) aus "Propangas Leuna" durchgeführt.

Nach vorhergehenden kürzeren Versuchsperioden zur Erprobung der besten Arbeitsbedingungen (Versuchsperioden bis zu 250 Betriebsstunden) wurde der Schlangenanlage ohne Störung mit "Propangas Leuna" 1031 Stunden gefahren, wobei der Olefingehalt des acetylenfreien Spaltgases durchschnittlich 50-60 Vol.-% betrug.

Dieser Versuch musste einige Male aus betriebstechnischen Gründen unterbrochen werden (Abstellungen und Änderungen der der Spaltanlage zur Weiterverarbeitung des anfallenden Spaltgases nachgeschalteten Olefinanreicherungs- und Polymerisationsanlage), wobei es sich zeigte, dass durch Umstellen der Schlangenanlage von Propan auf Stickstoff mit Beibehaltung der Spalttemperatur oder durch Kaltfahren und erneutes Anfahren, sei es mit Propangas oder Stickstoff, nicht die geringsten Störungen (z.B. Kohlenstoffabscheidungen) auftreten. Ebenso einwandfrei verlief nach Beendigung der Propan-Spaltversuche die Umstellung der Anlage ohne Unterbrechung auf Butangas, mit welchem nach 170 Betriebsstunden Spaltversuche durchgeführt wurden. Nach insgesamt 2500 Betriebsstunden wurde die Schlange ausgebaut.

Nach vorhergehenden kürzeren Versuchsperioden zur Erprobung der besten Arbeitsbedingungen (Versuchsperioden bis zu 250 Betriebsstunden) wurde der Schlangenofen ohne Störung mit Propangas Leuna * 1031 Stunden gefahren, wobei der Oefingehalt des acetylenfreien Spaltgases durchschnittlich 50-45 Vol.-% betrug. Dieser Versuch musste einige Male aus betriebstechnischen Gründen unterbrochen werden (Abstellungen und Abänderungen der der Spaltanlage zur Weiterverarbeitung des anfallenden Spaltgases angeschalteten Oefin-anreicherungs- und Polymerisationsanlage), wobei es sich zeigte, dass durch Umstellen der Schlangendeckelung von Propan auf Stickstoff mit Beibehaltung der Spalttemperatur oder durch Kaltfahren und erneutes Anfahren, sei es mit Propangas oder Stickstoff, nicht die geringsten Störungen (z.B. Kohlenstoffabscheidungen) auftreten. Ebenso einwandfrei verlief nach Beendigung der Propan-Spaltversuche die Umstellung der Anlage ohne Unterbrechung auf Butangas, mit welcher noch 170 Betriebsstunden Spaltversuche durchgeführt wurden. Nach insgesamt 2500 Betriebsstunden wurde die Schlange ausgebaut.

442

Die an verschiedenen Stellen herausgeschnittenen Probestücke zeigten an allen Stellen ein absolut einwandfreies Aussehen. Daraufhin wurde die Schlange für weitere Versuche wieder instandgesetzt, wobei die notwendigen Schweißungen im eigenen Betrieb autogen durchgeführt werden.

Die bei den allerersten Versuchen aufgetretenen Störungen durch Oefabscheidung konnten durch Durchleiten des Propangases durch Aktivkohle (T-Kohle) beseitigt werden. Es ist jedoch nicht gelungen alle den ungewünschten 200 ltr. T-Kohle nach einer Belastung mit ca. 10000 m³ Propangas bei der Kohlenentladung mittels Wasserdampfbehandlung einen für die Oefabscheidung verantwortlichen zu wachenden Körper zu isolieren. Ebensowenig war es möglich im Propangas vor der Aktivkohle durch Analyse höhere Kohlenwasserstoffe zu charakterisieren, oder Schwefelverbindungen festzustellen.

Die dem Spaltofen nachgeschaltete acetylenhydrirungsanlage lief ebenfalls während der angegebenen 1031 Betriebsstunden absolut einwandfrei.

In der Anlage 1 sind die Versuchsbedingungen u. -Ergebnisse zusammengestellt.

In der Anlage 2 sind die den Berechnungen zugrunde gelegten Stickstoffanalysen wiedergegebenen.

In der Anlage 3 sind die Stickstoffanalysen vor und nach der Acetylenhydrirung gegenübergestellt.

In der Anlage 4 ist als Beispiel die Auswertung der Stickstoffanalysen vom 4.4.39 vor und nach der Acetylenhydrirung angegeben.

Für die Ausbeuteberechnung dienen die Spaltgasanalysen nach der Acetylenhydrirung als Grundlage. Hierbei wurde auf Wunsch von Herrn Oberingenieur Keinke, Leuna für die Ermittlung der Volumenzunahme der aus dem Verhältnis des Wasserstoffgehaltes des Eingangsgases und des vor Acetylen befreiten Spaltgases - im Folgenden kurz „H-Wert“ genannt - sich ergebende Volumenfaktor zugrunde gelegt. Da die so ermittelte Volumenzunahme erheblich kleiner ist als die aus dem Kohlenstoffgehalt errechnete, mit welcher sich aus dem Dichten ergebende Volumenfaktor gut übereinstimmt, sind die angegebenen Ausbeutezahlen als untere Grenzweite zu betrachten.

Zusammenfassung

Maximale Temperatur (im Heizgas gemessen)	800 - 900°C
Schlangenbelastung	3,2 - 10,8 kg/h Propangas
C ₂₀	2 - 11 g/h
Mittlere Verweilzeit	0,5 - 3,9 sec
Vol.-Faktor (H-Fert)	1,53 - 1,85

Ausbeuten in Gew.-%

bei einmaligen Durchgang

an C₂H₄ 18 - 34

* Gesamtolefinen 43 - 73

bei Rückführung von C₂H₆ + C₂H₄

an C₂H₄ 24 - 37,5

* Gesamtolefinen 60 - 68

Ausbeuten in Gew.-% aus umgesetzten C₂H₆

an C₂H₄ + C₂H₆ 36 - 68

Von umgesetzten C₂H₆ werden umgewandelt

in C₂H₄ + CH₄ Gew.-% 30 - 60

* C₂H₆ + H₂ 36 - 68

Aus obigen Zahlen geht hervor, dass der Schlangenofen Dr. Weber über Stoffabgabe große Vorteile ermöglicht. In der Anlage Temperatur und Umsetzungsgrad gestattet, wodurch z. B. das Verhältnis von C₂H₄ zu C₂H₆ im Spaltgas nach Bedarf in weiten Grenzen eingestellt werden kann.

Weitere Versuche werden zunächst in der in Leuz (Nr. 224) v. H. in Bau befindlichen Anlage (200-500 m³/h, C-fenstungspass) durchgeführt werden.
 Die Arbeiten wurden in der Zeit März - Juni 1939 durchgeführt. An den Versuchsarbeiten hat Herr Dr. Veinhart als Ingenieur teilgenommen.
 Die Gasanalysen wurden von Analyt. Labor. Oppau (Dr. Nischel) durchgeführt.

111

Prozentspaltung in Kohlenwasserstoffen
 Versuchsbedingungen, Ergebnisse, Ausbeuten

Vers. No.	Diffus	Temp. El. 20	Temp. El. 30	Projungas	Gasgeschwindigkeit beim Eintritt in den Gohlängensen (200)
Versuchsbedingungen:					
Temp. El. 20 (siehe Skizze Nr. 10)		200	200	100	100
Temp. El. 30		200	200	100	100
Projungas		100	100	100	100
Gasgeschwindigkeit beim Eintritt in den Gohlängensen (200)		100	100	100	100
Versuchsergebnisse:					
Vol. Faktor (N-Norm)		1,00	1,00	1,00	1,00
C ₂ H ₄ + C ₂ H ₆ + C ₂ H ₆ -Gehalt des benutzten freien Spaltgases (Analyse, nicht analysiert)		25,0	25,0	25,0	25,0
Ausbeuten in Gew.% d. Eingangsgases bei einseitigem Durchgang:					
an C ₂ H ₄		20,0	20,0	20,0	20,0
" C ₂ H ₆		20,0	20,0	20,0	20,0
" C ₂ H ₄ + C ₂ H ₆ + C ₂ H ₆		40,0	40,0	40,0	40,0
" flüss. Kohlenwasserstoffen		20,0	20,0	20,0	20,0
bei Rückführung von C₂H₆ + C₂H₁₀:					
an C ₂ H ₄		20,0	20,0	20,0	20,0
" C ₂ H ₆		20,0	20,0	20,0	20,0
" C ₂ H ₄ + C ₂ H ₆ + C ₂ H ₆		40,0	40,0	40,0	40,0
" flüss. Kohlenwasserstoffen		20,0	20,0	20,0	20,0
Ausbeuten aus C₂H₆ in Gew.% bei Rückführung:					
an C ₂ H ₄		20,0	20,0	20,0	20,0
" C ₂ H ₆		20,0	20,0	20,0	20,0
Von ungesättigten C₂H₄ werden umgewandelt:					
in C ₂ H ₄ + CH ₄		20,0	20,0	20,0	20,0
" C ₂ H ₆ + H ₂		20,0	20,0	20,0	20,0
Ausbeuten an flüss. Kohlenwasserstoffen:					
Gesamtanfall g/100 Eingangsgas		20,0	20,0	20,0	20,0
dav. in Gasen im Rückführapp. g/100		20,0	20,0	20,0	20,0
Gesamtanfall: Dichte		0,800	0,800	0,800	0,800
Jodsahl		170	170	170	170
Siedebptm. °C		30	30	30	30
-10°C		20,0	20,0	20,0	20,0

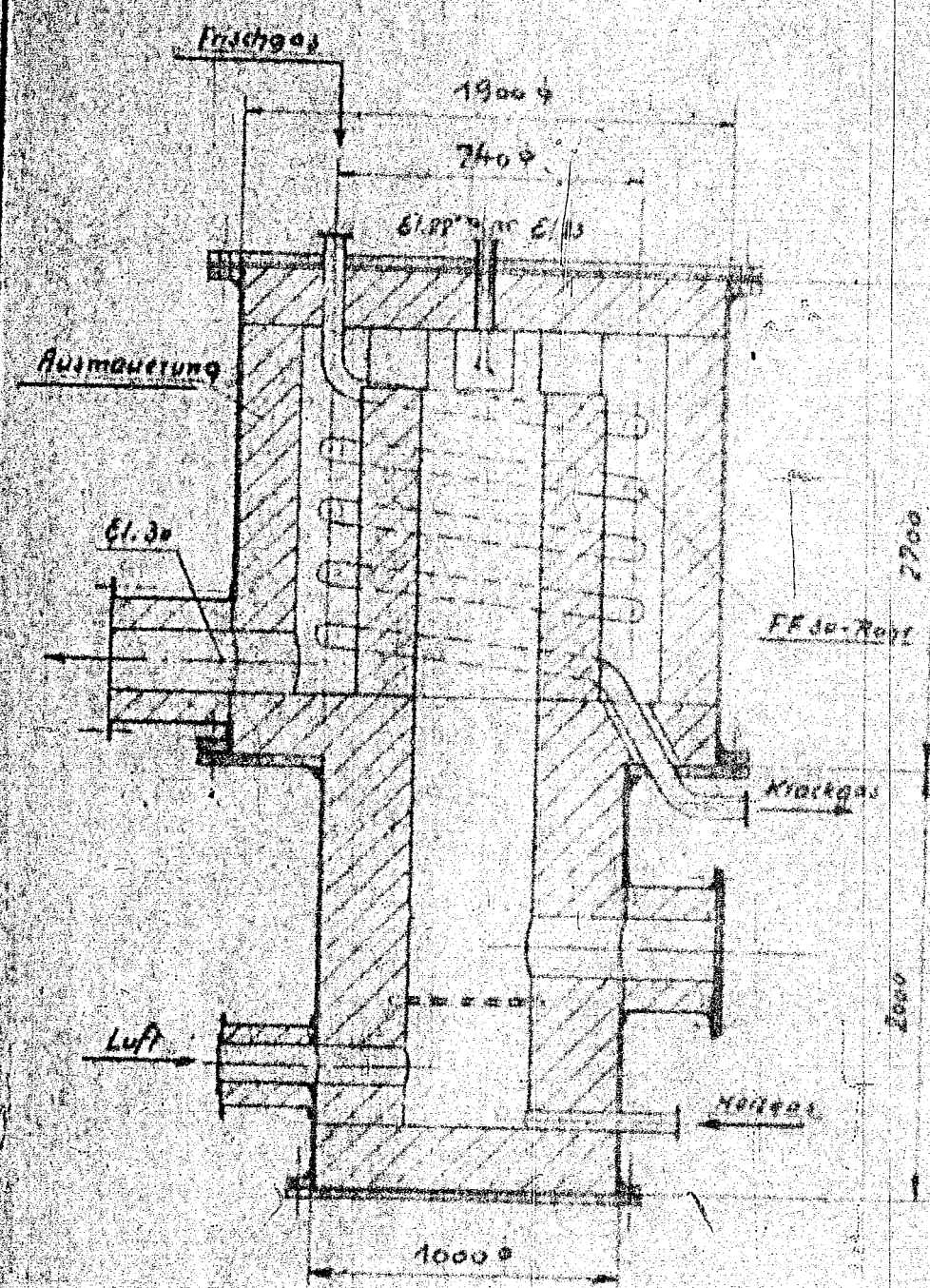
Bemerkungen: 1) Die Ausbeuten bei Rückführung von C₂H₆ + C₂H₁₀ sind für angegebenes Pro. N₂.
 2) Die bei der Spaltung von C₂H₆ + C₂H₁₀ anfallenden flüss. Kohlenwasserstoffen wurden durch Destillation (Hydrisierung, Destillation)...

Spaltensanalyse in Vol. % für und nach C_2H_2 -Zusatz

Vers. Nr.	3517		3518		3519	
	4.5.39		1.4.39		1.4.39	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach
	C_2H_2 -Zusatz		C_2H_2 -Zusatz		C_2H_2 -Zusatz	
H_2	15,79	15,75	15,45	15,32	15,45	15,32
C_2H_2	0,00		0,45		0,45	
C_2H_4	20,30	17,87	20,01	17,87	20,01	17,87
C_2H_6	23,85	21,50	23,20	21,50	23,20	21,50
C_2H_8	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
C_2H_{10}	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
nach C_2H_2			0,00		0,00	
CH_4	27,20	27,05	27,20	27,05	27,20	27,05
C_2H_6	7,41	7,45	7,45	7,41	7,45	7,41
C_2H_8	23,68	23,15	23,68	23,15	23,68	23,15
C_2H_{10}	1,50	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15
C_2H_{12}	0,25	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
nach C_2H_2			0,00		0,00	
CH_4 (0,760)	1008,7	1008,0	1150,0	1150,7	1150,0	1150,7

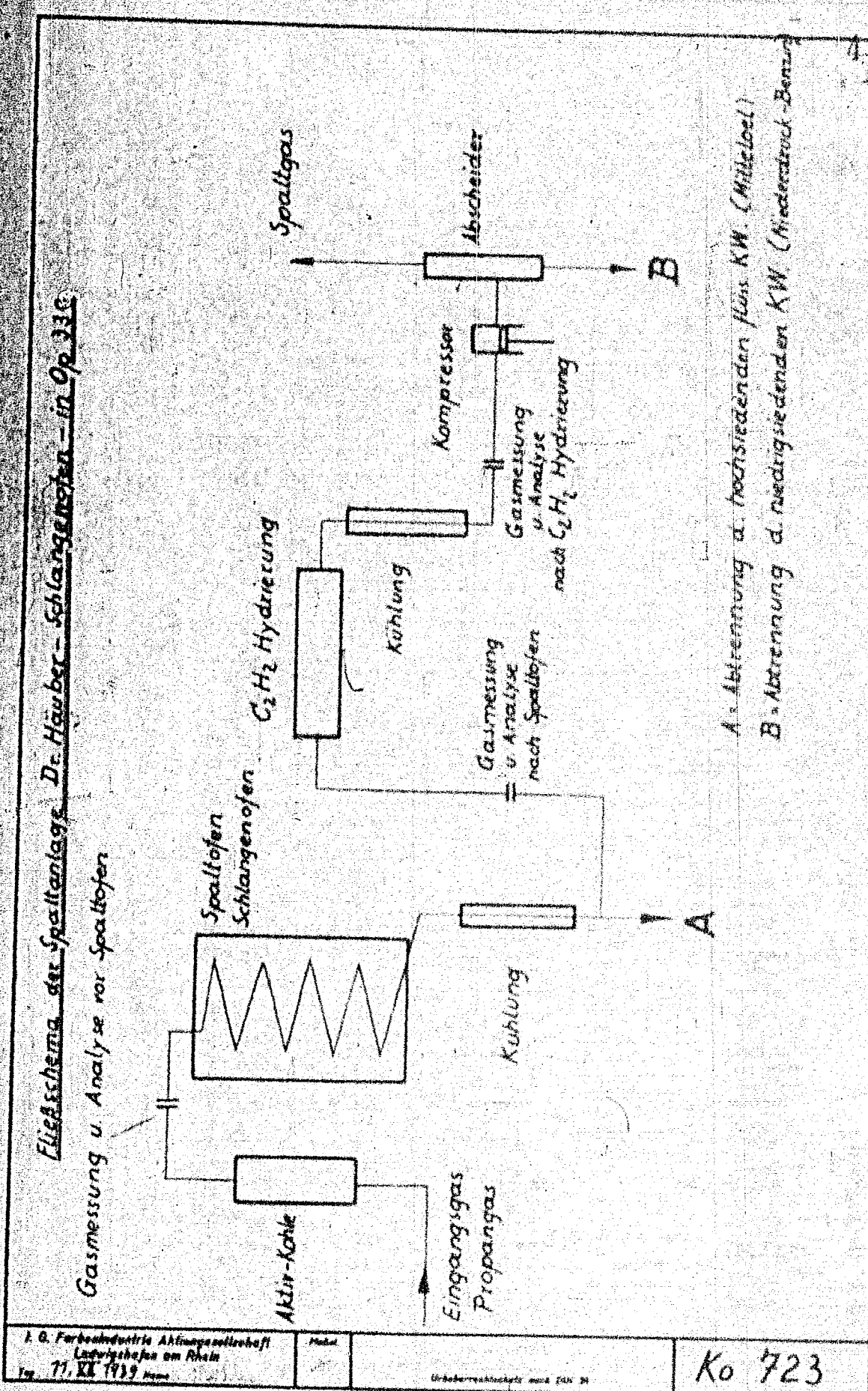
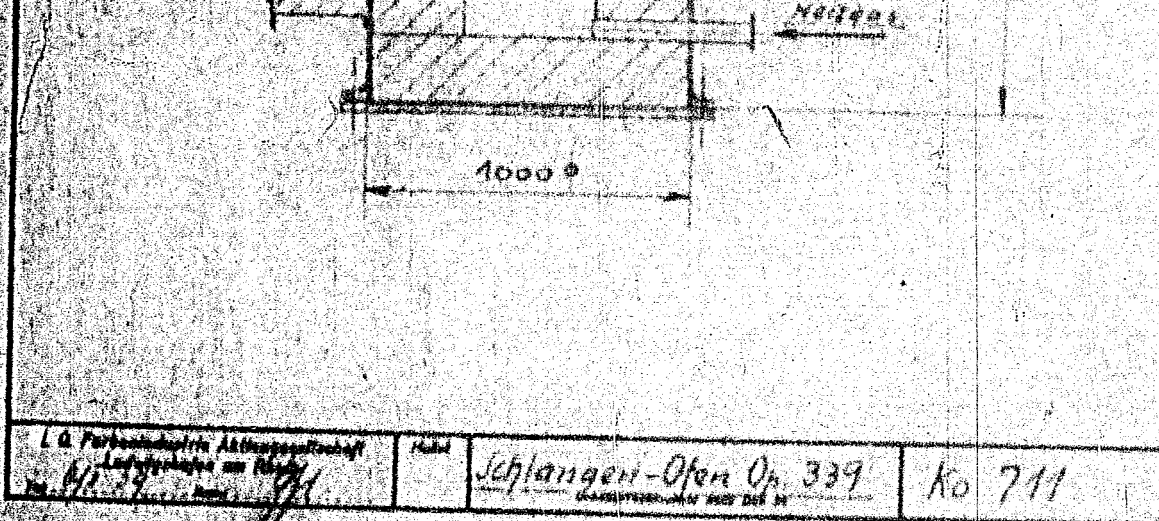
Volumenfaktor „B-Berl“ = 0,979

№	Material	Volumen	Dichte	Gewicht
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20



L. O. Porzellan- und Glasfabrikation
 Luftschmelze am 10/11/37
 No. 711

Schlangen-Ofen Op. 339
 No. 711



TITLE PAGE

10. Olefinanreicherung durch Kupferlauge-Wäsche nach Dr. Häuber. Versuche bei wechselnden Gas- und Laugebelastungen der Waschanlage.
 Olefins enrichment by gas scrubbing with cuprous solution according to Häuber. Experiments with variable loads of gas and scrubbing fluid in the scrubbing plant.

Frame Nos. 461 - 466

451 39

Atkettstoffherstellung Oypau
Versuche Dr. Fr. Finkler
Kohlenwasserstoff-Versuche Op. 55
(Dr. Häber)

Maschinenfabr. Abt. Ma.
Empfang - 1. AUG 1939
Erledigt

Betrifft: Elektrolyse von Kupfer

Versuche mit verschiedenen Elektrolyten

OM

Die in folgenden Versuchen mit verschiedenen Elektrolyten durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass es gelingt, Kupfer aus Kupferlösungen in hochkonzentrierter Form (Doppelt) zu gewinnen.

Folgende Versuche: Die in Versuchsop. 55 beschriebenen Versuche mit Spalt- und Folienkathoden zeigten, dass es gelingt, Kupfer in hoher Reinheit zu gewinnen. Die Kupferlösungen wurden durch Erhitzen und Gas- und Staubabscheidung gereinigt.

O

f

Die Elektrolyse wurde mit verschiedenen Elektrolyten durchgeführt, aus welchen nach Komplexierung der Elektrolyten Kupfer in höheren Konzentrationen abgetrennt werden konnte. Die Kupferlösungen sind im Gegensatz zu anderen Kupferlösungen aus ammoniakalischer Lösung durch Erhitzen in hoher Reinheit zu gewinnen. Diese Lösung enthält folgende Substanzen:

Die Kupferlösung wurde in Versuchsop. 55 (Dr. Günther) beschrieben. Die Kupferlösung wurde durch Erhitzen und Gas- und Staubabscheidung gereinigt.

Die Elektrolyse wurde mit verschiedenen Elektrolyten durchgeführt. Die Elektrolyse wurde mit verschiedenen Elektrolyten durchgeführt.

Die Elektrolyse wurde mit verschiedenen Elektrolyten durchgeführt. Die Elektrolyse wurde mit verschiedenen Elektrolyten durchgeführt.

Die im Raschtrum und bei der Zuleitungsanordnung verbleibenden Gase sind der Anlage 1 zu entnehmen.

Der Vorschubprozess ist in zwei verschiedenen Ausführungen darstellbar.

a) Das „Etschergas“ wird erstickt bei Vorschub des Raschtrums, ist notwendig, wenn das abzutrennende Gas (Etschergas) als hochprozentiges Gas (90 Vol.%) isoliert werden soll.

b) Das Etschergas wird mit dem „Aethylengas“ gemischt. Diese Fahrweise wird gewählt, wenn lediglich die praktisch sämtlichen Gasarten (Aethylengas) abzutrennen soll. wird z.B. beim Vorschub der Zuleitungsanlage (Linie Anlage) oder bei der Zuleitung in Polymerisationsanlagen.

Anlage 1 enthält die Versuchsergebnisse, welche die Gasarten, die in der Fingungsanlage und dessen C_2H_4 und C_2H_2 enthalten sind.

Anlage 2 enthält die Mengen und die Obergrenzen der Gasarten.

Die durchgeführten Analysen sind sehr wichtig, um die Zusammensetzung der Gase und Abweichungen in der für Aethylen- und Propylen gemischten Gasart möglichst, besonders bei den nur so geringen Gasmengen, zu ermitteln zu können. Es wurde bereits festgestellt, dass bei den geringen Gasmengen geringe Gasmengen, bei gewissen Analysen, nicht ermittelbar sein konnten.

- 1.) ...
- 2.) ...
- 3.) ...
- 4.) ...

Verhältnisse ...
 unter ...

2207	2207		
2208	2208		
2209	2209		
2210	2210		
2211	2211		
2212	2212		
2213	2213		
2214	2214		
2215	2215		
2216	2216		
2217	2217		
2218	2218		
2219	2219		
2220	2220		

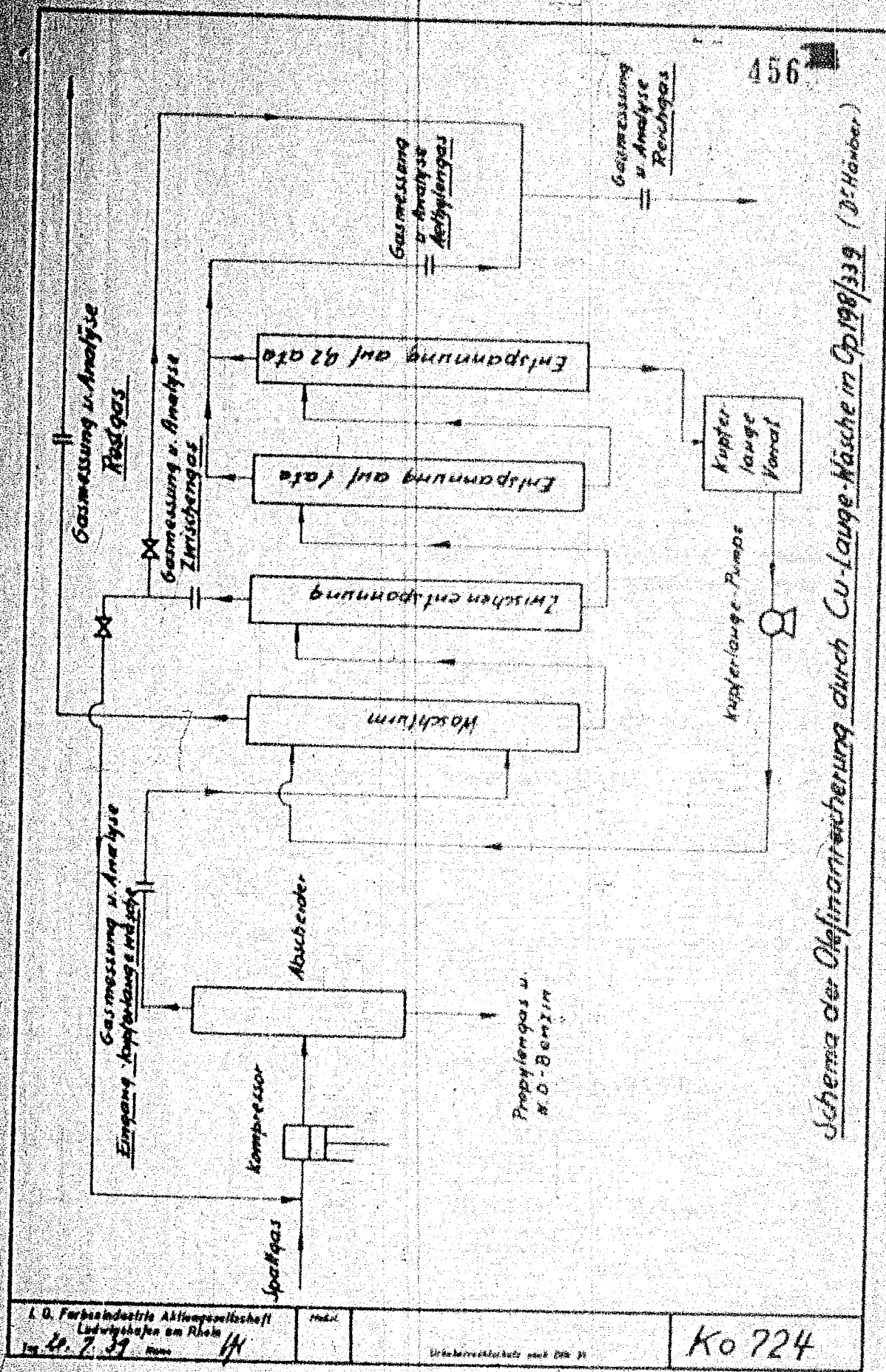
2356	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2357	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2411	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2408	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2411	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2408	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2411	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2408	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2411	20.5.59	25.3	7.0.07	200
2408	20.5.59	25.3	7.0.07	200

©

13

Feuchtheitsanalyse

Analyse			17.7.59		Analyse	
Wasser	g/l	Gen- amt	g/l	g/l	g/l	g/l
19,3	24,7	1,12	1170	226	226	
27,8	16,8	1,23	1040	45	45	
18,0	16,0	0,90	796			
12,7	13,1	0,97	657			
7,7	7,9	0,97	200			
12,3	13,0	0,89	725			
13,9	9,3	0,97	478			
14,8	0,97	630	181			
9,6	0,98	600	105			
17,7	6,7	0,97	600			
19,2	7,9	0,99	571			



456

Schema der Olefinanreicherung durch Cu-Lange-Wäsche in Sp 198/339 (Dr. Huber.)

I. O. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
 Ludwigshafen am Rhein
 vom 29. 7. 37

Modell

Urschwermetallschutz nach 206 21

Ko 724

TITLE PAGE

II. SS-oil from ethylene made by the Huber process.

TITLE PAGE

1. Äthylen aus Äthan durch thermische Spaltung nach Dr. Häber. Grossversuch Me 924 x. - Abtrennung von konzentriertem Äthylen durch Kupferlauge-Wäsche. - Versuche Me 126 b/96 b.
Ethylene from ethane by thermal splitting according to Häber. Large scale experiment. Separation of concentrated ethylene by scrubbing with cuprous solution. Experiments.

Frage Nos. 457 - 460

Stoffabteilung Oppau
Versuchs Dr. Fr. Finkler
Kohlenwasserstoff-Vers. Op 199/337
(Dr. Häber)

457

457

Aktion
Dr. Häber

Oppau, den 4. Dezember 41

Literatur
(Nr. 74)

Äthylen aus Äthan durch thermische Spaltung nach Dr. Häber
Grossversuch Me 924 x. - Abtrennung von konzentriertem Äthylen
durch Kupferlauge-Wäsche. - Versuche Me 126 b/96 b.
Versuchsperiode 30.6.41 - 13.10.41.

Am 30.6.41. wurde der Häber-Ofen Me 924 x mit der bereits eingehenden 7730-Schlange 54 von 1.8 m, 72 m lang, wieder in Betrieb genommen und zwar lediglich zur Erzeugung des für die Kupferlauge-Wäsche Me 126 b benötigten Spaltgases; vorübergehende Änderungen der Führlinien wurden nicht vorgenommen. Bei einer Ofendeckung von ca. 200 m³/h Äthangas wurde ein Spaltgas mit ca. 30 Vol.-% Äthylen erhalten, dessen Hauptmenge nach Aufreinigung des Äthangas an den Äthangasverarbeitungsstrich Dr. Gercke abgegeben wurde, während ein geringer Teil (bis zu ca. 15 m³/h) in der Kupferlauge-Wäscheanlage Me 126 b verarbeitet worden ist.

1. Spaltanlage.

Da das von der Hydrierung erhaltene Äthangas geringe Mengen CO enthält, welche bei der Olefinmischherstellung durch Kupferlaugewäsche mit aufgenommene Äthylengas verunreinigen und dessen Verwendung zur Süßwasserherstellung in Frage stellen würden, wurde als Äthangas das in der Lauge-Schlange Me 126 b abgetrennte CO-freie Mischgas verwendet. Da in Rückständen des Spaltgases größere Mengen an stofflicher enthalten waren - bis zu 20 Vol.-% über mehrere Stunden - wurde zur Vermeidung der Bildung größerer Mengen Silberperoxydhydrate die Kupferlauge-Wäsche vorgeschaltete Aktivkohle-Schlange vorgeschaltet und ausserdem die Kohlenstoffabteilung in der Spaltanlage beibehalten. Die Spaltanlage wird gefahren bei einem Oligo-Gehalt von ca. 10% in Spaltgas.

Abgesehen von kleineren Unterbrechungen (Störungen) war die Spaltanlage zunächst bis 4.8.41. in Betrieb. Nach Abänderung der Beschleunigung wurde am 14.8.41. wieder angefahren und am 13.10.41. programmässig eingestellt. Spaltanlage

einer Störung in der Methanolherstellung wurde am 7.10.41 auf einige Stunden auf Stickstoff umgestellt, dem ein bis 2% O₂ als Luft beigemengt waren. Dieser Versuch hat gezeigt, dass bei Drucksteigerung (bisherige Einstellung des Druckens der Spaltanlage einseitiglich 8,5 at) die Spaltung in zwei Stufen durchgeführt werden kann.

In vorliegender Versuchsanlage war die Spaltanlage bis zum 21.10.41 mit Methanolbeachtung in Betrieb. Am 21.10.41 wurden die Versuche mit der bisherigen PPS-Spaltanlage abgeschlossen. Diese Spaltanlage war von Oktober 1940 bis Oktober 1941 in Hüber-Ofen in 200 at einbaut und in der Zeit von 23.11.40 bis 12.10.41 über 6000 Stunden zur Temperatur 140°C bei 200 at mit Methanol beaufschlagt. Durch dieses Verfahren wurden 300 kg Methanol gewonnen. In der Zeit vom 21.10.41 bis 21.11.41 wurde der Ofen mit A₂ gefahren. Die Versuche in der Apparatur Nr. 9 vom 21.10.41 mit Methanol, wurde ein Teil der Spaltanlage (die oberen Windungen) bereits bei früheren Versuchen verwendet. Die Versuche für den als Vorwärmer zu betrachtenden Teil der Spaltanlage mit 200 at Methanol wurden mit Methanolbeachtung gegeben. Während der Versuche wurde ein jähriger Versuchspelt wieder mit einem 15 at Methanol beaufschlagt. Die Spaltanlage wurde durch den 20 at Methanol beaufschlagt. In der Zeit vom 21.10.41 bis 21.11.41 wurde der Ofen mit A₂ gefahren. Die Versuche in der Apparatur Nr. 9 vom 21.10.41 mit Methanol, wurde ein Teil der Spaltanlage (die oberen Windungen) bereits bei früheren Versuchen verwendet. Die Versuche für den als Vorwärmer zu betrachtenden Teil der Spaltanlage mit 200 at Methanol wurden mit Methanolbeachtung gegeben. Während der Versuche wurde ein jähriger Versuchspelt wieder mit einem 15 at Methanol beaufschlagt. Die Spaltanlage wurde durch den 20 at Methanol beaufschlagt. In der Zeit vom 21.10.41 bis 21.11.41 wurde der Ofen mit A₂ gefahren. Die Versuche in der Apparatur Nr. 9 vom 21.10.41 mit Methanol, wurde ein Teil der Spaltanlage (die oberen Windungen) bereits bei früheren Versuchen verwendet. Die Versuche für den als Vorwärmer zu betrachtenden Teil der Spaltanlage mit 200 at Methanol wurden mit Methanolbeachtung gegeben. Während der Versuche wurde ein jähriger Versuchspelt wieder mit einem 15 at Methanol beaufschlagt. Die Spaltanlage wurde durch den 20 at Methanol beaufschlagt.

Da die Mehrheit der 15 at Versuche erfolgreich verliefen, konnten die von den Metallfachmannern, insbesondere seitens des Herrn Krupp, angeordneten Vorkehrungsmaßnahmen zur Vermeidung von Gefahrgüterverlusten beim Temperaturanstieg des Materials nicht befolgt werden. Trotzdem wurden an der PPS-Spaltanlage nur einmal an einigen Stellen kleine Risse festgestellt, die jedoch durch eine entsprechende Behandlung der Spaltanlage beim Ausbau aufgetreten sein können. Diese Risse konnten verschweißt werden. Einige dieser Stellen konnten nach dem Ausbau der Spaltanlage im Oktober 1941 wieder in Betrieb genommen werden. Die Spaltanlage nach der oben geschilderten Reparatur wieder in Betrieb genommen wurde.

2. Kostensenkungsmaßnahmen

Die dem Hüber-Ofen zugehörige Kostensenkungsmaßnahmen sind die bei den bisherigen Versuchen in Betrieb. Die Kostensenkungsmaßnahmen sind die bei den bisherigen Versuchen in Betrieb.

3. Äthylentrennung durch Kupferlauge-Wäsche

Die Kupferlauge-Wäsche Nr. 106 b war in der Zeit vom 2.10.41 bis 11.10.41, 1975 Stunden in Betrieb unter Benutzung einer in der Kontaktfabrik Leuna (Dr. Kratz) nach unseren Angaben hergestellten Äthanolamin-Kupferlauge.

Während der Versuchzeit fand eine Ausweitung der Lauge nicht statt; es wurden lediglich die durch Undichtigkeiten und Probenentnahmen entstandenen Verluste ersetzt. Da die Kupferlauge im Lieferungsanstand eine für den Waschprozess zu hohe Viskosität (spez. Gew.) aufwies, wurde sie vor Inbetriebnahme mit dementsprechendem Wasser verdünnt. Gegen Versuchsende wurden durch Reparaturarbeiten verursachte Laugeverluste durch Wasserzusatz volumensmäßig ausgeglichen. Trotzdem durch diese Maßnahmen die Zusammensetzung der Lauge verändert wurde, blieb für die Olefinabsorption maßgebende „Aufnahmefähigkeit“ praktisch unverändert.

Die Waschanlage wurde bei Drücken bis zu 15 at gefahren, wobei die für die Großanlagen vorgesehene Lauge-Gas-Verhältnisse 1 : 10 bis zu 20 : 22 m³/h Spaltgas und bei einem Olefingehalt von weniger als 1% im Spaltgas leicht erreicht werden konnte. Versuche bei höheren Drücken (15 at) welche besonders für die 2-St. im Entwurf befindlichen Äthyltrennungen interessant hätten, konnten bei den gegebenen apparativen Verhältnissen nur auf Stunden gefahren werden; hierbei wurden bis zu 35 m³/h Spaltgas in Lauge : Gas-Verhältnis = 1 : 25 bei einem Washdruck von 200 mm Hg und 8 m Washhöhe erreicht.

Die Olefingase enthält laut Betriebsanalysen die ganze Versuchperiode über mehr als 98%, in der Regel 99-99,4% Olefine (nach den Hochanalysen 97,6 - 99,3%). Als Olefingase wurden ca. 99-98% der im angewandten Spaltgas enthaltenen Olefine abgetrennt.

Als Zuleitungsgas wurden ca. 1-2% Eingangsgasmenge mit einem Olefingehalt von 30-50% entspannt und im Kreislauf vor den Kompressoren gefahren.

Das Reaktionsgas enthält neben O₂, CO₂ und H₂O normaler Kohlenwasserstoffe der Kupferlaugewäsche ca. 1% Olefine.

Da die durch die Spaltung von Äthylalkohol gebildeten Äthylalkohol (siehe oben) gebildeten höheren Olefine vom Äthylalkohol des Olefingases abzutrennen wurde in längeren Versuchsperioden bewies eine entsprechende Ausweitung der mit Olefinen beladenen Kupferlauge vorgenommen, wodurch ein Olefingehalt von

Als Zwischenprodukt wurden ca. 1-2 % Ethylenmischungen mit einem Olefin-
gehalt von 30-50 % entspannt und im Kreislauf vor den Kompressor geföhrt.

Das Reaktionsgas enthält neben C_2H_4 , CH_4 und H_2 bei normaler Föhrgeschwindigkeit
der Kupferlauge Mischung ca. 1 % Olefine.

Um die durch die Spaltung von methylenreichen Aethan (Aethan) entstanden
gebildeten höheren Olefine von Aethylen des Olefinpases abzutrennen, wurde
in längeren Versuchsperioden bewusst eine mangelhafte Auscheidung der mit
Olefinen beladenen Kupferlauge vorgenommen, wodurch ein Olefingehalt von

460

2-3 % im Reaktionsgas, vorwiegend höheren Olefinen bestehend, erreicht wurde.

Ebenso wie diese Versuche haben die bereits erwähnten Belastungs-
schwankungen erneut die Verunreinigung- und Anpassungsbedürftigkeit der Kupfer-
lauge-Mischung erwiesen. Eine Reihe von Maßnahmen bei Gasverlust die rasche Ab-
stellen und Anfahren einer Kupferlauge-Mischung praktisch zu erproben.

4. Olefingas-Verarbeitung:

Das aus der Kupferlauge abgetrennte Olefingas wurde im K. M. B. von
Dr. Hofmann - Dr. Metzger auf 85-01 verarbeitet. In einer Reihe von Versuchen
konnten V.I.-Werte bis zu 110, ebenso die erforderlichen Druckpunkte erreicht
werden. Die Mengenausbeuten entsprachen denen des Betriebsbetriebs.

Das zu diesen Versuchen angewandte Olefingas wurde nach Erhitzen mit
 H_2SO_4 (50 %) und $NaOH$ (30 %) durch Aktivkohle geleitet um die höher als
Aethylen siedenden Olefinbestandteile zurückzuhalten, nachdem eine Isom-
lierung des Aethylen aus dem Olefingas nicht vorgesehen war. Es gelang
jedoch nicht auf diese Weise die gewünschte Trennung zu erreichen. Es gelang
für weitere Versuche eine Druckdestillation einzuheben. Nach den vor-
liegenden Betriebserfahrungen sollen die bei guter Zersetzungsstufe weniger
guten Qualitäten der Polymerisationskatalysatoren die höheren Olefine - in
denen ausserdem noch Diene enthalten sein können - im Aethylen gas zurückzu-
führen sein.

In seinen C_2H_4 , CO_2 , CH_4 , H_2O und CO -Gehalt entsprach das Aethylen
der Kupferlauge Mischung 11. Vergleichsanalysen des Aethylen der Lindencell
No 307 und ebenso den Betriebsanforderungen des Zellbetriebes (Dr. Hofmann),
soweit diese durch Zahlenangaben ausgedrückt werden können. Wie bei den Poly-
merisationsversuchen mit Linde-Gas liegen auch bei den Polymerisationsver-
suchen mit Kupferlauge-Mischung-Gas eine Reihe von Versuchen vor, deren negativer
Verlauf trotz analytischer Zusammensetzung der Gase noch nicht geklärt
werden konnte.

Die Versuche wurden am 13.12.41 zur Überholung der Versuchsanlage und
zum Einbau einiger apparativer Verbesserungen abgebrochen. Gleichzeitig wird
in Spaltoven No 924 die bisherige PTFE-Schlange zur Polymerisationsleitung
durch eine PTFE-Schlange ersetzt.

TITLE PAGE

2. Verwendbarkeit des nach dem Spalt- und Waschverfahren
nach Dr. Häuber, Oppau, aus Aethan hergestellten
Aethylen zur Herstellung von 85 - 01.
Suitability of the ethylene made from ethane by
Häuber's process of splitting and scrubbing for
producing 85-oil.

Frame Nos. 461 - 465

Ammoniakwerk Merseburg
G. m. b. H.
Organ. Abteilung
Schmieröl - Versuche Nr 96b

000072

Leuna, den 9. Februar 1942

461

Aktennotiz.

Verwendbarkeit des nach dem Spalt- und Waschverfahren nach Dr. Häuber,
GmbH. aus Äthan hergestellten Äthylens zur Herstellung von SS - Öl

Durch thermische Spaltung von Äthan nach dem Häuber-Verfahren wurde in einem Großversuch in Leuna, entsprechend der Aktennotiz Nr. 74 von Dr. Häuber, Dr. Hirschbeck vom 4.12.41, ein Spaltgas mit einem Gehalt von 28 - 30 % Äthylen erzeugt und aus diesem nach dem Waschverfahren von Dr. Häuber 97,6 - 99,5-%iges Äthylen hergestellt. Es war zu prüfen, ob durch Polymerisation dieses Gases ein SS - Öl hergestellt werden kann, das den von RLM festgelegten Qualitätsansprüchen genügt.

Der durch Stickanalyse ermittelten Zusammensetzung nach sollte das Äthylen brauchbar sein. Bei Verarbeitung von trockenem Äthan aus dem Rückgas der Linde - Anlage Nr 387 war das Äthylen genügend CO - frei, doch hatten Erfahrungen mit ebenfalls CO - freiem 98 - 99-%igem Äthylen aus der Linde - Anlage Nr 387 gezeigt, dass diese Voraussetzungen oft nicht ausreichend sind und andere, bis dahin noch nicht erkannte Verunreinigungen die Polymerisation erheblich stören können. Diese sind mittlerweile durch Untersuchungen an anderer Stelle als schwefelhaltige Verbindungen, Mersaptan oder COS, wahrscheinlich ausgemacht werden.

Zur Verfügung standen im Versuchsbetrieb Nr 96b der Schmierölversuche zwei laufend für ähnliche Zwecke benutzte Hochdruck - Rührautoklaven, ein 50 l - Ofen aus N6 und ein 100 l - V2A Ofen. Die Versuche im ersten sind mit N, im zweiten mit M gekennzeichnet.

Zur Befüllung der Ofen wurde Vorlauf und eisenhaltiges Aluminiumchlorid aus der SS - Öl - Anlage verwendet. Die Versuche der Tabelle 1 wurden teils mit Äthylen nach Dr. Häuber, teils zum Vergleich mit Gas aus Nr 387 in gleicher Weise gefahren. In der Rubrik "Ofenfüllung" ist ein Füllgewicht von 34 - 36 kg Rohpolymerisat im N-Ofen und von 62 - 66 kg im M-Ofen als Zeichen einer mengenmäßig normal verlaufenen Polymerisation anzusehen.

Die Tabelle umfasst nicht alle durchgeführten Versuche, es sind vielmehr diejenigen, welche aus erkennbarer Ursache meist technischer Art, wie NH_3 , CO, O_2 - Gehalt des Äthylens oder wegen irgendwelcher Mängel an Autoklaven nicht erfolgreich verlaufen, nicht näher ausgeführt, dagegen sind viele Versuche, die sowohl bei Äthylen aus Nr 387 als auch nach Dr. Häuber aus nicht erkannten Ursachen quantitativ und qualitativ schlecht waren, des Vergleichs wegen in der Tabelle aufgenommen.

Die Analysen in den Versuchsautoklaven sind erfahrungsgemäß gegenüber Verunreinigungen im Gas weit empfindlicher als solche in den Produktionsöfen mit denselben Ausgangsmaterialien.

Die Kleinversuche erbringen daher, wenn sie positiv ausfallen, den Beweis für die Brauchbarkeit des Gases in der Produktion. Andererseits müssen zur Beurteilung der Versuchsanätze, bei denen die Reaktion vorszeitig abbrach, die parallel dazu mit demselben Gas gefahrenen Produktionsversuche zum Vergleich herangezogen werden. Diese sind in der Tabelle unter Nr. 126 als + bezeichnet, wenn die Gasaufnahme gut, mit -, wenn die Aufnahme schlecht war.

Die Empfindlichkeit der Versuchsaufklaven führt auch dazu, dass nach Fahren mit unreinem Gas oder nach längerer Abstellperiode die Öfen manchmal erst mehrmaliger Inbetriebnahme bedürfen, um, sich allmählich bessernd, wieder die optimalen Ausbeuten und Analysenwerte zu geben.

Daraus ergibt sich, dass man aus gelegentlichen schlechten Werten keine allzuweitgehenden Schlüsse ziehen darf, vielmehr jeden Versuch im Zusammenhang mit den benachbarten vergleichen muß, weswegen in der folgenden Tabelle die Versuche streng chronologisch geordnet wurden.

Tabelle 1

Gas	Datum	Versuch Nr.	Max. Temp. °C	Ofenfüllung kg.	Viskosität E 99	V.J.	Stock- punkt	Nr. 126	
	30.7.	N 539	173	27,9	4,42	109,0	- 31	-	
	31.7.	N 540	173	36,0	4,49	108,2	- 30	-	
Dr. Hauber	18.8.	N 541-542	2 N - Versuche wegen NH ₃ in Gas nicht durchreagiert.						
Nr. 387	19/20. 8.	N 543-44	2 N - Versuche nicht durchreagiert (ca. 20 kg Füllung).						
Dr. Hauber	22/24. 8.	N 545-49	5 N - Versuche nicht durchreagiert (ca. 20 kg Füllung).						
"	24.8.	N 550	171	37,6	3,65	98,2	- 31	+	
"	24.8.	N 551	175	38,0	4,45	103,6	- 30	+	
"	25.8.	552	173	36,7	3,80	93,9	- 30	+	
"	25.8.	553	170	34,0	5,28	99,4	- 29	+	
"	26-27. 8.	554-56	3 N Versuche nicht durchreagiert						+
Nr. 387	28.8.	N 557-58	2 N Versuche nicht reagiert						+
"	29.8.	N 559	172	31,4	3,94	98,8	- 31	+	
"	30.8.	N 560	170	20,0	nicht durchreagiert			+	
"	30.8.	561	171	28,3	5,37	100,6	- 29	+	
"	30.8.	562	162	30,0	5,34	103,2	- 32	Autoklav defekt +	
"	1.9.	N 111	169	77,5	5,93	107,2	- 24		
"	2.9.	N 112	166	78,5	6,47	108,8	- 24		
"	2.9.	N 113	173	80,0	7,31	110,8	- 28	N-Ofen in Ordnung +	
"	4.9.	564	163	31,8	5,31	105,7	- 28	+	
"	4.9.	565	180	nicht durchreagiert.				+	
"	4.9.	566	180	27,0	4,67	110,0	- 35	+	
"			N Autoklav hat sich allmählich selbst gereinigt.						

Gas	Datum	Versuch Nr.	Max. Temp. °C	Ofenfüllung kg	Viskosität E 99	V.J.	Stockpunkt Ke 126
Dr. Häuber	5.-6. 9.	567-569	3 N	Versuche nicht durchreagiert (14-17 kg Füllung)			Grund unbekannt
"	"	M 114-117	4 N	Versuche 20-30 kg	Reaktion ist abgebrochen		
Me 387	6.9.	N 570	172	36,8	5,62	100,8	- 34 +
"	6.9.	571	179	38,7	4,40	111,4	- 32 +
"	7.9.	M 118	173	81,1	6,74	109,6	- 28 +
"	8.9.	M 119	170	72,9	7,93	111,9	- 28 +
Dr. Häuber	9.9.	M 120-121		31-41	on 2,3	94-95	
"	11.9.	M 122	172	27,4			Reaktion abgebrochen
"	8.-10.9.	M 573-77	5 N	Versuche, Reaktion abgebrochen: Bei N 577 3, im Gas festgestellt: Pumpendichtigkeit			
"	14.9.	M 578	166	39,8	6,11	101,2	- 25 +
"	14.9.	M 123	178	87,3	6,62	99,1	- 30 +
"	15.9.	M 124	173	88,3	6,78	100,7	- 29 +
"	16.9.	M 580	172	39,3	7,43	105,7	- 24 +
"	17.9.	F 581		nicht reagiert			
"	17.9.	M 125	170	95,5	6,95	97,6	- 27 +
"	17.9.	M 582	172	39,2	7,41	109,6	- 23 +
"	17.9.	M 126	191	40,0			Reaktion abgebrochen
"	17.9.	M 127	176	79,3	7,50	103,2	- 20 +
"	18.9.	M 583	193	39,3	6,14	108,3	- 32 +
"	19.9.	M 584	210	21			Reaktion abgebrochen
Dr. Häuber	19.9.	M 585	178	38,8	2,16	95,4	- 37 +
"	19.9.	586	202	35,2	4,75	108,4	- 32 +
"	20.9.	587	197	21,3	6,60	109,7	- 32 +
Me 387	21.9.	589	170	28,2	4,78	106,3	- 32 +
"	21.9.	590	201	30,5	4,80	110,7	- 34 +
"	22.-23.9.	591-593	5 N	Versuche	Reaktion abgebrochen		
Dr. Häuber	24.9.	594	215	18,2			Reaktion abgebrochen
"	25.9.	595	208	33,1	4,47	109,3	- 33 +
"	25.9.	596	203	25,0	4,07	104,3	- 32 +
"	26.9.	597	210	23,0	3,61	107,7	- 36 +
Me 387	26.-27.9.	598-599	2 N	Versuche, Reaktion abgebrochen			
Dr. Häuber	28.9.	600	200	32,7	4,66	103,3	- 24 +
"	29.9.	601	198	27,6	5,20	103,4	- 30 +

Gas von	Datum	Versuch Nr.	Max. Temp. °C	Ofenfüllung kg	Viskosität E 99	V.J.	Stockpunkt Ke 126
Dr. Häuber	30. 9.	602	199	35,2	4,24	105,3	- 30 +
"	30. 9.	603	203	30,6	6,07	99,8	- 27 +
"	30. 9.	604	200	37,2	5,00	99,0	- 30 +
"	1. 10.	605	200	38,4	3,86	103,7	- 33 +
Me 387	2.-9. 10.	606-621	160-200	15-21	on 3	on 92	
"	7.-9. 10.	M 132-135	150-190	30-70	2,9-3		Grund unbekannt
Dr. Häuber	10. 10.	M 623	190	22,1	2,60	97,5	- 35 +
"	10. 10.	M 136	172	24,0	2,13	90,0	- 50 +
<p>Co im Gas bei Verwendung von feuchtem Äthan. Äthylenleitung ausgedampft, sie enthielt harzige Verunreinigungen; Autoclaven gründlichst gereinigt durch Auskochen mit Tetrachlorkohlenstoff und Ausdampfen.</p>							
Me 387	16.-19. 10.	N 624-630	7 Ansätze	Reaktion abgebrochen, Serie schlecht			
"	16.-19. 10.	M 137-143	7	"	"	"	"
"	20. 10.	M 631	175	38,2	5,93	103,5	- 33 +
"	20. 10.	M 632	170	41,2	5,58	110,0	- 37 +
"	20. 10.	M 144	158	87,6	6,42	104,8	- 38 +
"	21. 10.	M 633	171	37,5	5,83	112,0	- 38 +
"	22. 10.	M 145	167	84,5	7,80	111,0	- 33 +
"	22. 10.	M 634	210				Reaktion abgebrochen (siehe Me 126)
"	22. 10.	M 635	186	33,1	6,69	109,0	- 34 +
"	26. 10.	M 636	214	34,9	4,73	113,3	- 39 +

Aus der Tabelle 1 geht hervor, dass es auch mit Gas aus Me 387 nicht gelang, über längere Zeiten Versuchsreihen zu erhalten, bei denen bei 6° E₉₉ das Öl einen Viskositätsindex von mindestens 109 aufweist. Das lag an dem schon eingangs erwähnten Umstand, dass das Äthylen in dieser Zeit einen wechselnden, damals zwar noch nicht quantitativ bestimmten, aber wahrscheinlich zu hohem Gehalt an S-Verbindungen aufwies. Die Untersuchungen darüber wurden am 28. 11. 41 von Dr. Gericke und Dr. Hofmann aufgenommen, während seitdem durch geeignete Maßnahmen bei der Abteilung Hydrierung das Äthan mit weit geringerem S-Gehalt angeliefert wird.

Dass mit einem Gas genügender Reinheit eine Reihe hinsichtlich V. J. und Stockpunkt gut liegender Versuche zu erreichen ist, zeigt die Tabelle 2, die Versuche teils mit Äthylen aus Me 387, teils mit Äthylen anderer Herkunft zeigt.

längere Zeiten Versuchsreihen zu erhalten, bei denen bei 6° E₉₉ das SS-Öl einen Viskositätsindex von mindestens 109 aufweist. Das lag an dem schon eingangs erwähnten Umstand, dass das Äthylen in dieser Zeit einen wechselnden, damals zwar noch nicht quantitativ bestimmten, aber wahrscheinlich zu hohem Gehalt an S-Verbindungen aufwies. Die Untersuchungen darüber wurden am 28.11. 41 von Dr. Gericke und Dr. Hofmann aufgenommen, während seitdem durch geeignete Maßnahmen bei der Abteilung Hydrirung das Äthan mit weit geringeren S-Gehalt angeliefert wird.

Dass mit einem Gas genügender Reinheit eine Reihe hinsichtlich V. J. und Stockpunkt gut liegender Versuche zu erreichen ist, zeigt die Tabelle 2, die Versuche teils mit Äthylen aus No 387, teils mit Äthylen anderer Herkunft zeigt.

465

Tabelle II

Gas von	Datum	Versuch Nr.	Mag. Temp. °C	Ofenfüllung kg	Viskosität E ₉₉	V. J.	Stockpunkt
No 387	19.12.	N 654	173	25,7 ¹⁾	4,81	111,4	-35
	21.12.	N 655	203	28,0	4,94	111,3	-36
	22.12.	N 656	170	23,5 ¹⁾	4,95	110,2	-39
	22.12.	M 167	202	73,6	6,65	113,4	-35
	23.12.	M 168	191	74,7	8,47	110,7	-34
1) Müßten wegen Gasmangel frühzeitig abgestellt werden.							
No 387	24.12.	M 169	201	81,3	6,28	108,2	-36
"	24.12.	N 658	210	31,2	5,94	115,6	-35
"	24.12.	N 170	180	77,9	8,08	112,7	-32

Vergleicht man damit die mit Äthylen nach Dr. Häuber durchgeführten Versuchsreihen, insbesondere die von 14.9. bis 1.10. die rund 24 Ansätze ^{umfasst} ist festzustellen, dass wohl einige davon, z.B. N 582, N 583, N 587 und N 595 die Anforderung bezüglich Viskositätshöhe und Viskositätsindex knapp erreichten, dass aber die Mehrzahl mit ziemlicher Regelmäßigkeit den Viskositätsindex von nur 100 bis 105 aufweist. Ob diese Tatsache auch auf einer Verunreinigung des Äthylens durch S-Verbindungen beruht, muß bei weiteren Versuchen erst geklärt werden.

Bilanzmäßig aufgearbeitet wurde keiner der angesetzten Versuche; doch zeigte sich bei der Aufarbeitung im Labor der Rohpolymerisationsproben gut gelaufener Ansätze darin ein ebenso hoher Gehalt an SS-Öl wie bei Ansätzen mit Gas aus No 387. Da in solchen Fällen das Gewicht an Rohpolymerisat ebenfalls damit übereinstimmt, steht fest, dass bezüglich quantitativer Ausbeute beide Gase gleichwertig sind.

Zusammenfassung: Während bei den durchgeführten Polymerisationsansätzen in quantitativer Hinsicht das nach dem Verfahren von Dr. Häuber hergestellte Äthylen dem aus Äthan durch Sauerstoffspaltung nach Dr. Klein und Lindtrennung hergestellten sich als gleichwertig erwies, haben bisher nur einzelne Ansätze zu Ölen geführt, deren Analysendaten an die geforderten Garantiedaten heranreichten. Diese haben grundsätzlich die Brauchbarkeit des Äthylens gezeigt. Der geringen Rohproduzierbarkeit wegen ist es jedoch unerlässlich, die Versuche wieder aufzunehmen, um vor dem Endausbau der Produktionsanlagen noch genügend Erfahrungen zu sammeln.

TITLE PAGE

3. Memoranda, letters and conferences discussing the merits of a proposed Häuber ethylene plant for SS-oil production at Leuna.

Dr. Pl./Lo.

Leipzig, den 1. April 1934

Herrn Dr. K. G. G. G.

M. A. G.

Betr.: Athanafall in der Pyritsch.

Nach unserer in neu bekannten Abrechnung von 1933/34 (siehe unten) ist die an Dr. Richard von 20.7.33 geschuldete Summe einschließlich der Zinsen, die aus den Reichsgas- und anderen Leistungen auf 34.600 Jate und die aus den Roh- und Gasstoffen auf 19.900 Jate betragen.

Für die Erreichung dieser neuen verbesserten Bilanzlage der Pyritsch ist Voraussetzung, daß der Athanafall an den 30.1.34 in den Betrieb in den angenommenen Wert auch praktisch erreicht, daß die Pyritsch und alle Anlagen von dauernd gleichzeitig in Betrieb sind und daß die Kohlenmenge für die Produktion 19.900 Jate eine Athanafallmenge von 20.700 Jate ergibt.

In einer Besprechung am 27.3.34 (anwesend die Herren Dr. G. G. G., Dr. Richard, Dr. Zorn, Dr. Jochen und Dr. Müller) wurde festgestellt, daß die Reichsgas diese Voraussetzungen als erfüllbar und eine Athanafallmenge von 20.700 Jate als erreichbar und für die Wirtschaftlichkeit der Pyritsch zu empfehlen ist.

In dem Schreiben an den Gebietsrat vom 19.3.34 (siehe unten) wurde aus dem Gasgasen durch eine Messung festgestellt, daß die Pyritsch bei einer Athanafallmenge von 20.700 Jate eine Athanafallmenge von 20.700 Jate ergibt.

Athanafall gegeben. Mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Pyritsch eine geringere als die berechnete Zahl von 20.700 Jate zu produzieren.

Ferner wurden in einem Schreiben vom 1.4.34 (siehe unten) die Pyritsch bei einem Athanafall bei 20.700 Jate die Pyritsch und die Pyritsch bei 20.700 Jate.

Anfall	:	20.700 Jate
davon gewinnbar	:	19.900 Jate
Verwertung 1.3.34-31.3.34	:	19.900 Jate
Verbleibende Vorräte	:	19.900 Jate

Es ist anzunehmen, daß die an 3.1.34 geschuldete Summe, die sich aus der Abrechnung bekannt sind, noch jetzt den auf die Verrechnung mit den Reichsgas- und anderen Leistungen als an 3.1.34 genannt werden, an dem von 3.1.34 bis zum 31.3.34 betragen.

1. Es wurde für die Pyritsch festgestellt, daß die Pyritsch bei einer Athanafallmenge von 20.700 Jate eine Athanafallmenge von 20.700 Jate ergibt.
2. Der Anteil des Reichsgas an der Pyritsch ist zu bestimmen.
3. In dem weiteren Verlauf der Pyritsch ist die Pyritsch zu berücksichtigen.

Diese Abrechnung ist von 1933/34 Jate abwärts zu ziehen, da die Pyritsch mit der Dr. G. G. G. geschuldete Summe von 19.900 Jate die Pyritsch bei einer Athanafallmenge von 20.700 Jate eine Athanafallmenge von 20.700 Jate ergibt. Die Pyritsch bei einer Athanafallmenge von 20.700 Jate eine Athanafallmenge von 20.700 Jate ergibt.

Ein Widerspruch bleibt hochstens hinsichtlich der Vermeidung der Zersetzung bei der Verflüchtigung bestehen. Um den Gehalt an Kohlenstoff zu bestimmen, wurden 4 000 Jato Atan der aus dem folgenden Versuch erhaltenen Kohlenstoffprobe analysiert. Dieser Kohlenstoff wurde durch die Verflüchtigung des Kohlenstoffes aus dem noch vor Ihnen kritisiert werden. Die Kohlenstoffprobe wurde durch die Verflüchtigung des Kohlenstoffes aus dem noch vor Ihnen kritisiert werden. Die Kohlenstoffprobe wurde durch die Verflüchtigung des Kohlenstoffes aus dem noch vor Ihnen kritisiert werden.

Allerdings darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Kohlenstoffprobe aus dem noch vor Ihnen kritisiert werden. Die Kohlenstoffprobe wurde durch die Verflüchtigung des Kohlenstoffes aus dem noch vor Ihnen kritisiert werden. Die Kohlenstoffprobe wurde durch die Verflüchtigung des Kohlenstoffes aus dem noch vor Ihnen kritisiert werden.

- Herrn Dir. Dr. E. Egan
- " Dir. Dr. Schunck
- " Dr. E. Egan

Leuna-Werke, den 25. September 1942

Aktenschie

Beif. Besprechung in Oppau am 12. u. 11. 1942

- Anwesend: Dr. Huber
- Dr. Hirschbeck
- Dr. Egan (teilweise)
- Dr. Kuhn
- D.I. Helden
- Dr. Gericke
- D.I. Mayer

- Dr. Huber/Dr. Hirschbeck
- Dir. Dr. Egan/Dr. Hirschbeck
- Dr. Egan/Dr. Hirschbeck
- D.I. Helden/Ing. Schauer
- etc.

Es sollte über die in Oppau zur Zeit laufenden Versuche über die Reinigung des Kohlenstoffes von Schwefelverbindungen sowie die Reinigung des Kohlenstoffes von Kohlenoxyd u. die Polymerisationsfähigkeit des Kohlenstoffes gesprochen werden. Dabei ergeben sich neue Unterlagen für die geplante Erweiterung der Ethylenherstellung in Leuna nach dem thermischen Spalt- u. Aufklärungsverfahren.

1.) Schwefelreinigung.

Nach Angabe von Oppau wird das Kohlenstoff durch eine Wäsche des Natriumglykolats eines verätherten Glykolderivats gereinigt, wobei der gleiche Propylglykolderivat als Lösungsmittel des Glykolats dient. (NaOCH₂ - CH₂OC₂H₅ in C₂H₅OC₂H₅ - 5%ige Lösung). Dieses Waschmittel entfernt aus dem Kohlenstoff Schwefelverbindungen restlos. (Prüfung Kaliumsulphid)

Es wird von Oppau vorgeschlagen die Schwefelreinigung vor dem Spaltofen zu legen, da festgestellt wurde dass Schwefelverunreinigungen des Kohlenstoffes die Katalysatoren des Spaltofens verursachen oder mindestens beeinträchtigen, allerdings ist es notwendig durch Ölwäsche bzw. A. Kohle des in Gas mitgeführte Glykolderivat wieder zu entfernen, um CO-Bildung im Spaltofen zu vermeiden. Über die Möglichkeit, die Waschlösung zu regenerieren, kann Oppau s. H. nach seine beifolgenden Angaben nachsehen.

Oppau hat festgestellt, dass die Befreiung des Spaltgases von Acetylen durch Chromsäurekontakt unter wesentlich günstigeren Bedingungen erfolgt, wenn das Gas schwefelfrei ist.

Für die Bestimmung des Schwefelgehalts vor u. nach Wäsche u. für die Bestimmung des aus der Wäsche mitgeführten Glykolderivats teilt Oppau seine Analysenschriften mit.

2.) CO-Reinigung.

Das Kohlenoxyd wird in Oppau durch Wäsche mit einer wässrigen Lösung (ca. 1%) eines Komplexsalzes von der Formel K₂ Ni(CN)₄ entfernt.

Diese Salze wird durch eine modifizierte Elektrolyse des Komplexsalzes K₂ Ni(CN)₄ hergestellt, wobei das zweierwertige Nickel in einwertiges Nickel übergeführt wird. Durch diese Wäsche wird das CO restlos entfernt. Die Wäsche regeneriert der Leuge nach bekannten Methoden ohne gleichzeitige tiefgehende Veränderung am Komplex nicht möglich ist, welche für den Leuna-Waschverbrauch a priori a priori Lauge vorgesehen (500 ltr), dass bei einer Betriebsdauer von etwa 700 Stunden das zur Polymerisation kommende Ethylen vollständig frei von CO bleibt.

Oppau führt die Versuche über die Regenerationsmöglichkeit der Wäsche weiter und hofft bis Ende d. J. genauere Angaben hierüber machen zu können. Aufnahmefähigkeit der Lauge. Nach Angaben von Oppau (Laborversuche) nimmt 1 ltr Lauge 10 ltr (= 12,5 gr) CO auf.

Für die Berechnung der in Leuna zur Aufstellung kommenden Wäsche wird eine Nöchstbeladung von 5 ltr CO auf 1 ltr Lauge zugrunde gelegt.

3.) Polymerisationsversuche.

Das mit Äthylglykolat und Nickel-Lauge gereinigte Ethylen wurde in einem kleinen V21 Autoklaven polymerisiert. Je nach der Polymerisationstemperatur ergeben die einzelnen Chargen Ole mit einem V.I. von 73 bis 100 bei 10,1 bis 9,6°/1000. Nach Angabe von Oppau wurden diese verschiedenen Daten mit denselben Gas erzielt. Das in der Wäsche gewonnene Ethylen wurde dafür in einem für etwa 1 ltr Versuche ausreichenden Druckbehälter gespeichert.

Mayer, Hirschbeck

Lauge (10 ltr. = 12,5 gr) CO auf.
 Für die Berechnung der in Leuna zur Aufstellung Kesselnachricht wird eine Kesselnachricht von 5 ltr. CO auf 1 ltr. Lauge zugrunde gelegt.

3.) **Polymerisationsversuche.**
 Das mit Athylglykolat und Nickellauge gereinigte Äthylen wurde in einem kleinen V2A Autoklaven polymerisiert. Je nach der Polymerisationstemperatur ergaben die einzelnen Chargen Öle mit einem V.I. von 73 bis 100 bei 1,1 bis 5,6°/1000.
 Nach Angabe von Oppau wurden diese verschiedenen Daten mit demselben Gas erzielt. Das in der Sache genannte Äthylen wurde dafür in einem für etwa 10 Versuche ausreichenden Druckbehälter gespeichert.

Mayer, Henning

Geheim 94 32/42

Leuna, den 16. Oktober 1942 469

1. Dies ist ein ...
2. ...
3. ...

Aktuelle

000000

Betrifft: Kesselnachricht für Schmieröl aus Äthyl.

Zur Gewinnung von Schmieröl werden Kesselnachricht, u.a. auch in Leuna, projektiert. Das Rohprodukt für Schmieröl ist in allen diesen Fällen, Äthyl. Das Äthyl. der jetzt in Leuna laufenden Schmieröl-Anlage wird durch eine Destillation nach Linde so rein gewonnen, daß die Schmieröl-Anlage gut läuft. Es treten noch ab und zu Schwierigkeiten bei der Polymerisation auf, deren Ursachen nicht geklärt sind. Auf jeden Fall liefert die Anlage befriedigend ab.

Für die Mehrproduktion soll ein Nachverfahren zur Gewinnung von Äthyl. angepasst werden (nach Dr. Hauber und Dr. Kirschbeck Oppau), das in Großversuch noch keinerlei Erprobung erfahren hat. Eine derartige Erprobung ist aber für jeden Praktiker in der Schmierölsynthese aus Äthyl. eine unerlässliche Vorbedingung für die Errichtung von Großanlagen zur Äthylengewinnung. Außerdem birgt das Verfahren nach dem heutigen Stand noch derartige Unsicherheiten in sich, die für eine Projektierung von Schmieröl-Anlagen, die auf Anhieb laufen müssen (alle Eingeweihten kennen den absoluten Krust der Schmierölanlage), untragbar sind. Solche Unsicherheiten sind z.B.: Entfernung von CO bis auf höchstens 0,501 Vol%, die vollständige Entfernung von Schwefel mit Rücksicht auf den Krustfugen und die Kupferlaugeflasche u.a.m. Vorteile, die man früher für das Nachverfahren in das Feld führen konnte, haben sich fast restlos annulliert. z.B.:

1. Einfachheit des Verfahrens
 Man sehe sich zur Illustrierung dieser Behauptung einmal den vollständigen Plan der Sache an.
2. Kupferersparnis
 Der einmalige Einsatz an Kupfer in einer Linde-Anlage ist bedeutend geringer als der Einsatz an Kupfer in der Kesselnachricht ausügl. der erfahrungsgemäßen Verluste beim Fahren.
3. Das Nachverfahren von Dr. Hauber verlangt im Gegensatz zur Linde-Anlage zur Entfernung von CO erhebliche Mengen Nickel. Es könnten noch andere Nachteile der Sache gegenüber der Linde-Anlage diskutiert werden (erheblicher Nienschwefelverbrauch für die Erstellung der Kesselnachricht, erhebliche Anlagenkosten für die

- 2 - 470

000000

Kupfer-Kesselnachricht.

Mit der Führung der vergrößerten Schmieröl-Anlage bin ich seit kurzer Zeit beauftragt. Für mich persönlich ist im Hinblick auf unsere ernste Schmierölanlage und die mir eingehende Tatsache, daß alle Schmieröl-Anlagen auf Anhieb, mit den verlangten Festen produzieren müssen ein unerprobtes Verfahren unakzeptabel, denn Erprobung bringt Verzögerung und Unsicherheit der Produktion, Verzögerung und Unsicherheit aber geben bei unserer ernsten Öl-Anlage der ganzen Angelegenheit einen stützführenden Aspekt. Ich bin daher nicht in der Lage, die neue Äthylengewinnung nach dem Nachverfahren ohne diese fixierte Vermutung als Betriebsführer zu übernehmen.

Hiermit behaupte ich keineswegs, daß das Kupferlauge-Nachverfahren nach Dr. Hauber nicht einmal für die Großpraxis seine Hilfe nach den bekannten Polymerisationsbedingungen erreichen wird. Dabei ist aber nichts darüber ausgesagt, ob das so gewonnene Äthyl. preislich und nachbestmässig mit dem nach Linde gereinigten Äthyl. konkurrieren kann. Nach Berücksichtigung meiner Gedanken als Praktiker, die ich schon seit Jahr und Tag geäußert habe, schlage ich, zumindest für Leuna, folgendes vor:

1. Krackung des Äthans nach dem thermischen Verfahren (Dr. Hauber).
2. Gewinnung des Äthylens mit einem Linde-Apparat, der evtl. auch zur Trennung des jetzigen Spaltgases (Dr. Klein) geeignet sein dürfte.
3. Erstellung einer Kupferlaugeflasche für ca. 3 - 500 m³ Spaltgas, um dieses Verfahren zur technischen Reife zu bringen.

Herrn Dir. Dr. Strosbeck
 Dir. Dr. von ...
 Dir. Dr. Gieseler
 Dr. Kustrow
 Dr. Ruckmann
 Dr. Känisch
 Dr. Hofmann Gerhard
 Dr. Mayer
 Alten.

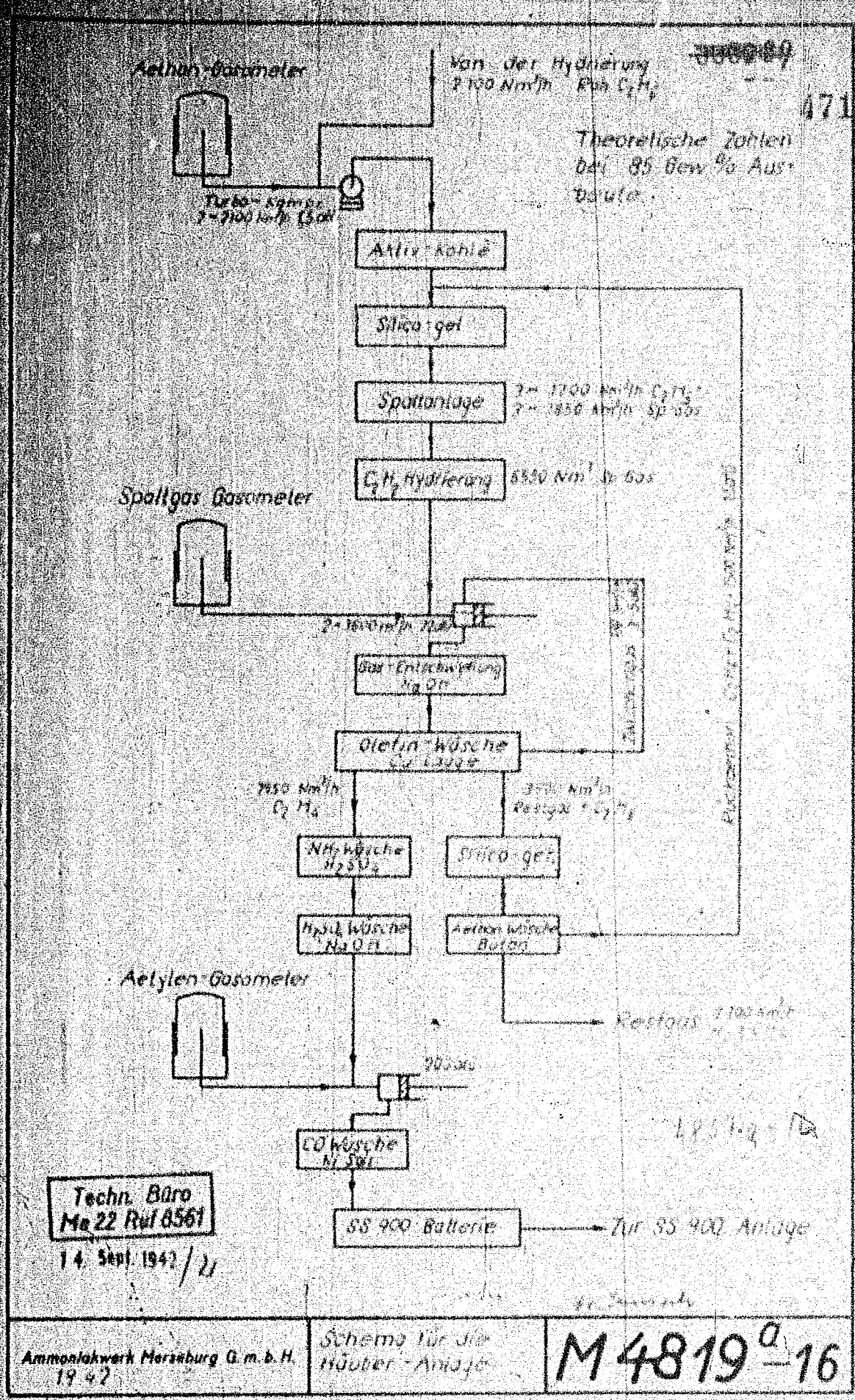
Mayer

ten Äthylen konkurrieren kann. Nach Berücksichtigung meiner Bedenken als Praktiker, die ich schon seit Jahr und Tag geäußert habe, schlage ich, zumindest für Launa, folgendes vor:

1. Erackung des Äthans nach dem thermischen Verfahren (v. Hübler).
2. Gewinnung des Äthylens mit einem Linds-Apparat, der evtl. auch zur Trennung des jetzigen Spaltgases (v. Klein) geeignet sein dürfte.
3. Herstellung einer Kupferlaugewäsche für ca. 3 - 5 m³ Spaltgas, um dieses Verfahren zur technischen Reife zu bringen.

Herrn Dir. P. Strohbeck
 Dir. Dr. von A. den
 Dir. P. Gieseler
 P. Rüstow
 O. P. Bachmann
 P. Hainisch
 P. Hofmann Gerhard
 H. Mayer
 Akten.

Wille



Ammoniakwerk Mersburg G. m. b. H.
 19 42

Schema für die
 Hübler-Anlage

M 4819^a-16

Launa-Werke, den 26. Oktober 1942

Aktenprot.:

Betr.: Schwefelreinigung im Äthanrohgas von Hydrierung

Im Frischäthan von der Hydrierung, das sowohl in der Kleinanlage wie auch später in der Hübleranlage zur Erackung kommt, sind nach den Analysen der Hydrierung normalerweise 4 - 14 mgr/m³ Schwefel in Form von COS und Spuren von Schwefel in Form von Mercaptan enthalten. Bei Entschwefelungsstörungen in der Hydrierung und Alkaldanlage u.ä. steigt dieser Schwefelgehalt kurzfristig auf bis zu 20 mgr/m³ an. Es ist bis heute kein einziger eindeutiger Nachweis dafür möglich gewesen, daß diese Schwefelspitzen die Ursachen für längere Störungen in der Äthylenpolymerisation gewesen sind. Bei dem oben, auch für vergangene Monate, als normal angegebenen Schwefelgehalt in Rohäthan arbeitet die Äthylenpolymerisation, wie u.ä. in den letzten 3 1/2 Wochen von 1. - 24. Oktober 1942, völlig einwandfrei. Es werden innere Werte des Oeles (Englergrade, V.I., Stockpunkt) erreicht, wie als besser auch bei den grundlegenden Versuchen in Oppau (Dr. Gerh. Hofmann) nicht erhalten worden sind. Im Hinblick auf die von der Luftwaffe verlangten Schmieroelteste, die ja einwandfrei, wie auch früher schon, in den letzten 24 Tagen mit dem üblichen Schwefelgehalt im Rohäthan und dementsprechend auch im Reinkäthylen glatt erreicht worden sind, sehe ich daher keine Notwendigkeit, eine zusätzliche Schwefelreinigung im Rohgas einzubauen. Ein Einbau der zusätzlichen Schwefelreinigung geschieht also dann nur mit Rücksicht auf die nachgeschaltete thermische Gascrackung und Kupferlaugewäsche. An für diese...

ALTERNATIVE

Neue Schwefelkatalysen in Abhängigkeit von Mischungen

In Abhängigkeit von der Hydrierung, die sowohl in der Elektrolyse als auch später in der Nachbehandlung zur Erreichung kommt, sind nach den bisherigen Untersuchungen normalerweise 4 - 14 mgp/m³ Schwefel in Form von SO₂ und Thiolen von Schwefel in Form von Mercaptanen enthalten. Bei Nachschmelzungsbedingungen in der Hydrierung und Abkühlung u.ä. beträgt diese Schwefelgehalt immerhin auf bis zu 20 mgp/m³ an. Es ist bis heute kein einziger stofflicher Nachweis dafür möglich gewesen, das diese Kohlenstoffkatalysen die Ursachen für gewisse Störungen in der Ethylenpolymerisation gewesen sind. Bei dem Versuch auch für vergangene Monate, als normal angegebenen Schwefelgehalt in Kohlenstoff erzeugt die Ethylenpolymerisation, wie z.B. in den letzten 100 Tagen von 1. - 14. Oktober 1942, völlig einwandfrei. Es werden immer noch der Reihe (Kuglergrade, 1.4, Rückgang) erwartet, die sie besser noch bei den gemäßigten Versuchen in Oxyen (Dr. Gerh. Hoffmann) nicht erhalten wurden sind. In Hinblick auf die von der Luftwaffe verlangten Schwefelwerte, die je einwandfrei, wie auch früher schon, in den letzten 24 Tagen mit dem höchsten Schwefelgehalt in Kohlenstoff und Schwefelverbindungen in Kohlenstoff nicht erreicht werden sind, sehe ich daher keine Notwendigkeit, eine vollständige Schwefelreinigung im Rahmen einzubringen. Die Mängel der verschiedenen Schwefelreinigung geschieht also kann nur mit Rücksicht auf die nachgeschaltete Sauerstoff- und Kupferlegungsstücke, da für diese geringste Schwefel im Gasströmung ist. Der durch die aufstellung der Schwefelreinigung aufgetretene Schwefelverlust an Eisen geht also zu Lasten des Katalysators.

Dr. Dr. Dr. Giese
 Dr. Haslach
 OI. Köster, OI. Seckmann
 Dr. G. Hoffmann
 Hl. Mayer/Dr. Dietrich
 Iktos

H. Mayer

Betr.: Schwefelreinigung im Äthylenrohgas von Hydrierung

In Frischäthyl von der Hydrierung, das sowohl in der Kleinanlage wie auch später in der Hauberanlage zur Krackung kommt, sind nach den Analysen der Hydrierung normalerweise 4 - 14 mgr/m³ Schwefel in Form von DCS und Spuren von Schwefel in Form von Mercaptan enthalten. Bei Entschwefelungsstörungen in der Hydrierung und Alkoxidanlage u.ä. steigt dieser Schwefelgehalt kurzfristig auf bis zu 20 mgr/m³ an. Es ist bis heute kein völliger eindeutiger Nachweis dafür möglich gewesen, daß diese Schwefelspitzen die Ursachen für längere Störungen in der Äthylenpolymerisation gewesen sind. Bei den öften, auch für vergangene Monate, als normal angegebenen Schwefelgehalt im Rohäthyl arbeitet die Äthylenpolymerisation, wie u.ä. in den letzten 3/4 Wochen von 1. - 24. Oktober 1942, völlig einwandfrei. Es werden innere Werte des Oeles (Englergrade, V.I., Stockpunkt) erreicht, wie als besser auch bei den grundlegenden Versuchen in Oppau (Dr. Gerb. Hofmann) nicht erhalten worden sind. In Hinblick auf die von der Luftwaffe verlangten Schmieröle, die ja einwandfrei, wie auch früher schon, in den letzten 24 Tagen mit dem üblichen Schwefelgehalt im Rohäthyl und dementsprechend auch im Reinkäthyl glatt erreicht worden sind, sehe ich daher keine Notwendigkeit, eine zusätzliche Schwefelreinigung im Rohgas einzubauen. Ein Einbau der zusätzlichen Schwefelreinigung geschieht also dann nur mit Rücksicht auf die nachgeschaltete thermische Gaskrackung und Kupferlaugwäsche, da für diese Aggregate Schwefel im Gas untragbar ist. Der durch die Aufstellung der Schwefelwäsche auftretende Mehrverbrauch an Eisen geht also zu Lasten des Waschverfahrens.

Mische

- Herrn Dir. Dr. Giesen
 Dr. Hanisch
 OI. Keinke, OI. Sackmann
 Dr. G. Hofmann
 DI. Mayer/Dr. Dietrich
 Akten

Abteilung für
 Wirtschaftlichkeitsprüfung
 Dr. K. Du.

473

Besprechungsprotokoll

Besprechung am 27. Oktober 1942 in Leuna

Anwesend:

- Dr. Hüber
 DI. Soldan
 Dir. Dr. Strombeck (teilweise)
 Dir. Dr. Stenzen
 Dr. Hanisch
 Dr. Lorn
 Dr. Gericke
 Dr. Sackmann
 Dr. Eckhard
 DI. Mayer
 Dr. K. Du.

Behelmt
 1. Diese ist ein Schutzbehältnis für...
 2. ...
 3. ...

Betr.: 33-Öl-Erweiterung Leuna

Für die 33-Öl-Erweiterung Leuna von 10.000 auf 17.500 t ist die Aufstellung von Hüber-Öfen geplant, wobei die Vorrichtung einer Hüberwäsche zur Trennung des anfallenden Spaltgases. Neue Erfahrungen haben gezeigt, dass die Wäsche gegenüber der Trennung des Spaltgases durch Tiefkühlung nach unten, einwandfreier Betrieb bedarf sowie einen höheren Energieverbrauch aufweist. Es war festgestellt worden, beide Verfahren gegenüberzustellen und die Vorteile und Nachteile beider Verfahren abzuwägen.

Vergleich der Kapital- bzw. Anlagekosten für

Hüber-Wäsche	enthaltend	Maßnahmen
Kompression		Kompression
A-Kohle-Türme		
Öl-Wäsche		
Kupfer-Wäsche	1.700 t Eisen	
Vakuum-Pumpe	1.170 t Eisen	
Ammoniak-Wäsche	4.100 t Eisen	
Schwefelkure-Wäsche	20 t f. CO ₂	
Kohlendioxidreinigung	2.000 t f. CO ₂	
Trocknung	2.000 t f. CO ₂	
Butan-Wäsche	600 t f. CO ₂	

474

Der Einzeleinsatz für die Wäsche, wie die Darstellung zeigt, ist um ca. 100 t höher, als einer normalen Hüber-Wäsche entspricht, da für die Reinigung des Äthyls in einem Restgas/h + 70 t Eisen entsprechend ca. 700 t Eisen einer Öl-Wäsche eine Wäsche mit 200 t Eisen, die Reinigung von Butan-Verlusten ist für ein hohes Maß an Wäsche erforderlich. In diesem Falle wird die Wäsche von 300 t 33-Öl mit 100 t Eisen (Ausbeute) "Ausbeute".

Vergleich des Energieaufwandes

Der Energie-Vergleich beider Verfahren zeigt...

Hochdruckauf...

Urg. 924 45/42

Leuna-Werke, den 4. November 1942

~~100000~~

Gehheim!

476

Aktennotiz.

Betrifft: Besprechungsbericht der ANP L.S.Nr. 2254 vom 10.10.42
Besprechung am 27.10.1942 in Leuna
Erweiterung der 35-31-Anlage Leuna.

Der o.a. Besprechungsbericht ist durch folgende Feststellungen zu ergänzen.

Nach Rücksprache mit der Firma Linde wird durch die weitgehenden Spandnahmen der gesamte Kupferbedarf etwa 1,5 t betragen. Dieses Kupfer wird im wesentlichen als H₂S zur Verarbeitung kommen. Bei dieser Menge ist angenommen, daß Aluminium überhaupt nicht verwendet wird.

Obwohl für die von Linde vorgeschlagene Gastrennanlage gegenüber der bereits in Nr. 387 vorhandenen eine wesentlich vereinfachte Bauweise vorgesehen ist, hat Linde zugesichert, daß, bezüglich Reinheitsgrad der einzelnen Fraktionen und vollständiger CO-Freiheit, auch in der neuen Anlage dieselben Ergebnisse zu erwarten sind, wie in der bestehenden Anlage.

Die Verarbeitung des nach dem Sauerstoff-Spaltverfahren hergestellten Spaltgases ist in der neuen Linde-Anlage ohne weiteres möglich, so daß bei Störungen zu einem der beiden vorhandenen Linde-Aggregaten ein Verschieben der Produktion durch Erhöhung der Belastung der neuen Anlage möglich ist und daß ein Stillgang der Gesamtproduktion nicht eintritt.

Diese Erhöhung der Betriebssicherheit führt beim Bau einer Maschine vollständig weg. Die Arbeitsweise der Untertrennung nach Linde sieht vor, daß neben einer methanhaltigen H₂-Fraktion noch Methan von etwa 95% Reinheit gewonnen werden kann.

Die Ethan-Fraktion, die als Dampf in der II. Säule abgeführt wird, soll noch in einer nachgeschalteten drucklosen Säule von etwa 600 m³ von höher siedenden Bestandteilen (im wesentlichen Propan und Propylen) getrennt werden. Diese Trennung ist ohne Erhöhung der aufzuwendenden Kälteleistung möglich.

Linde hat zugesagt, den Apparat (ohne Maschinen) bis Ende 1943 betriebsfertig aufzustellen, wenn die erforderlichen Rohmaterialien rechtzeitig eintrifft und die von Leuna zugesagte personalmäßige Unterstützung rechtzeitig und vollständig einsetzt.

Wegen der Maschinen sind die Verhandlungen bereits im Gange.

Die Kupferverluste der Kupferlaugewäsche müssen nach Angabe der Sauerstoffreinigung Leuna (Dr. Köppe Dr. von Heyden) bei vollständig störungsfreiem Dauerbetrieb in einer ausreichend dimensionierten Maschine zu 12 Gramm Kupfer je 1000 m³ nicht absorbierbares Gas gerechnet werden. Bei 6600 Betriebsstunden je Jahr an einer stündlichen Sauerstoffspaltgasmenge von 6900 m³ mit einem Äthylengehalt von 33% ergibt sich ein laufender Jahresbedarf von etwa 450 kg Kupfer. Dabei ist zu bemerken, daß Anfahrtschwierigkeiten oder grobe Störungen nicht berücksichtigt sind.

Über den CO-Gehalt von Methan aus der Hydrierung liegen aus letzter Zeit u.a. folgende Analysen vor:

Analyse Nr. 6677 vom 23.-26.10.42	0,0027 Vol%
Analyse Nr. 1744 vom 16.10.42	0,0093 Vol%
Analyse Nr. 2702 vom 27.10.42	0,0067 Vol%

(den ganzen Tag über gemessen)

Blatt - 2 -

477

Legt man für die CO-Reinigung einer mittleren CO-Gehalt nach Analyse 6677 von 0,0027 Vol% zu Grunde und wird angenommen, daß infolge der Adsorption und anschließenden Desorption der Kupferlauge sich das gesamte CO im Äthylens wiederfindet, so ergibt sich bei einem Volumenfaktor bei der Spaltung von 1,48 und einem Äthylengehalt des Spaltgases von etwa 33%, 0,0054 Vol% CO im erzeugten Äthylens. Dabei ist CO-Reinigung am Ofen aus Wasser nicht herkömmlich.

Bei einer stündlichen Äthylens-Verzeugung von 2000 m³ sind dann 108 l/h CO zu entfernen.

Nach Angabe von Oppau (vom 11.9.42) kann 1 Liter Lauge im statischen Versuch max. 10 Liter CO aufnehmen, bei Annahme einer Beladung von 5 Liter CO auf 1 Liter Lauge sind somit je Stunde 21,6 Liter Lauge zu ersetzen. Das ergibt im Jahr einen Laugerverbrauch von 185 m³.

Kur Herstellung dieser Lauge, die als wässrige 10%ige Lösung (bezogen auf das Komplex-Salz) verwendet wird, sind annähernd 5 t metallisches Nickel zu verarbeiten. Bei vierteljährlicher Regenerierung der Nickel-Lauge würde sich der Einsatz auf 2,5 t -ohne Verluste gerechnet- erniedrigen.

Durch die verschiedenen Wäschen, die das Gas bis zur Polymerisationsfähigkeit durchlaufen muß, ist mit einem Wassergehalt des komprimierten Äthylens von etwa 500 - 1000 mg/m³ zu rechnen, während das in der Linde-Trennanlage gewonnene Äthylens nach dem Komprimieren einen Wassergehalt von etwa 100 - 300 mg/m³ Gas drucklos besitzt.

Es hat sich gezeigt (Laugewäsche des Äthylens von Schkopau), daß der hohe Wassergehalt, den das Gas hinter Wäschen mit wasserhaltigen Flüssigkeiten aufweist, eine brauchbare Polymerisation nicht mehr zuläßt.

Als entscheidender Grund für die Wahl einer Gastrennung nach Linde ist jedoch nach wie vor die Unsicherheit des Waschverfahrens anzusehen. Die Klein-Versuche mit dem in Leuna zur Verarbeitung kommenden Original Hydrierungs-Rohmethan konnten noch nie bis zur brauchbaren Polymerisation durchgeführt werden.

Die zur Beseitigung der bereits aufgetretenen und noch zu erwartenden Schwierigkeiten und die Berücksichtigung der sich hierbei ergebenden apparativen Notwendigkeiten für die Planung ist bei der Überaus kurzen Bauzeit nicht möglich.

Die Herren Dr. Huber und H. Soldan wurden darauf hingewiesen, daß die in Heydenbrück geltenden Verhältnisse entsprechend zu beurteilen seien und daß eine nochmalige Nachprüfung der dortigen Unterlagen geboten erscheint.

< Mittelwert von 3 Tagen einer 20 Liter Gasprobe entnommen.

Herrn Dr. Huber
Dr. Soldan
Dir. Dr. Strombeck
Dir. Dr. Giesan
Dr. Hanisch
Dr. Lora
Dr. Gerloke
Dr. Schumann
Dr. Eckhard
Dr. Knäding
Oppau
Leuna

W. Meyer
M. Meyer

legt man für die CO-Reinigung einer mittleren Geschwindigkeit nach
Angabe 6007 von 8.0007 Volt zu Grunde und wird angenommen, daß
insolge der Absorption und anschließenden Desorption der Kupfer-
lösung sich die gesamte CO in Äthylacetylen wiederfindet, es ergibt sich
bei einem Volumenfaktor bei der Spaltung von 1,48 und einem Abgas-
druck von 100 mm Hg. ein Spaltgas von etwa 11%, 8.000 Volt CO im erzeugten
Äthylacetylen. Dabei ist CO-Bildung im Ofen aus Wasser nicht herbei-
zuführen.

Bei einer stündlichen Äthylacetylen-Produktion von 2000 m³ sind damit
ins 1/2 CO zu entfernen.

Nach Angabe von Oppen (vom 11.9.42) kann 1 Liter Leauge bei ständi-
ger Verweilzeit, 10 Liter CO aufnehmen, bei Annahme einer Belas-
tung von 5 Liter CO auf 1 Liter Leauge sind somit im Jahre 11,8
Liter Leauge zu ersetzen. Das ergibt im Jahr einen Leaugeverbrauch
von 100 m³.

Der Herstellung dieser Leauge, die als zweifache Lösung (Be-
zug auf das Kupfer-Sulfat) verwendet wird, wird entsprechend 5 %
schwefeligen Natrium zur Verarbeitung. Bei vierstündlicher Lagerung
wird der Nickelgehalt durch die Wirkung der Kupferlösung auf 2,5 %
abgesenkt.

Nach die verschiedenen Versuchen, die das Gas die zur Polymerisati-
onfähigkeit durchlaufen muß, ist mit einem Wassergehalt des Kupfer-
sulfats von etwa 200 - 3000 mg/m³ zu rechnen, während
das in der Katalysatormischung gewöhnlich Äthylacetylen nach dem Kupfer-
sulfat einen Wassergehalt von etwa 100 - 300 mg/m³ im Druckgas be-
trägt.

Es hat sich gezeigt (Leaugeanalyse des Äthylacetylen von Oppen), daß
das hohe Wassergehalt, das das Gas hierzu haben mit einer schädli-
chen Wirkung verbunden ist, eine brauchbare Polymerisation nicht
mehr möglich.

Als entscheidender Grund für die Wahl einer Aufreinigung nach oben
ist jedoch auch die Unsicherheit der Kupferlösung zu
rechnen. Die Klein-Versuche mit dem in Frage zur Verarbeitung kom-
menden Original-Hydrierungs-Fahrten konnten sich als die zur
beschriebenen Polymerisation durchgeführt werden.

Die zur Herstellung der bereits aufgetriebenen und auch zu erzeu-
genden Schwierigkeiten und die Herbeiführung der sich hierbei
ergebenden operativen Notwendigkeiten für die Planung ist bei der
bisherigen kurzen Aussichts nicht möglich.

Die Herren Dr. Huber und H. Helden wurden zur Aufklärung, daß
die in Hydrobrom geltenden Verhältnisse entsprechend zu beauf-
sichtigen sind und daß eine nochmalige Überprüfung der bisherigen Abgas-
lagen geboten erscheint.

- Mittlere von 3 Tagen einer 20 Liter Leauge zu entnehmen.

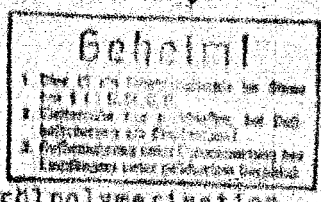
- Dr. Huber
- H. Helden
- Dr. Strombeck
- Dr. Giesse
- Dr. Himmlich
- Dr. Lott
- Dr. Gerlach
- Dr. Schumann
- Dr. Schöber
- Dr. Kähler
- Arten.

Oppen
M. Gerlach

Leune

Abteilung für Wirtschaftlichkeitsprüfung
Dr. KH./Me.

Leuna Werke, den 15. III. 1943
Aktennote Nr. 2371
Exemplar Nr. 1



Aktennotiz

Betr.: Herstellung von Äthylen für Schmierölpolymerisation.

Besprechung in Leuna am 6.3.1943.

- Teilnehmer:
- | | | |
|---------------------------|--|---------------------|
| Dir. Dr. Schneider, Leuna | | |
| Dr. Häuber, Oppau | | Dr. Hoffmann, Leuna |
| Dir. Dr. Giesen, Leuna | | Dr. Metzger, " |
| Dr. Zorn, " | | Dr. Sackmann, " |
| Dr. Gericke, " | | DI. Mayer, " |
| Dr. Hanisch, " | | Dr. Kading, " |

Herr Dr. Schneider hatte die Besprechung einberufen, um festzustellen, ob die für Heydebreck vorgesehene SS-Öl-Anlage, soweit es sich um die Trennung des Spaltgases nach Häuber handelt, richtig geplant sei.

Zur Klarstellung der ganzen Angelegenheit berichtet Dr. Giesen über die Entwicklung der beiden Äthan-Krack-Verfahren. Die Äthylengewinnung für die SS-Öl-Anlage Leuna wurde seinerseits in der Weise gebaut, dass Äthan aus der Hydrierung nach Klein (Vakuum Sauerstoff-Verfahren) gespalten wird und das dabei gewonnene Äthylen vom nicht umgesetzten Äthan bzw. den Verunreinigungen, wie Kohlenoxyd und dergl., in einer Lindeanlage zu polymerisationsfähigem 100 %igem Äthylen gereinigt wird. In der Zwischenzeit ist das Häubersche Äthylen-Gewinnungsverfahren weiter durchgebildet worden. Danach wird Äthan in einer Rohrchlange thermisch gekrackt und das so gewonnene Äthylen in einer Kupferlaugewäsche vom Äthan und Inertgasen befreit. Das in der Krackung nicht umgesetzte Äthan wird in einer Ölwäsche weiterhin von den Inerten befreit und geht zur Krackanlage zurück. Für die Schmierölerweiterung in Leuna wurde das Häuberkrackverfahren gewählt, während die Äthylengewinnungsanlage nach Linde gebaut werden soll.

Für den Schmieröl-Ausbau Leuna III war zunächst eine Häuberwäsche in Aussicht genommen. Bei der Durchkonstruktion und dem Vergleich einer Lindeanlage mit einer Häuberwäsche stellte sich heraus, dass Linde mit seinen Lieferungen gegenüber früher wesentlich billiger geworden ist und für seine Apparate erhebliche Kupfereinsparungen erzielt hat. Da die Häuberwäsche für Leuna Anlagekosten- und Eisenmächtig teurer ist als eine entsprechende Linde-Zerlegung, ist nunmehr für die Erweiterung eine Linde-Apparatur in Aussicht genommen. Dabei besteht für Leuna noch der Vorteil, dass der neue Lindeapparat gleichzeitig eine Reserve für die beiden vorhandenen Apparate darstellt. Eine Terminverzögerung gegenüber der Errichtung der Häuberwäsche erfolgt nicht.

Für Heydebreck ist jedoch sowohl die Krackanlage, wie auch die Gas-trennanlage nach dem Häuber'schen Verfahren vorgesehen. Das Gas für die Anlage Heydebreck wird von der Hydrierung Blechhammer geliefert. Es stammt aus der Lindezerlegung und wird trocken, Kohlenoxyd- und Schwefel-frei angeliefert.

In halbtechnischen Versuchen in Leuna mit dem Waschverfahren nach Häuber ist bisher kein Schmierölpolymerisat erhalten worden, das gute VI-Werte zeigt. Gut verlaufende Polymerisationen wurden mit der Leunauer Versuchswaschanlage nur mit Reinkäthen aus der Linde-Anlage erhalten.

Herr Dr. Häuber schildert kurz die Versuchsergebnisse seiner halb-technischen Versuchsanlage in Oppau. Dort wird Saargas-Äthan ver-nutzt und zwar in einer Anlage, in der das Frischgas (aus der Gasre-zelegung) nach Linde bis zum fertigen Hochpolymerisat verarbeitet werden kann. Dabei ist eine Schwefelreinigung zwischengeschaltet, ferner eine Nickelwäsche zur Entfernung von Kohlenoxyd, das teil-weise in angelieferten Äthan enthalten ist. Hinter der Kompression des Äthylens ist ausserdem eine Trocknung vorhanden. Die in Oppau erhaltenen VI-Werte aus Saargasäthan sind gut (110 %). Weitere Reihenversuche sind in der Durchführung begriffen.

Herr Dr. Gericke schildert seine persönlichen Eindrücke dahingehend, dass die Wäsche zur Entfernung sämtlicher vorhandenen Verunreini-gungen allmählich sehr voluminös geworden ist und aus einer abge-ten Reihe von Waschprozessen besteht, deren Durchführung nicht einfacher sei als die Bedienung einer Linde-Anlage. Er stellt heraus, dass es in Leuna nicht gelungen ist, mit Hydrierungsäthan bei der Polymerisation gute VI-Werte zu erhalten und dass ferner Schäumen der Kupferlage aufgetreten ist. Hiervon bemerkt Herr Dr. Häuber, dass das Schäumen auch in Oppau beobachtet worden ist und dass sich schliesslich herausgestellt hat, dass für den Schäumungsverzug das benutzte Äthanolamin verantwortlich gemacht werden musste. Es war nämlich im Gegensatz zu früher von der Äthanolamin-Fabrik Lud-wigshafen nicht mehr gereinigtes Produkt, sondern ein aldehydhaltiges Produkt geliefert worden, wodurch das Schäumen verursacht worden ist. Bei Verwendung von reinem Äthanolamin ist das Schäumen der Kupfer-lage nicht mehr beobachtet worden. Herr Dr. Gericke glaubt auf Grund seiner Erfahrungen mit der Häuberwäsche, dass die Waschanlage nicht sofort einwandfrei arbeiten wird und dass es einer gewissen Ent-wicklungzeit bedarf, um grösstenteils reines polymerisationsfähiges Gas Produkt zu erhalten.

Herr Dir. Dr. Schneider betont, dass Misserfolge bzw. Schwierigkeiten keine Gründe sein dürfen, die Neuentwicklung eines Verfahrens zu hindern und deshalb die vorgebrachten Gründe nicht stichhaltig sein können, dass etwa die Häuberwäsche in Heydebreck durch eine Linde-Anlage zu ersetzen sei, ganz abgesehen davon, dass schon aus Termin-gründen ein Ersatz der Waschanlage durch eine Linde-Anlage nicht schon in Frage kommt. Eine Wäsche hat den Vorzug, beweglich zu sein und nicht auf ein besonderes Gas abgestellt zu sein wie ein Lindeapparat, der nur ein Gas verarbeiten kann, das nur innerhalb geringer Grenzen sowohl in qualitativer wie quantitativer Hinsicht schwanken darf. Herr Dr. Häuber erklärt, auf seine Oppauer Versuchsergebnisse gestützt, dass keine Zweifel bestehen, in Heydebreck in der geplanten Anlage ein polymerisationsfähiges Gas herstellen zu können.

- Herrn Dir. Dr. Müller-Gunradi
- Dr. Häuber
 - Dir. Dr. Schneider
 - Dir. Dr. Giesen
 - Dr. Zorn
 - Dr. Gericke
 - Dr. Hanisch
 - Dr. Hoffmann
 - Dr. Metzger
 - Dr. Sackmann
 - DI. Mayer

AWP Me
AWP Bln

sowohl in qualitativer wie quantitativer Hinsicht schwanken darf.
Herr Dr. Huber erklärt, auf seine Oppauer Versuchsergebnisse gestützt,
dass keine Zweifel bestehen, in Baydebeck in der geplanten Anlage ein
polymerisationsfähiges Gas herstellen zu können.

- Herrn Dir. Dr. Müller-Cunradi
- Dr. Huber
- Dir. Dr. Schneider
- Dir. Dr. Gleesen
- Dr. Zorn
- Dr. Gericks
- Dr. Hanisch
- Dr. Hoffmann
- Dr. Metzger
- Dr. Sackmann
- DI. Mayer

AWP Me
AWP Bln

TITLE PAGE

I. Papers and reports.

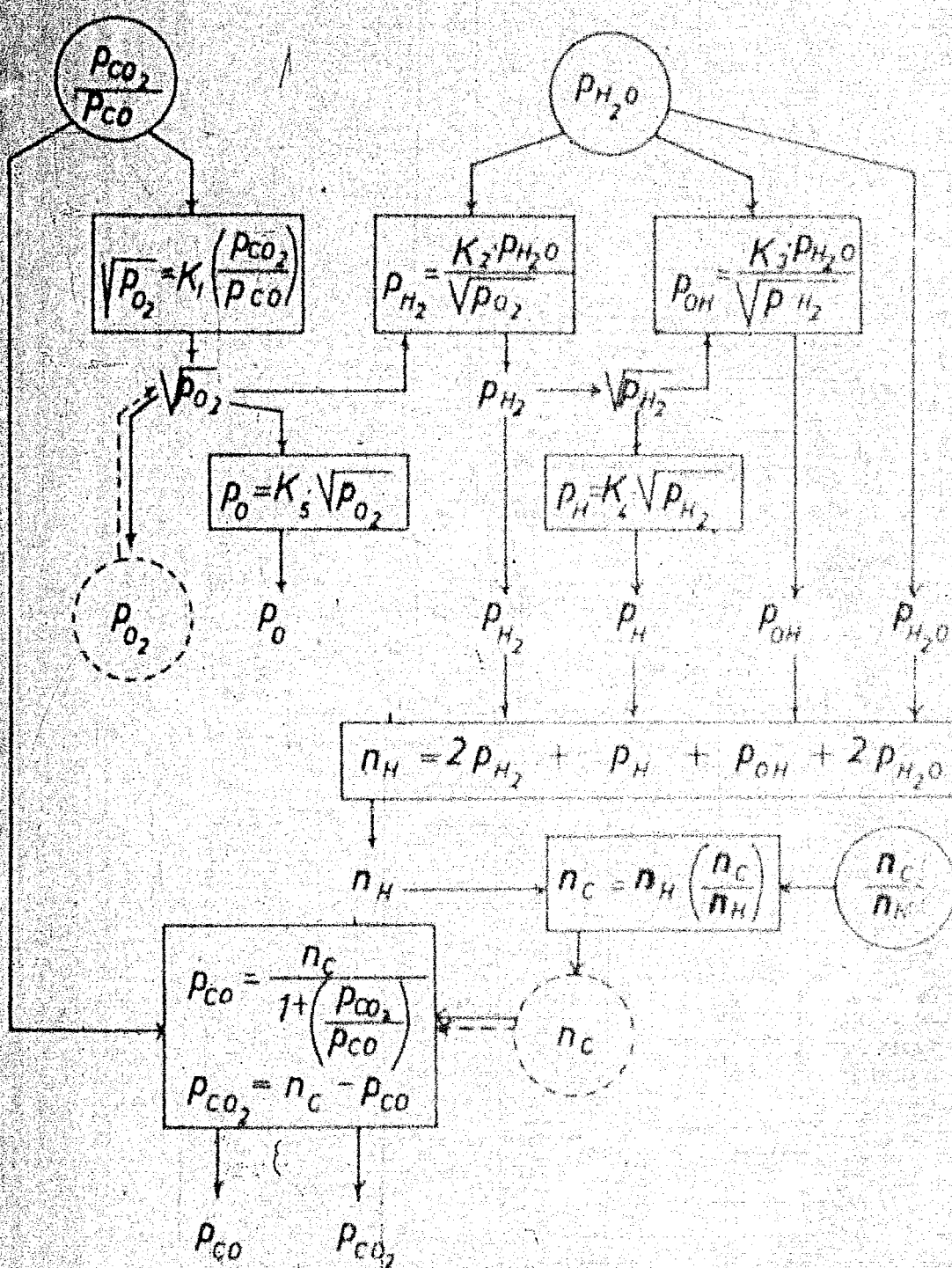
TITLE PAGE

1. Schemes for calculating combustion gas equilibria.

Frame Nos. 480 - 487

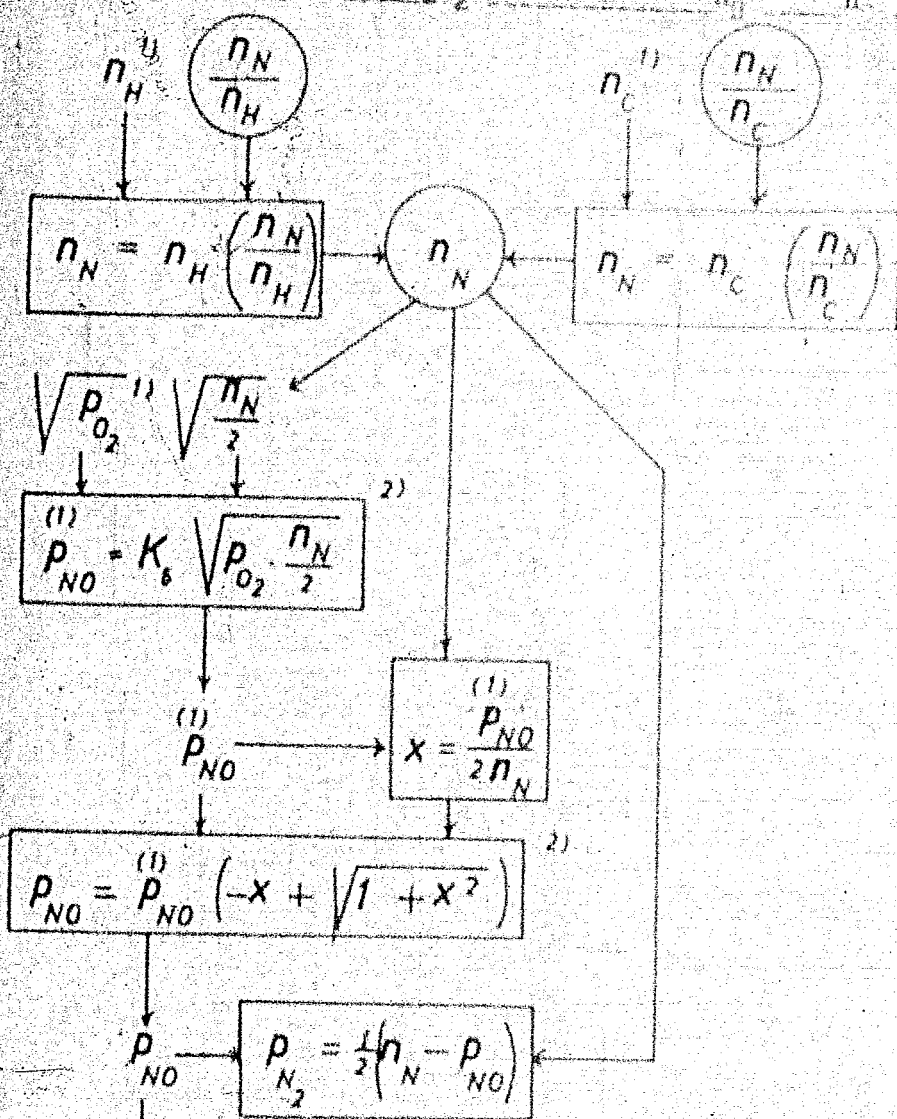
Schema 1:

Berechnung von p_{CO_2} , p_{CO} , p_{H_2O} , p_{O_2} , p_{H_2} , p_{OH} , p_O , p_H



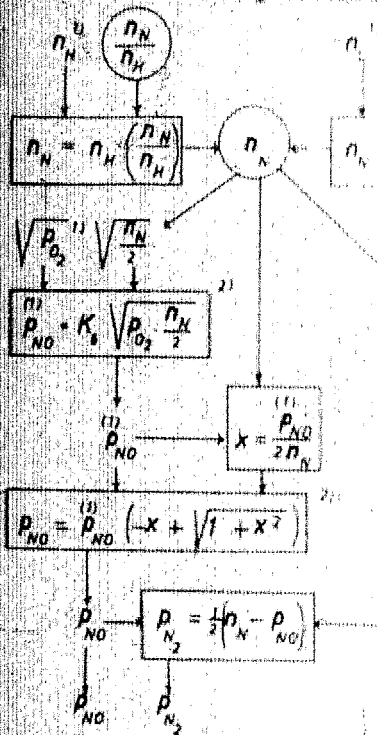
Schema 2:

Berechnung von p_{NO} und p_{N_2} , wenn n_H bzw. $\frac{n_H}{n_N}$ oder $\frac{n_C}{n_N}$ gegeben sind.



Schema 2:

Berechnung von p_{NO} und p_{N_2} aus n_N und n_H



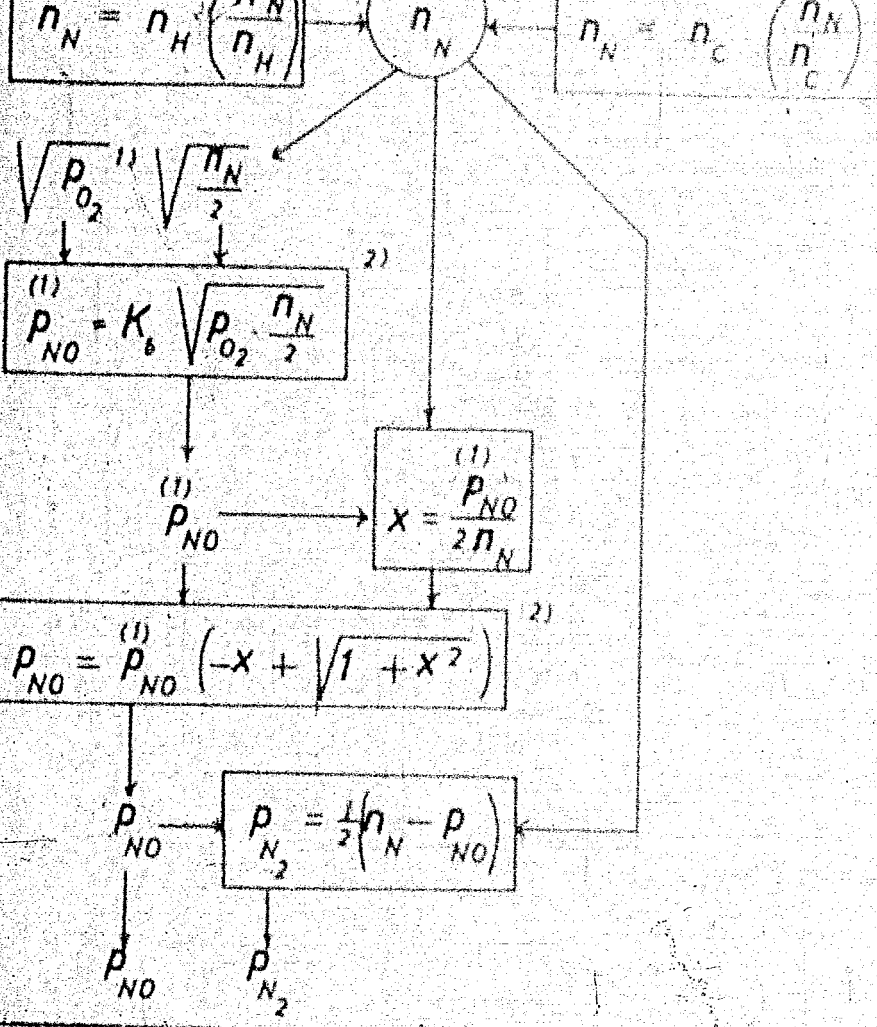
1) Aus n_H und $\sqrt{p_{O_2}}$ wird n_N berechnet.

2) Aus $X = \frac{p_{NO}}{2p_N}$ und n_N wird p_{NO} berechnet.

Daraus ergibt sich, ohne Verwendung der

Zelle des obigen Schemas, die

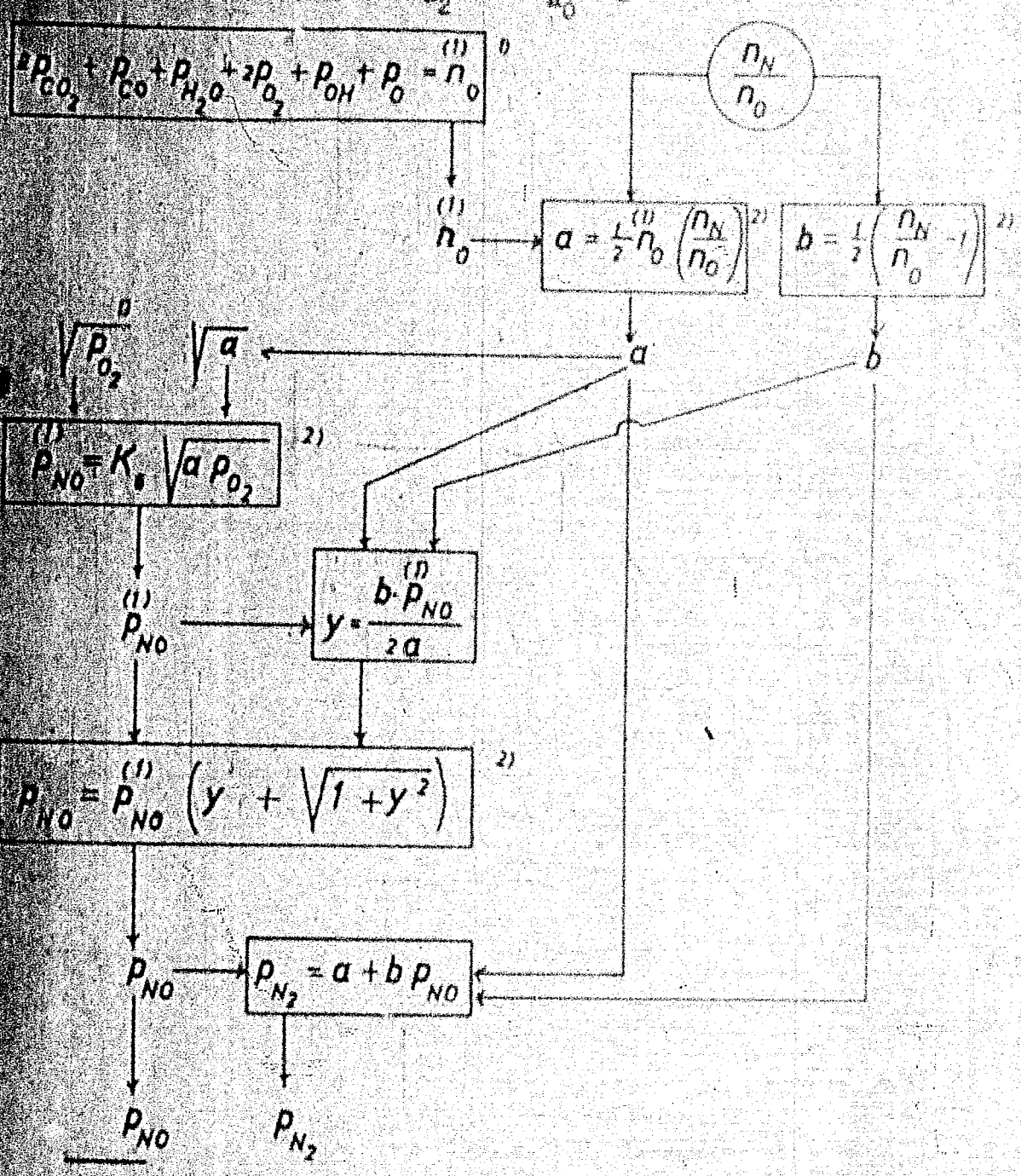
Abkürzung wie in der



1) n_H, n_C und $\sqrt{p_{O_2}}$ sind aus Schema 1 bekannt.
 2) Aus $K_6 = \frac{p_{NO}}{\sqrt{p_{O_2} \cdot p_{N_2}}}$ und $n_H = 2p_{N_2} + p_{NO}$ folgt $p_{NO} = K_6 \sqrt{p_{O_2} \cdot \frac{n_N - p_{NO}}{2}}$
 Daraus ergibt sich ohne Vernachlässigung die in der 6-ten Zeile des obigen Schemas stehende Beziehung, wenn man die Abkürzung wie in der 4-ten Zeile $p_{NO}^{(1)} = K_6 \sqrt{p_{O_2} \cdot \frac{n_N}{2}}$ einsetzt.

Schema 3:

Berechnung von p_{NO} und p_{N_2} , wenn $\frac{n_N}{n_O}$ gegeben ist.



1) Die Partialdrücke sind aus Schema 1 bekannt.
 2) Aus $\frac{n_N}{n_O} = \frac{2p_{N_2} + p_{NO}}{n_O} + p_{NO}$ folgt $p_{N_2} = \frac{1}{2} n_O \left(\frac{n_N}{n_O} \right) - \frac{1}{2} \left[\frac{n_N}{n_O} - 1 \right] p_{NO} = a + b p_{NO}$
 Geht man damit in die Gleichung $K_6 = \frac{p_{NO}}{\sqrt{p_{O_2} \cdot p_{N_2}}}$ ein, so folgt
 $p_{NO} = K_6 \sqrt{p_{O_2} (a + b p_{NO})}$, woraus mit der Abkürzung $p_{NO}^{(1)} = K_6 \sqrt{p_{O_2} \cdot a}$ ohne Vernachlässigung der in der 6-ten Zeile des obigen Schemas stehende Ausdruck folgt.

Zum Vortrag Luftfahrtakademie.

Zur Frage der Schmierölverdunstung

In einer Zusammenstellung 18 4311 Pa/Pr vom 18. 5. 1941 wurde über laboratoriumsähnliche Modellversuche zur Schmierölverdunstung berichtet, die gemeinsam mit Dr. v. Zuffling und Dr. Rehnsmacher ausgeführt worden sind.

Zum Vortrag Luftfahrtakademie.

Zur Frage der Schmierölverdünnung

In einer Zusammenstellung LS 4311 Pu/Pr vom 18. 5. 1941 wurde über laboratorienmäßige Modellversuche zur Schmierölverdünnung berichtet, die gemeinsam mit Dr. v. Hüffling und Dr. Kohnenmacher ausgeführt worden sind.

Bei diesen Versuchen wurde festgestellt, dass Aromaten gegenüber anderen Kohlenwasserstoffen gleichen Siedebereichs keine bemerkenswerten Erhöhung der Schmierölverdünnung geben.

Die Schmierölverdünnung erwies sich als direkt proportional mit dem Benzinpartialdruck. Sie nimmt bei Erhöhung der Schmieröltemperatur um die Hälfte ab. Eine Erhöhung der mittleren Siedetemperatur des Treibstoffes um 30° vermehrt dagegen die im Öl gelöste Benzinsmenge auf das Doppelte. Entsprechend findet im gelösten Benzin eine Anreicherung der höher siedenden Fraktionen statt.

Die beiliegende Abbildung zeigt die Abhängigkeit der Schmierölverdünnung von der mittleren Siedetemperatur der Benzinfractionen und der Schmieröltemperatur. Weitere graphische Darstellungen sind aus oben genannter Zusammenstellung zu entnehmen.

Die Versuche bestätigen also zahlenmäßig belegt die bekannte Erscheinung, dass höher abgeschnittene Benzine sich hinsichtlich der Schmierölverdünnung ungünstiger verhalten als niedrig geschnittene. Da Hinblick auf das günstige motorische Verhalten der höheren Aromaten und in Anbetracht der Erhöhung der Benzinausbeuten der Hydrier- und DND-Anlagen bei Höherliegen des Benzinsiedepunktes erscheint es jedoch angebracht darauf hinzuweisen, dass motorische Massnahmen, die geeignet erscheinen, eine Verringerung der Schmierölverdünnung herbeizuführen, in Zukunft besondere Bedeutung erlangen können.

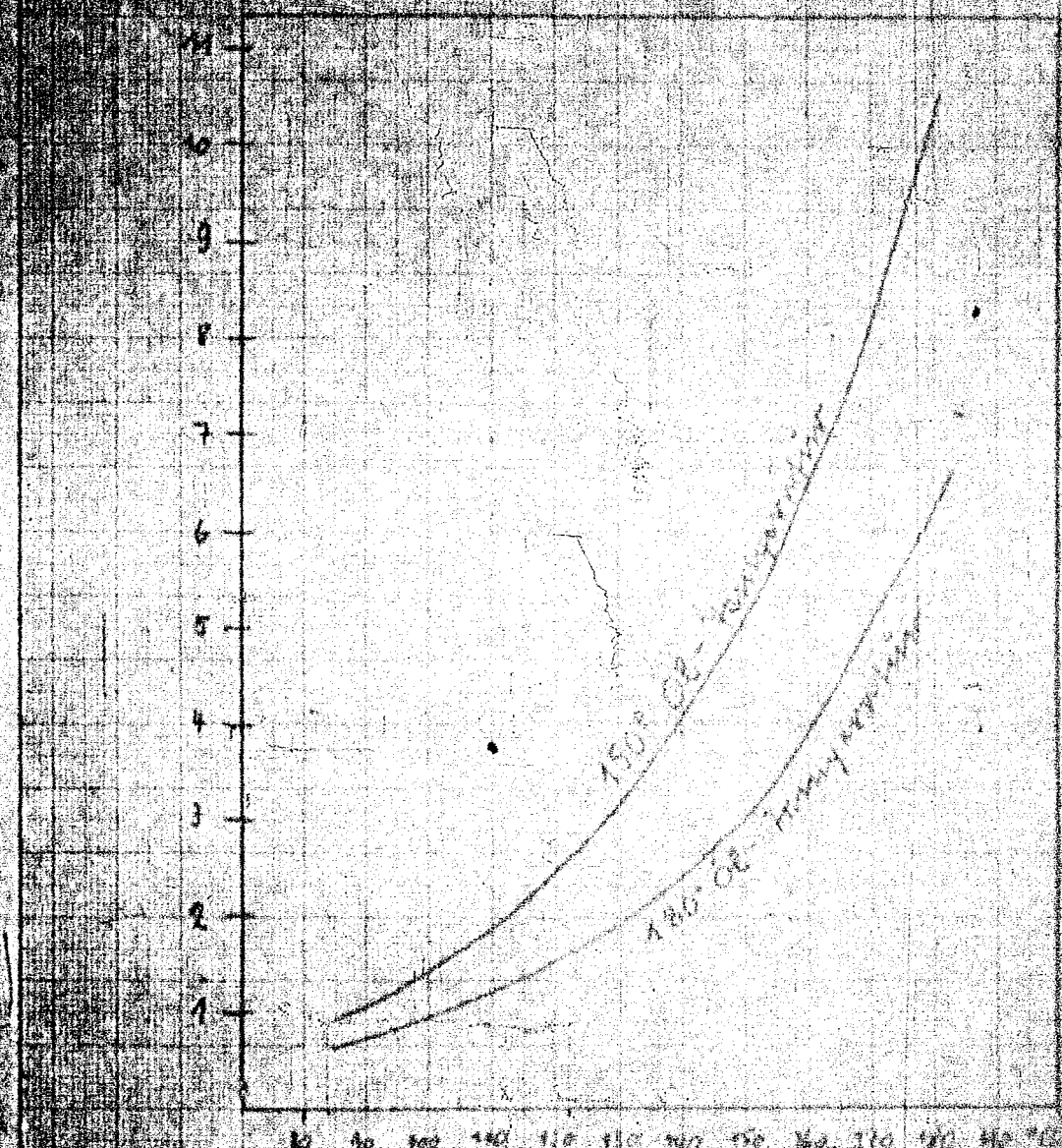
Dabei könnten u. a. folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden

- 1) möglichst hohe Schmieröltemperatur,
- 2) möglichst restlose Verbrennung des Treibstoffes im Zylinder,
- 3) Vermeidung langer Berührungswegen von unverbranntem Gemisch mit Schmieröl.

Gen. Peters

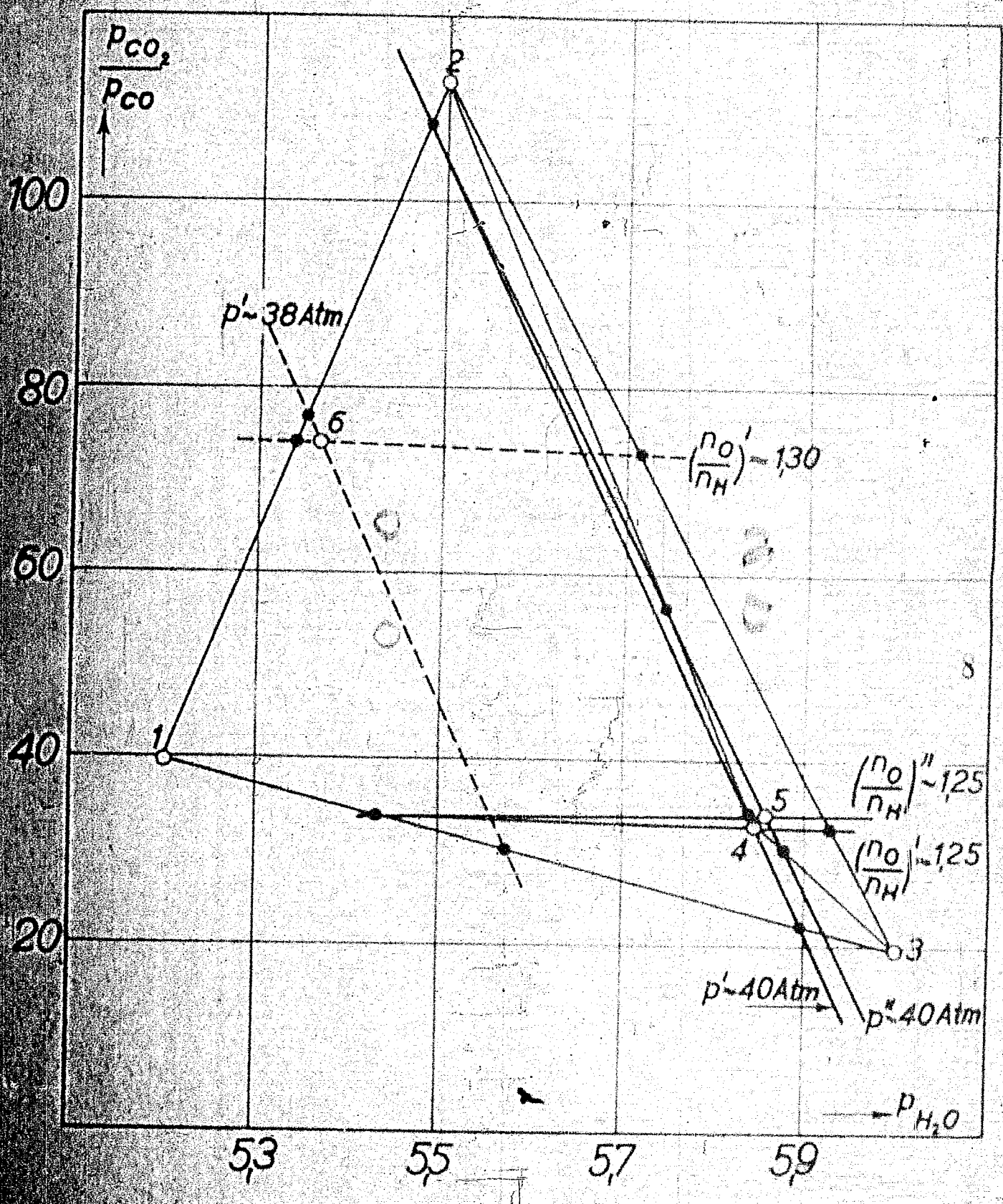
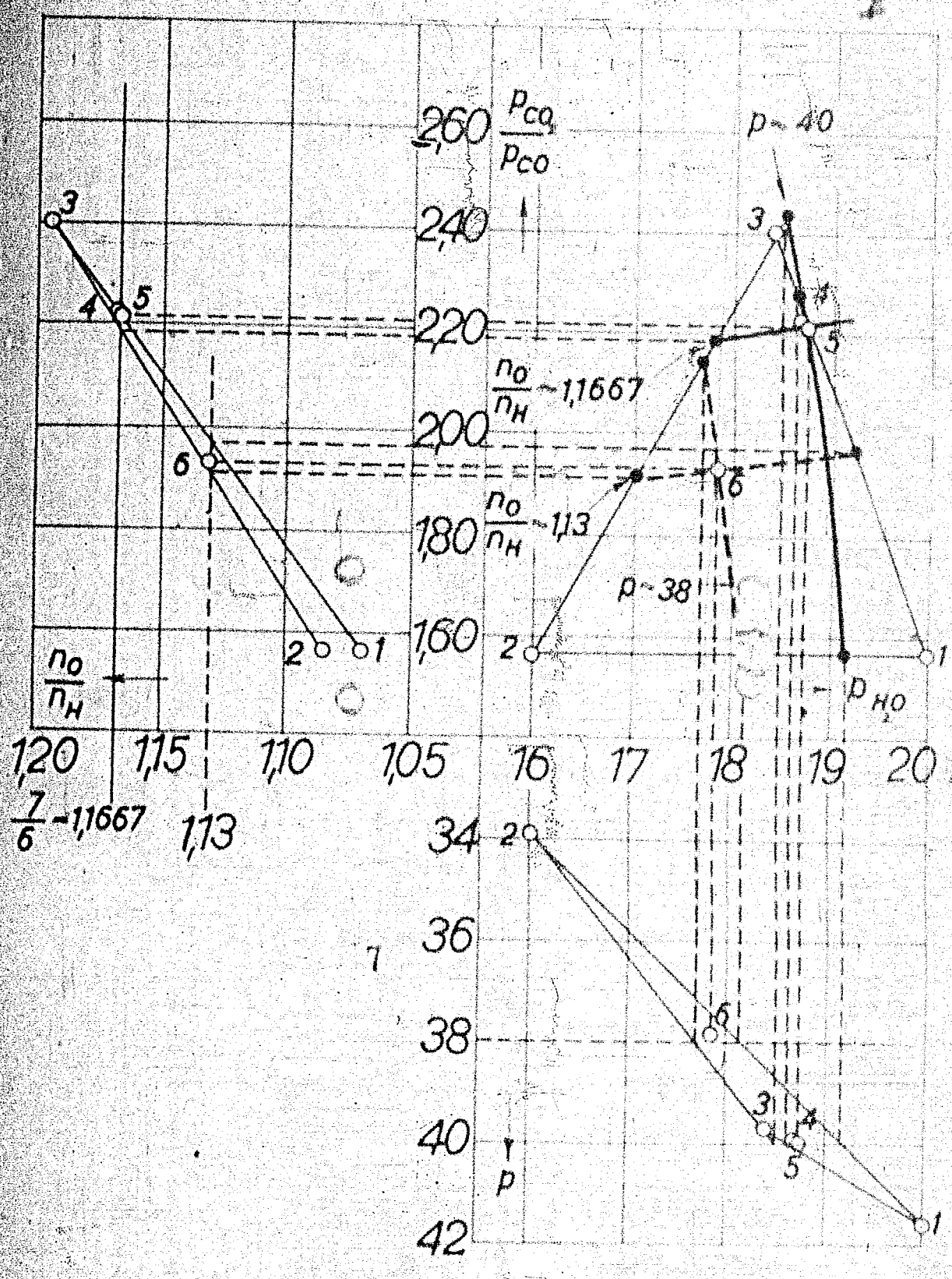
Anlage:

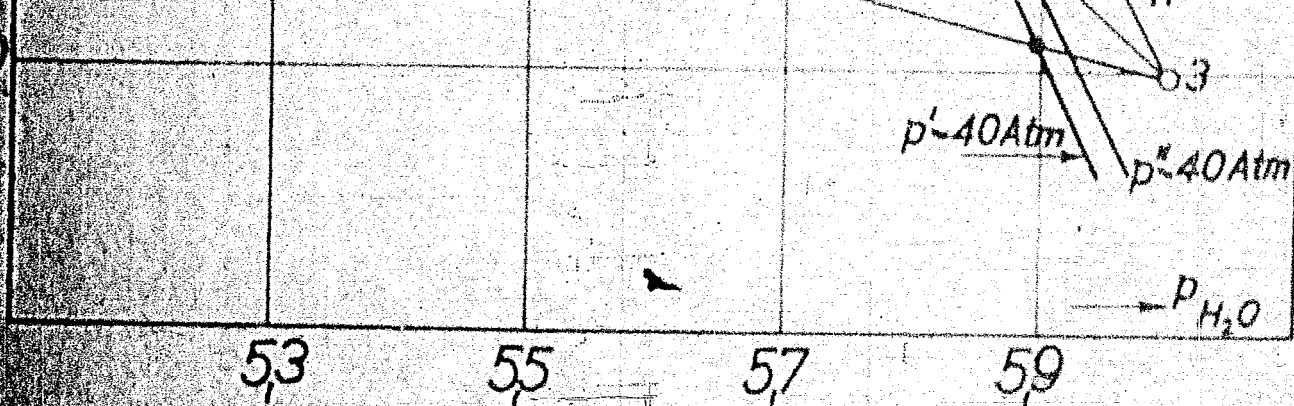
The following table shows the
 results of the experiment on
 the effect of temperature on
 the rate of reaction.



20 40 60 80 100 110 120 130 140 150 160 170 180

→ Temperature of the reaction





TITLE PAGE

2. Die Genauigkeit der Luftüberschusszahl der Überladekurven in Abhängigkeit von den Bestimmungsfehlern.

The accuracy of the air excess number of the supercharge curves as a function of the errors of measurement.

Trans Nos. 488 - 492

Hochdruckversuche
La 558

12. 27. 1938

7488

Die Genauigkeit der Luftüberschusszahl der Überladekurven
in Abhängigkeit von den Bestimmungsfehlern.

Die Luftüberschusszahl λ ist definiert als das Verhältnis der zur Verbrennung verwendeten Menge Luft zu der zur vollständigen Verbrennung theoretisch nötigen Mindestmenge $\lambda = 1$ bedeutet also, dass die theoretisch nötige Luftmenge zur Anwendung kam.

$$\lambda = \frac{\text{angewandte Menge Luft (in gr) pro gr Kraftstoff}}{\text{theoretisch nötige Menge Luft (in Grams) pro gr Kraftstoff}} = \frac{A \text{ gr. wt. Kraftst.}}{T \text{ gr. wt. Kraftst.}}$$

Die theoretisch nötige Menge Luft in Grams pro gr Kraftstoff lässt sich folgendermaßen berechnen:

1. $C + O_2 = CO_2$
 $12 \text{ gr} + 32 \text{ gr} = 44 \text{ gr}$
 $1 \text{ gr } C + 2,667 \text{ gr } O_2 = 2,667 \text{ gr } CO_2$
2. $2 H_2 + O_2 = 2 H_2O$
 $4,03 \text{ gr} + 32 \text{ gr} = 36,03 \text{ gr}$
 $1 \text{ gr } H_2 = 7,94 \text{ gr } O_2 = 8,94 \text{ gr } H_2O$
3. $S + O_2 = SO_2$
 $32 \text{ gr} + 32 \text{ gr} = 64 \text{ gr}$
 $1 \text{ gr } S = 2 \text{ gr } O_2 = 2 \text{ gr } SO_2$

Die theoretisch nötige Menge Luft in Gram pro gr Kraftstoff lässt sich folgendermaßen berechnen:

1. $C + O_2 = CO_2$
 $12 \text{ gr} + 32 \text{ gr} = 44 \text{ gr}$
 $1 \text{ gr C} = 2,667 \text{ gr } O_2 = 3,667 \text{ gr } CO_2$
2. $2 H_2 + O_2 = 2 H_2O$
 $4,03 \text{ gr} + 32 \text{ gr} = 36,03 \text{ gr}$
 $1 \text{ gr } H_2 = 7,94 \text{ gr } O_2 = 8,94 \text{ gr } H_2O$
3. $S + O_2 = SO_2$
 $32 \text{ gr} + 32 \text{ gr} = 64 \text{ gr}$
 $1 \text{ gr S} = 1 \text{ gr } O_2 = 2 \text{ gr } SO_2$

Wenn man der Luft, so der gewöhnlichen Luft, einen bestimmten Prozentsatz Wasser...

so ist die für Verbrennung eines Kilogramm Brennstoffes in Liter pro gr Kraftstoff...

Da in der Luft 20,9% Sauerstoff enthalten ist, so ist die theoretisch nötige Menge...

$$L = \frac{V_{theor}}{0,209} = \frac{2,667 C + 7,94 H + 2 S}{0,209}$$

Die wirklich verbrauchte Menge Luft ist bei 15°C (vgl. Formel (1)) wird praktisch im Liter gemessen bei 0°C 760mm 1,2928 gr Liter also bei 15°C...

wobei L die wirklich pro gr Kraftstoff verbrauchte Menge gemessen in Liter von 15°C gemessen ist...

Durch Einsetzen von Formel (1) in Formel (2) ergibt sich für

$$L = \frac{1}{0,209} \cdot \frac{2,667 C + 7,94 H + 2 S}{1,2928} = \frac{2,667 C + 7,94 H + 2 S}{0,2713}$$

Da praktisch der Sauerstoffgehalt unserer Kraftstoffe 15% messigen ist, so kann man die Formel (3) durch die Formel (4) ersetzen, wobei die Formel (4) wird

$$L = \frac{2,667 C + 7,94 H + 2 S}{0,2713}$$

$$L = \frac{2,667 C + 7,94 H + 2 S}{0,2713}$$

Um den Einfluss eines Fehlers δ auf die Genauigkeit von \dots nach \dots erhalten, differenziert man \dots (50) nach \dots

Die Differentiale \dots durchgeföhrt, ergibt

$$\dots$$

also

oder

$$\dots$$

Der Ausdruck \dots ist der prozentuale Fehler bei der Messung bei \dots . Er setzt sich zusammen aus dem prozentualen Fehler der Gasuhrmessung und der nach der Gasuhrmessung durch etwaige Undichtigkeit eingetretenen Verluste, ebenfalls prozentual ausgedröhkt.

Die Auswertung der Fehlergleichung (50) ergibt folgendes

1. da im allgemeinen \dots liegt (in Mittel \dots) so bedeutet ein Fehler von \dots in der Gasuhrmessung einen Fehler in \dots von \dots
2. da zwischen \dots und \dots (in Mittel \dots) liegt, so bedeutet ein Fehler von \dots in der Gasuhrmessung einen Fehler von \dots in \dots

Genauer: es bedeutet ein Fehler von $\pm 10^{-3}$ bei

λ	$=$	$0,8$	\pm	$0,00128$
$h = 128$	\pm	$0,00128$	\pm	$0,00128$
128	\pm	$0,00128$	\pm	$0,00128$
144	\pm	$0,00128$	\pm	$0,00128$

Die 9 Werte in der Tabelle sind die Mittelwerte der
sprachlichen Arten. Die 9 Werte sind die Mittelwerte der
h macht.

zusammenfassend

Man erhebt die Daten der 9 Arten in der Tabelle
 die zu hohen Mittelwerten von $0,8$ und $0,8$ in den
 niederen
 einer Linie von $0,8$ bis $0,8$ in der Tabelle
 fallerhafte $0,8$ bis $0,8$ in der Tabelle
 gibt $0,8$ in $0,8$ in der Tabelle
 nicht im Bereich $0,8$ bis $0,8$ in der Tabelle
 stoff (h) auf $0,8$ in $0,8$ in der Tabelle
 ten h-Werten sind ein Fehler von $\pm 0,00128$
 einen Fehler von $\pm 0,00128$ beträgt.

Tabelle IV

Zweckluft, Luftdruck 1000 mm, Temperatur 15°C
 Kompressionsverhältnis 3,5

$\lambda =$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
AT bei Gemischbildung	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)
T_1 (vor Kompression)						
° absol.	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)
°C	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
T_2 (nach Kompression)						
° absol.	(71)	(72)	(73)	(74)	(75)	(76)
°C	(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)
$T_{max.}$ (nach Verbrennung)						
° absol.	(280)	(281)	(282)	(283)	(284)	(285)
°C	(100)	(101)	(102)	(103)	(104)	(105)

P 5 Einzylinder Motor ()

TITLE PAGE

3. Einige Wünsche der Kraftstoffhersteller an den Flugmotor.
 Some wishes of producers of motor fuels concerning the aero engine.

Frame Nos. 493 - 510

Einige Wünsche der Kraftstoffhersteller an den Flugmotor.

493

K. Dehn

Im Jahre 1939 hielt Heugebauer in einer Sitzung der Akademie einen Vortrag über "Die Wünsche des Motorenbauers an den Treibstoff". Derartige Vorträge sind für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Motorfirma und Kraftstoffherstellern von großem Wert, da vielfach der Kraftstoffmann über die schwierigen Probleme und die Entwicklungsrichtung des Motorenbaus nur wenig Bescheid weiß, auf der anderen Seite aber auch der Motorenbauer sich mit den Fragen der Kraftstoffentwicklung nicht genügend befassen kann. In England und Amerika fanden seit Jahren fast regelmäßig Vorträge statt, die in besonderen die Kraftstofffragen im Motor behandelten, es sei nur an die Vorträge von Banks, Bass, Veal u.a. erinnert.

Wenn es in den letzten 10 Jahren möglich war, die Literleistung der Flugmotoren auf mehr als das Doppelte zu steigern, so ist dies zu einem nicht unbedeutenden Teil auf die stetige Verbesserung der Klopfestigkeit der Kraftstoffe zurückzuführen. Es ist jedoch zu bedenken, daß der Kraftstoffentwicklung auch gewisse Grenzen gezogen sind, die insbesondere durch die Rohstofflage bedingt sind. Infolgedessen muß der Motorenbauer bei der Entwicklung seiner Motoren neben den Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Kraftstoffe auch die Beschaffungslage berücksichtigen. Es soll daher, bevor über einige Probleme berichtet wird, die in den letzten Jahren in Zusammenhang mit der Motor- und Kraftstoffentwicklung an uns herangetragen wurden, kurz auf die Beschaffungslage und die Eigenschaften der heutigen Hochleistungskraftstoffe für Hochleistungsflugmotoren eingegangen werden.

Die Entwicklung der Fliegerbenzine und in besonders der Hochleistungskraftstoffe ergab sich zwangsläufig aus der Rohstofflage. Hierüber hat Herr Dr. Fier vor einem Jahr hier ausführlich berichtet und es erscheint zweckmäßig, nochmals in Kürze die wesentlichen Punkte zu erwähnen.

Amerika und England haben ihre Versorgung mit Fliegerbenzin auf einen großen Überschuß an Kraftstoff aufgebaut, aus dem sie sich

- 2 -

einen kleinen Teil, der für die Herstellung von Flugkraftstoffen besonders geeignet ist, auszunutzen können. So wurden z.B. in den Vereinigten Staaten im Jahre 1941 bei einer Rohstoffförderung von rund 190 Millionen Tonnen nur etwa 2,7 Millionen Tonnen Flugkraftstoff hergestellt. Diese erdölreichen Länder besitzen auch eine große Crack-Industrie und es ist daher bei ihnen der Weg zur Erzeugung von Hochleistungskraftstoffen ganz natürlich durch die großen Mengen der zur Verfügung stehenden ungesättigten Crackgase gegeben, aus denen sich leicht durch Polymerisation hochklopfeste Isoparaffine, insbesondere Iso-Oktan, herstellen lassen.

Wir in Deutschland sind arm an Erdölen, aber reich an Kohle. Bei uns bilden daher die Hydrieranlagen die Grundlage für unsere Versorgung mit Flugkraftstoffen. Diese Anlagen, die ursprünglich für die Herstellung von Autobenzin und Dieselloil gebaut waren, wurden, als infolge des Krisenausbruches die Luftwaffe größere Kraftstoffmengen benötigte, auf Fliegerbenzin umgestellt und es konnten sofort 90 % der Autobenzinmengen an Fliegerbenzin hergestellt werden. Die Qualität dieses Benzins ist dem amerikanischen Benzin vom Typ OE 87 mindestens gleichwertig, bei den Werken, die Steinkohle verarbeiten, sogar überlegen. Von den in Deutschland hergestellten Flugkraftstoffen werden heute über 90 % durch die Hochdruckhydrierung gewonnen.

Als neben den großen Mengen des Fliegerbenzins vom Typ OE 87 auch Hochleistungskraftstoffe benötigt wurden, konnten durch einfache Maßnahmen in den vorhandenen Hochdruckhydrieranlagen schnell auch große Mengen Hochleistungskraftstoffe auf der Basis der klopfesten Aromaten erzeugt werden. Dagegen wird Iso-Oktan aus den in den Hydrierwerken anfallenden Gasen in der entsprechenden, größtmöglichen Menge hergestellt und auch in besonderen Anlagen auf dem Weg über den Methyl-Alkohol.

Aus dieser Beschaffungslage heraus ist unser heutiger Hochleistungskraftstoff zwangsläufig gegeben, der uns auch in den nächsten Jahren zur Verfügung stehen wird. Er enthält eine

- 2 -

494

einen kleinen Teil, der für die Herstellung von Flugkraftstoffen besonders geeignet ist, auszuheben können. In den Vereinigten Staaten ist diese Zahl im Jahre 1951 bei einem Konsum von rund 100 Millionen Gallonen nur etwa 7 1/2 Millionen Gallonen Flugkraftstoff hergestellt. Diese erheblichen Lücken deckt man zum einen durch die Erzeugung von Hochleistungskraftstoffen aus Abfällen durch die großen Mengen der zur Verfügung stehenden ungeschätzten Erzeugnisse gegeben, aus denen sich leicht durch Polymerisation hochklopfende Isoparaffine, insbesondere Iso-Butan, herstellen lassen.

Wie in Deutschland sind auch in England, aber reich an Kohle. Bei uns bilden daher die Hydrierwerke die Grundlage der gesamten Verwertung mit Flugkraftstoffen. Diese Anlagen, die ursprünglich für die Herstellung von Acetylen und Dieselöl gebaut waren, wurden, als infolge des Krieges zwischen die Luftkräfte größere Kraftstoffmengen benötigte, auf Pilotversuche umgestellt und es konnten sofort 50 % der Anforderungen an Flugkraftstoffe hergestellt werden. Die Qualität dieses Benzin hat den amerikanischen Benzin vom Typ OE 87 mindestens gleichwertig, bei dem Verfahren, die Petrolnale verarbeitet, sogar überlegen. Das Gas in Deutschland und hergestellten Flugkraftstoffen werden heute über 50 % durch die Hochdruckhydrierung gewonnen.

Als neben den großen Mengen des Tripropylene vom Typ OE 87 auch Hochleistungskraftstoffe benötigt werden, kann man durch ähnliche Maßnahmen in den verfahrenstechnischen Anlagen schnell auch große Mengen Hochleistungskraftstoffe auf der Basis der Klopffesten Aromaten erzeugt werden. Diese sind im Prinzip aus den in den Hydrierwerken anfallenden Gasen in der nachfolgenden, großtechnischen Menge hergestellt und nach der entsprechenden Anlage auf dem Flug über der Nordsee.

Aus dieser Beschaffungslage heraus hat man sich verpflichtet, die Leistungskraftstoff nachzulieferung gegeben, die man auch in den nächsten Jahren zur Verfügung stehen wird.

Kraftstoffmengen benötigte, auf Fliegerbenzin umgestellt und es konnten sofort 90 % der Autokennzeichen an Fliegerbenzin hergestellt werden. Die Qualität dieses Benzins ist dem amerikanischen Benzin vom Typ OX 87 mindestens gleichwertig, bei den Werken, die Steinkohle verarbeiten, sogar überlegen. Von dem in Deutschland hergestellten Flugkraftstoff wird heute über 90 % durch die Hochdruckhydrierung gewonnen.

Als neben den großen Mengen des Fliegerbensins vom Typ OX 87, auch Hochleistungskraftstoffe benötigt wurden, konnten durch einfache Maßnahmen in den vorhandenen Hochdruckhydrieranlagen schnell auch große Mengen Hochleistungskraftstoffe auf der Basis der klopffesten Aromaten erzeugt werden. Daneben wird Iso-Oktan aus dem in den Hydrierwerken anfallenden Gasen in der entsprechenden, größtmöglichen Menge hergestellt und auch in besonderen Anlagen auf dem Weg über den Methyl-Alkohol.

Aus dieser Beschaffungslage heraus ist unser heutiger Hochleistungskraftstoff zwangsläufig gegeben, der uns auch in den nächsten Jahren zur Verfügung stehen wird. Er enthält eine

40 Vol.-% Aromaten, 20 Vol.-% Iso-Oktan oder andere geeignete Isoparaffine und 40 Vol.-% eines Bestbensins, dessen Motor-Oktanzahl je nach dem verwendeten Rohstoff zwischen 65 und 74 liegt. Zur weiteren Steigerung seiner Klopfestigkeit wird der Kraftstoff mit dem heute üblichen Zusatz von 0,12 Vol.-% Bleitetraäthyl versehen. Demgegenüber steht der Hochleistungskraftstoff der OX 100 der Feindstaaten, der etwa aus einer 50%igen Mischung von Iso-Oktan und Iso-Paraffinen mit einem Fliegerbenzin vom Typ OX 87 besteht und einen Bleisatz von 0,09 % hat. Der aromatische Hochleistungskraftstoff ist dem versiegelt isoparaffinischen nicht nur gleichwertig, sondern es läßt sich mit ihm bei Berücksichtigung seiner besonderen Eigenschaften sogar eine wesentlich höhere Motorleistung herausziehen. Im folgenden soll daher kurz auch auf die Eigenschaften der uns zur Verfügung stehenden Hochleistungskraftstoffe eingegangen werden.

Die wichtigste Eigenschaft, die von einem Hochleistungskraftstoff verlangt wird, ist eine hohe Klopfestigkeit. Die Oktanzahl gibt bekanntlich nur die Hauptteilung des hochklopffesten Flugkraftstoffes vielfach ein falsches Bild und es wurde daher bei uns in Deutschland das DVL-Überladeverfahren eingeführt. Zur Beurteilung der Klopfestigkeit der Hochleistungskraftstoffe ist in Abbildung 1 die Überladefähigkeit von Aromaten und Iso-Oktan dargestellt. Der Bereich für die Klopfgrenzkurven der Aromaten

Abbildung 1

liegt fast durchweg über dem Iso-Oktan, er wird nach unten

durch Reibenzol begrenzt. Darüber liegen Flugbenzol, Toluol und Xylol. Ganz wesentlich besser ist Isopropylbenzol und Diäthylbenzol, doch gibt es noch unseren neuesten Versuchen noch eine größere Anzahl von Aromaten, wie Propyl-Butyl-Benzol, Dipropylbenzol, Tripropylbenzol usw., die in ihrer Überladefähigkeit noch höher liegen, allerdings mit ihrem Siedepunkt nicht mehr in den heute für Fliegerbenzin vorgeschriebenen Siedebereich fallen.

In den technischen Anlagen zur Erzeugung von Hochleistungskraftstoffen werden heute Flugkraftstoffe hergestellt, die etwa 50 Vol.-% Aromaten enthalten. In der Abbildung 2 sind die Überladekurven

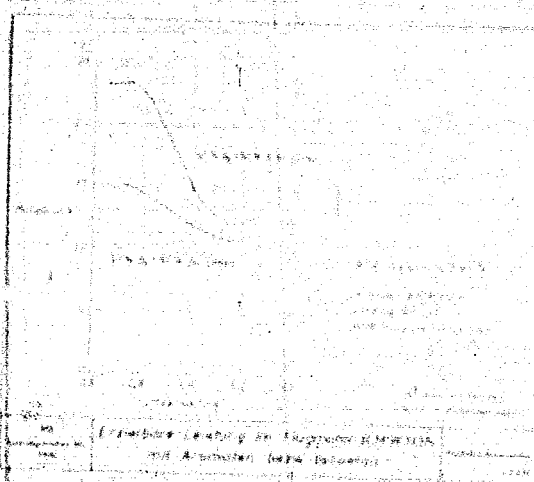


Abbildung 2

von 50 Vol.-%igen Mischungen aus Aromaten bzw. Iso-Oktan und einem

Tripropylbenzol usw., die in ihrer Überladefähigkeit noch höher liegen, allerdings mit ihrem Siedepunkt nicht mehr in den heute für Fliegerbenzin vorgeschriebenen Siedebereich fallen.

In den technischen Anlagen zur Erzeugung von Hochleistungskraftstoffen werden heute Flugkraftstoffe hergestellt, die etwa 50 Vol.-% Aromaten enthalten. In der Abbildung 2 sind die Überladekurven

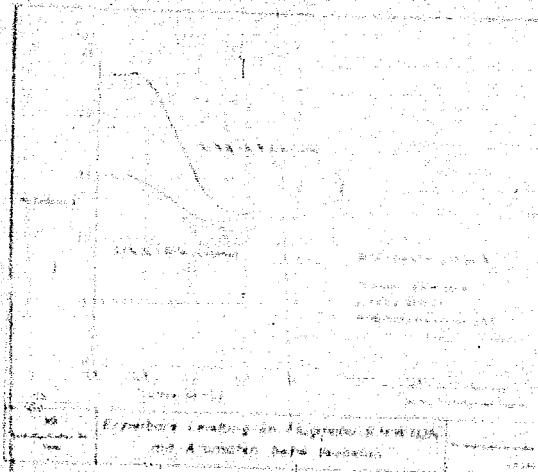


Abbildung 2

von 50 Vol.-%igen Mischungen aus Aromaten bzw. Iso-Oktan und einem Fliegerbenzin vom Typ OK 87 aufgetragen. Der Aromatenkraftstoff liegt im Gebiet des Kraftstoffüberschusses weit über dem entsprechenden Gemisch mit Iso-Oktan, während im Luftüberschussgebiet seine Überlegenheit kleiner ist. Die Überladekurven für die heutigen Hochleistungskraftstoffe C_1 und C_2 , die beide 40 Vol.-% Aromaten und 20 Vol.-% Iso-Oktan enthalten und sich in wesentlichen entsprechend der zur Herstellung verwendeten Rohstoffe nur durch die Klopfestigkeit des Restbenzins unterscheiden, sind in Abbildung 2 wiedergegeben. Zum Vergleich sind auch die Kurven für ein Fliegerbenzin vom Typ OK 87, das mit H_4 benzinotmet wird, und C_4 , das dem Hochleistungskraftstoff der Feindstaaten entspricht, eingetragen.

Hochdruckversuche

Abbildung 3

Nach dem DVL-Überladeverfahren wird auch die Klopfempfindlichkeit der Kraftstoffe anders beurteilt als durch die Oktanzahl. Während die Oktanzahl durch den Zusatz von Bleitetraäthyl bei aromatischen Kraftstoffen weniger erhöht wird als bei paraffinischen, zeigt die Überladeprüfung, insbesondere im Gebiet des Kraftstoffüberschusses, das Gegenteil.

Aromatische und paraffinische Kraftstoffe unterscheiden sich auch im Heizwert. Aromatische Kraftstoffe haben einen höheren Heizwert, während bei paraffinischen der Heizwert pro kg größer ist. Bei Flugzeugen ist ein hoher Heizwert von Vorteil, wenn die Tankraumfrage von größerer Bedeutung ist als das Gewicht.

Für das Dauerverhalten der Kraftstoffe ist hauptsächlich ihr Einfluss auf das Festgehen der Kettensringe von Bedeutung. Um ein frühzeitiges Festkleben der Ringe zu vermeiden, ist eine gute Raffination des Kraftstoffs Voraussetzung. Bei Hydrierbenzinen ist auf Grund ihres Herstellverfahrens die Raffination stets vollkommen einwandfrei. Von einem gewissen Einfluss auf das Ringstecken sind auch die mittleren Temperaturen im Verbrennungsraum, die bei aromatischen Kraftstoffen etwas höher liegen als bei paraffinischen, was hauptsächlich auf das verschiedene H/C-Verhältnis zurückzuführen ist. Die höheren, wasserstoffreicheren

Hochdruckversuche

Aromaten, wie sie vorwiegend in den Hochleistungskraftstoffen enthalten sind, verhalten sich sowohl hinsichtlich der Verbrennungsraum-Temperatur als auch des Ringsteckens günstiger als die niedrig siedenden Aromaten, insbesondere als Benzol.

Durch Messungen an Flugmotoren wurde festgestellt, daß bei Verwendung der Hochleistungskraftstoffe, die 40 Vol.-% Aromaten enthalten, die mittleren Verbrennungsraum-Temperaturen um etwa 10°C höher liegen als bei paraffinischen Kraftstoffen. Errechnet man unter Berücksichtigung der Dissoziation die Verbrennungsgrenzt-Temperaturen für einen Kraftstoff mit 40 % Aromaten und ein rein paraffinisches Benzin, so beträgt der Temperatur-

Aromaten, wie sie vorwiegend in den Hochleistungskraftstoffen enthalten sind, verhalten sich sowohl hinsichtlich der Verbrennungsraum-Temperaturen als auch des Klingstochens günstiger als die niedrig siedenden Aromaten, insbesondere als Benzol.

Durch Messungen an Flugmotoren wurde festgestellt, daß bei Verwendung der Hochleistungskraftstoffe, die 40 Vol.-% Aromaten enthalten, die mittleren Verbrennungsraum-Temperaturen um etwa 10°C höher liegen als bei paraffinischen Kraftstoffen. Errechnet man unter Berücksichtigung der Dissoziation die Verbrennungshöchst-Temperaturen für einen Kraftstoff mit 40 % Aromaten und ein rein paraffinisches Benzin, so beträgt der Temperatur-Unterschied etwa 40° . Bezogen auf die mittlere Temperatur im Verbrennungsraum während der vier Arbeitstakte ergibt sich dann in Übereinstimmung mit den Messungen am Motor auch rechnerisch ein Temperatur-Unterschied von etwa 10° . Diese geringe Temperaturerhöhung dürfte im praktischen Betrieb kaum eine wesentliche Rolle spielen.

Von besonderer Bedeutung ist bei Hochleistungskraftstoffen ihre Temperatur-Abhängigkeit, d.h. der Einfluß der Temperatur auf die Klopfestigkeit des Kraftstoffluftgemisches. In Abbildung 4 ist der Einfluß der Ladelufttemperatur auf die Klopfgrenzkurven von C_2 und C_1 dargestellt. Bei Erhöhung der Ladelufttemperatur

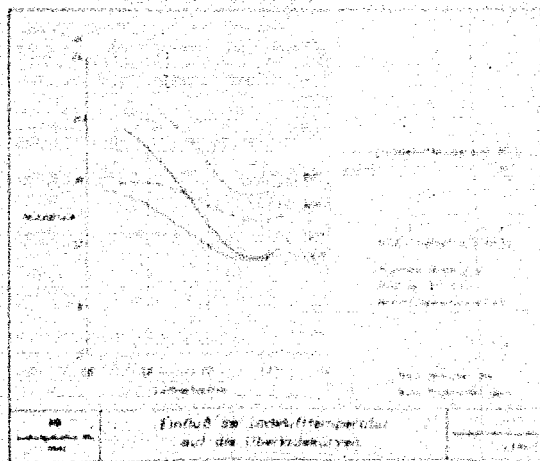


Abbildung 4

von 90° auf 130° sinkt die Klopfestigkeit des Aromatenkraftstoffes im Luftüberschußgebiet stärker ab als bei dem vorwiegend iso-paraffinischen G_1 . Schon hieraus kann man erkennen, daß die Temperatur und damit auch alle konstruktiven Maßnahmen und Betriebsbedingungen am Motor, welche die Temperatur des unverbrannten Kraftstoffluftgemisches beeinflussen, von wesentlicher Bedeutung sind. Hierauf muß der Konstrukteur bei der Entwicklung der Motoren besondere Rücksicht nehmen, wenn aus den Aromatenkraftstoffen die größtmögliche Leistung herausgeholt werden soll. In folgenden sollen daher einige motorische Fragen angeschnitten werden, die für das Klopff- und Dauerverhalten der Hochleistungskraftstoffe von besonderer Bedeutung sind.

Die Erzielung einer möglichst hohen Motorleistung hängt bekanntlich nicht nur von der Klopfestigkeit des Kraftstoffes, sondern auch in hohem Maße von der Klopfestigkeit des Motors ab, die hauptsächlich durch die Gestaltung des Verbrennungsraumes und der ihn einschließenden Teile sowie durch die Betriebsbedingungen des Motors beeinflusst wird. Es soll hier nicht auf die vielen Gesichtspunkte eingegangen werden, die für den Konstrukteur maßgebend sind, um dem Motor eine möglichst hohe Klopfestigkeit zu geben. Es sei nur ein Beispiel angegeben, das Halliager vor einem Jahr in einem Vortrag brachte, wo er zeigte, daß durch richtige Anordnung der Zündkerzen die erzielbare Motorleistung um mehr als 10 % beeinflusst werden kann. Der Motorenbauer sucht zwar mit allen Mitteln durch günstige Gestaltung des Verbrennungsraumes die Ansprüche des Motors an die Klopfestigkeit des Kraftstoffes zu verringern, jedoch ist er meist wegen der schwierigen Unterbringung der Ventile, Kerzen, Kühlrippen usw. zu einem sehr oder weniger guten Kompromis gezwungen. Eine einfachere und bessere Gestaltung des Verbrennungsraumes als der ventillgesteuerte Motor gestattet der Schiebermotor, bei dem nicht auf die schwierige Unterbringung der Ventile Rücksicht genommen werden muß. Der Schiebermotor soll daher im allgemeinen eine höhere Klopfestigkeit besitzen, zumal da bei ihm auch das heiße Auslaßventil wegfällt. Der Konstruktion der Schiebermotoren hat man in England seit Jahren große Aufmerksamkeit geschenkt und die neuen vierzylinderigen Boomer "Stirling" sind mit

Doppelstern-Schiebermotoren "Hercules" der Firma Bristol ungenutzt. Es wäre interessant, festzustellen, ob bei diesen Motorenbauarten die höhere Klopfestigkeit des Schiebermotors auch schon praktisch in Erscheinung tritt.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die höchstmögliche Ausnutzung der Aromatenkraftstoffe ist eine gute und gleichmäßige Kühlung, insbesondere des Zylinderkopfes, der Ventile, der Kerzen und des Kolbens. Eine einzige schlecht gekühlte Stelle ist maßgebend für die Ansprüche des ganzen Motors an die Klopfestigkeit des Kraftstoffs. Bei der Bestimmung der Klopfgrenzkurven an einem luftgekühlten Zylindermotor zeigte sich z. B., daß der bis zum Eintritt des Klopfens erreichbare mittlere Zylinderdruck nur etwa 50 % gesunken war, weil die Schraupfverbindung zwischen Zylinder und Zylinderkopf einen Wärmestau zeigte. In ähnlicher Weise wird auch durch die glühenden Auslassventile, an denen sich das Kraftstoff-Luftgemisch aufheizt, das Klopfen begünstigt. Durch eine möglichst weitgehende Kühlung der Auslassventile kann daher die Klopfestigkeit eines Motors bedeutend verbessert werden. Auch die Kühlung des Kolbens ist von großer Wichtigkeit. Es sei hier auf einen Vortrag von Ricardo hingewiesen, den er vor einigen Jahren auf einer Tagung der Lillenthal-Gesellschaft hielt. Er berichtete dabei über Versuche, bei denen die Kolbenkühlung dadurch verbessert wurde, daß gegen die Unterseite des Kolbens ein Ölstrahl spritzte.

Ricardo wies auch schon vor vielen Jahren auf die höhere Klopfestigkeit der kleineren Zylinder hin (Abbildung 5). Auch dies ist wohl hauptsächlich auf die günstigeren Temperatur-Verhältnisse

Abbildung 5

gegenüber den großen Zylindern zurückzuführen. Bei der größeren Temperaturabhängigkeit der Aromatenkraftstoffe ist daher anzunehmen, daß sich mit ihnen aus kleinen Motorenzylindern wesentlich höhere Literleistungen herausziehen lassen als mit paraffinischen Kraftstoffen der gleichen Oktanzahl. Versuche über die Möglichkeiten der Anwendung kleinerer Zylinder, wie sie von Kama durchgeführt werden, dürften daher bei Verwendung von Aromatenkraftstoffen zu bedeutend günstigeren Ergebnissen führen.

Auf die Beeinflussung des Klopfens durch eine Erhöhung der Ladelufttemperatur wurde bereits hingewiesen. Bei der stetigen Steigerung der Ladelufttemperatur ergibt sich daher für die Hochleistungskraftstoffe die dringende Forderung von Ladeluftkühlern. Dabei muß natürlich stets genau geprüft werden, ob bei Anwendung eines Ladeluftkühlers die durch die niedrigere Ladelufttemperatur ermöglichte Leistungserhöhung den Mehraufwand für den Kühler wieder ausgleicht, oder darüber hinaus noch einen nutzbaren Leistungsgewinn mit sich bringt.

Eine Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses hat auch eine starke Steigerung der Verdichtungsendtemperatur ^{zur Folge} und begünstigt daher das Klopfen in starkem Maße. Eine höhere Leistung als durch Verdichtungserhöhung läßt sich mit einem gegebenen Kraftstoff bei verhältnismäßig niedriger Verdichtung durch Steigern des Ladedruckes erzielen. Man sollte daher, wenn es auf eine besonders hohe Motorleistung ankommt, auf eine Verdichtungserhöhung und die damit verbundene Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades verzichten, soweit dies natürlich verantwortet werden kann.

Am günstigsten erscheint vom Kraftstoffstandpunkt aus gesehen die Leistungssteigerung durch Drehzahlerniedrigung, weil dabei die Innen-Temperaturen und -Drucke gegenüber der Leistungssteigerung durch Erhöhen des Verdichtungsverhältnisses oder des Ladedruckes niedrig bleiben.

Klopfdruckversuche

B

Ähnlich wie eine Steigerung des Verdichtungsverhältnisses wirkt sich auch eine Ververlegung der Zündung auf das Klopfverhalten der Kraftstoffe aus. Wie groß der Zündungseinfluß ist, zeigen Versuche, die an BMW 132-Einsylinder-Motor durchgeführt wurden. Aus der Abbildung 6 kann man ersehen, daß eine Verstellung der

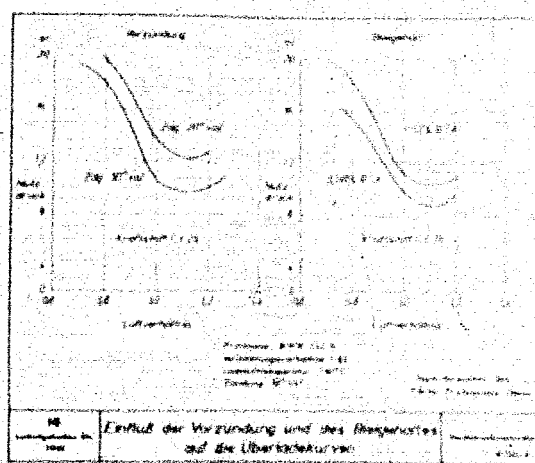


Abbildung 6

Zündung um wenige Grad, beispielsweise 5 Grad, die Klopfgrenze und damit den erreichbaren mittleren Kolbendruck um mehr als 1 at beeinflusst. Man könnte beispielsweise auch den Bleigehalt bei dem verwendeten Aromaten-Kraftstoff von 0,12 % auf 0,08 % herabsetzen, wenn man die Zündung um etwa 5 - 7° später verlegen könnte. Aus diesem Beispiel kann man auch ersehen, wie wichtig ein gleichmäßiger Zündzeitpunkt an den einzelnen Zylindern eines Vollmotors ist. Zündet nur 1 Zylinder um einige Grad früher als beabsichtigt, so werden dadurch die Ansprüche des ganzen Motors an die Klopfestigkeit des Kraftstoffs wesentlich erhöht. Es sei bei dieser Gelegenheit auch auf amerikanische Versuche hingewiesen, die an serienmäßig hergestellten Kraftfahrzeugen durchgeführt wurden. Bei ein und demselben Fahrzeugtyp wurde festgestellt, daß lediglich durch fehlerhafte Streuungen in der Zündung die Ansprüche der einzelnen Motoren an die Klopfestigkeit des Benolins um mehr

Klopfdruckversuche

als 10 Oktanzahlen schwankten. Wenn natürlich mit solchen Streuungen bei Flugmotoren nicht zu rechnen ist, so zeigt das Beispiel doch, wie sehr auf ein genaues und gleichmäßiges Arbeiten der Zündung geachtet werden muß.

In diesem Zusammenhang soll auch ein Bild gezeigt werden, das die Streuungen der Überlastkurven wiedergibt, die mit dem gleichen Kraftstoff an den BMW 132-Überlastmotoren bei den verschiedenen Prüfstellen erhalten wurden (Abbildung 7).

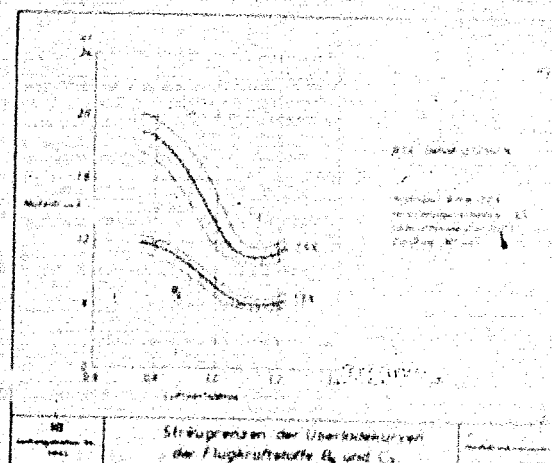


Abbildung 7

Die Streuungen betragen auch den neuesten von der DVL durchgeführten Ringversuchen bei aromatischen Kraftstoffen $\pm 6\%$, bei paraffinischen $\pm 5\%$. Dieses Streuband konnte trotz aller Bemühungen, die einzelnen Prüfstände in ihren Betriebsverhältnissen so vollkommen wie nur irgend möglich aneinander anzugleichen, bis jetzt noch nicht verkleinert werden. Bei der Durchführung der Überlastversuche am Ringzylindermotor zeigte sich auch, daß trotz des hohen Standes der heutigen Werkstatttechnik noch kleine Unterschiede in den serienmäßig hergestellten Zylindern vorhanden sind, die sich im Klopfverhalten der Kraftstoffe bemerkbar machen. Wenn nun schon am Ringzylindermotor trotz schärfster Kontrolle Unterschiede in den Klopfgrenzkurven von $\pm 6\%$ auftreten, so muß

die in Zusammenhang schweben. Wenn natürlich mit solchen
 Messungen bei Flugmotoren nicht zu rechnen ist, so zeigt
 der Versuch doch, wie sehr auf ein genaues und gleichzeitiges
 Arbeiten der Ventile geachtet werden muß.

In dieser Zusammenfassung soll auch ein Bild gezeigt werden,
 das die Kurven der Überlastkurven wiedergibt, die mit dem
 gleichen Kraftstoff an dem DW 112-Überlastmotor bei den ver-
 schiedenen Drehzahlen erhalten wurden (Abbildung 7).

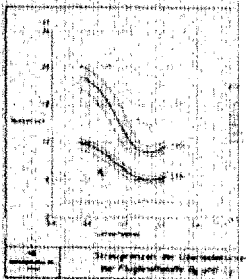


Abbildung 7

Die Strömungen betragen nach den Messen von der DW 1000-
 Motor Flugversuch bei atmosphärischen Kraftstoffen 2 1/2%, bei
 gemäßigtem 1 1/2%. Dieses Strömung konnte trotz aller Mes-
 sungen, die einzelnen Prüfstände in ihren Betriebsverhältnissen
 so vollkommen wie nur irgend möglich zueinander angeglichen,
 bis jetzt noch nicht verkleinert werden. Bei der Durchführung
 der Versuchsreihe an Kleinmotoren zeigte sich auch, daß
 trotz des hohen Grades der heutigen Fertigkeit noch kleine
 Unterschiede in den herkömmlich hergestellten Zylindern vorhanden
 sind, die sich in Klopfverhalten der Kraftstoffe bemerkbar machen.
 Wenn man schon an Kleinmotoren trotz schärfster Kontrolle
 Unterschiede in den Klopfgrenzkurven von 1 1/2% auftreten, so muß

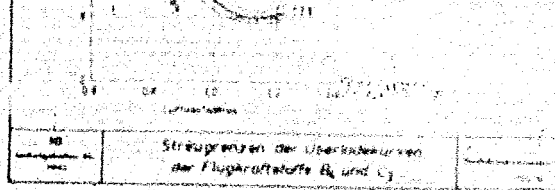


Abbildung 7

Die Streuungen betragen nach den neuesten von der DVL durchgeführten Ringversuchen bei aromatischen Kraftstoffen $\pm 6\%$, bei paraffinischen $\pm 5\%$. Dieses Streuband konnte trotz aller Bemühungen, die einzelnen Prüfstände in ihren Betriebsverhältnissen so vollkommen wie nur irgend möglich aneinander anzugleichen, bis jetzt noch nicht verkleinert werden. Bei der Durchführung der Überladeversuche am Zylindermotor zeigte sich auch, daß trotz des hohen Standes der heutigen Werkstattechnik noch kleine Unterschiede in den serienmäßig hergestellten Zylindern vorhanden sind, die sich im Klopfverhalten der Kraftstoffe bemerkbar machen. Wenn nun schon am Einzylindermotor trotz schärfster Kontrolle Unterschiede in den Klopfgrenzkurven von $\pm 6\%$ auftreten, so muß

Hochdruckversuch

504

man daraus schließen, daß die Streuungen am Vollmotor besonders auch infolge der Unterschiede in der Kühlung noch viel größer sind und dadurch die Ansprüche der Motoren an die Klopfestigkeit des benötigten Kraftstoffes wesentlich erhöht werden.

Weitere Möglichkeiten zur Steigerung des mit einem gegebenen Kraftstoff erreichbaren mittleren nutzbaren Kolbendruckes ergeben sich durch Abändern des motorischen Arbeitsverfahrens. Eine wesentliche Verbesserung der Klopfgrenzkurven und damit der Motorleistung läßt sich in vielen Fällen durch eine Vergrößerung der Überschneidung der Steuerzeiten erreichen, wie sie ja heute auch schon häufig angewandt wird. Ein Beispiel ist in Abbildung 8 gegeben, in der

Abbildung 8

Versuche des Technischen Prüfstands Öpau an BNT 132-Einzylindermotor mit 50° und 80° Ventilüberschneidung dargestellt sind. Trotz der verhältnismäßig geringen Vergrößerung der Überschneidung konnten mit den untersuchten Kraftstoffen Leistungssteigerungen von über 10% erzielt werden. Dabei fällt auf, daß der Leistungsgewinn umso größer ist, je höher die Überladekurve an sich schon liegt. Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß der Zylinder umso stärker gekühlt wird, je höher der Ladedruck ist, mit dem die Durchspülung des Verbrennungsraumes erfolgt.

Hochdruckversuch

Besonders günstige Ergebnisse dürften sich bei Anwendung des DVL-Einspritzverfahrens ergeben. Bei diesem Verfahren wird der Kraftstoff zu zwei verschiedenen Zeitpunkten in aufeinander abgestimmten Mengen eingespritzt. Das Institut für Thermodynamik und Arbeitsverfahren bei der DVL hat auch mit von uns überreichten Hochleistungskraftstoffen Überladeversuche an einem D3 601 2-Zylinderactor durchgeführt und unter den verschiedensten Bedingungen die Klopfgrenzkurven bei normaler und bei aufgeteilter Einspritzung bestimmt. In Abbildung 9 ist ein Kurvenpaar aus diesen Versuchen

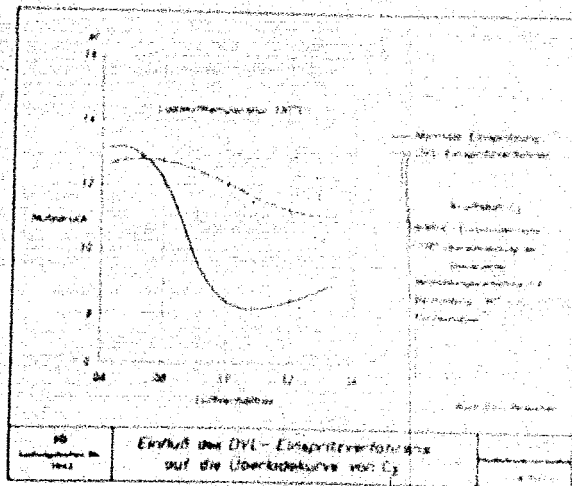


Abbildung 9

dargestellt. Durch Anwendung des DVL-Einspritzverfahrens wurde der mit dem Hochleistungskraftstoff C₃ erreichbare mittlere Zylinderdruck um mehr als 30% erhöht. Auf nähere Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden, da über die Versuche von Seiten der DVL wohl noch ausführlicher berichtet werden wird. Es sei jedoch noch darauf hingewiesen, daß auch an Vollmotoren mit diesem Verfahren schon günstige Ergebnisse erzielt worden sind und daß für die Verwirklichung dieses Arbeitsverfahrens nur eine geringe Abänderung der Einspritzpumpe nötig sein soll.

An dieser Stelle sei auch noch kurz das sogenannte "Ringverfahren" erwähnt. Es soll nicht näher darauf eingegangen werden, jedoch

Bei darauf hingewiesen, daß wohl auch bei Anwendung dieses Arbeitverfahrens günstige Ergebnisse hinsichtlich des Klopfverhaltens der Kraftstoffe zu erwarten sind. Hierüber wird vielleicht von anderer Seite gelegentlich noch Näheres mitgeteilt.

Außer dem Klopfverhalten der Kraftstoffe ist auch ihr Dauerverhalten im Motor von Wichtigkeit. Es sollen daher noch kurz die Fragen des Festgehens der Kolbenringe, der Schmierölverdünnung und der Korrosion der Auslassventile gestreift werden.

Das Festgehen der Kolbenringe ist bekanntlich eines der wichtigsten motorischen Probleme, mit dessen Lösung sich der Konstrukteur und die Forschung schon seit vielen Jahren beschäftigt. In der Abbildung 10 ist der Wärmefluß an einem Flugmotorenkolben

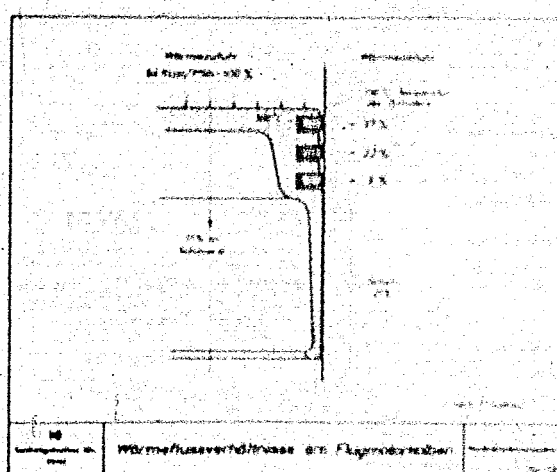


Abbildung 10

dargestellt. Es hat ein Bild aus einer älteren Veröffentlichung von Göblen aus dem Jahre 1935; es ist also durchaus möglich, daß sich bei den neuesten Flugmotorenkolben infolge der großen Fortschritte, die in den letzten Jahren erzielt wurden, wesentlich günstigere Verhältnisse ergeben. Immerhin kann man aber

aus dem Bild erkennen, daß die obersten Ringe, die ja am meisten zum Ringstecken neigen, auch thermisch weitest am stärksten beansprucht sind. Es ergibt sich also auch hinsichtlich des Ringsteckens in gleicher Weise wie für das Klopfverhalten des Kraftstoffs der Wunsch nach einer noch besseren Kolbenkühlung.

Die Frage der Schmierölverdünnung stand am Anfang des Krieges schon einmal im Vordergrund des Interesses, als sie sich bei Jagd-Flugzeugen, die Sperre flogen, unangenehm bemerkbar machte. Schmierölverdünnung tritt am Motor dann auf, wenn anvisiert hochsiedende Anteile im Kraftstoff enthalten sind oder, wie in dem angeführten Fall, der Motor längere Zeit zu kühl betrieben wird. Schon die Anwesenheit von wenigen Prozent Kraftstoff im Öl setzt die Viskosität des Schmieröls soweit herab, daß der Verschleiß des Motors gefährliche Formen annehmen kann. Umfangreiche Versuche des Technischen Prüfstands Oppau haben jedoch gezeigt, daß die Schmierölverdünnung durch richtige Auswahl der Einspritzdüsen, also durch Verbessern der Kraftstoffaufbereitung, weitgehend vermieden werden kann. Maßnahmen gegen das Auftreten der Schmierölverdünnung erscheinen auch im Hinblick auf die Verwendung von höher siedenden Sicherheitskraftstoffen notwendig. Wird bei dem Flugkraftstoffen das zulässige Siedende höher gesetzt, so kann bis zu einem gewissen Grade auch die Kraftstoffverschmutzung vergrößert werden. In Abbildung 11 ist für verschiedene Benzine in Abhängigkeit

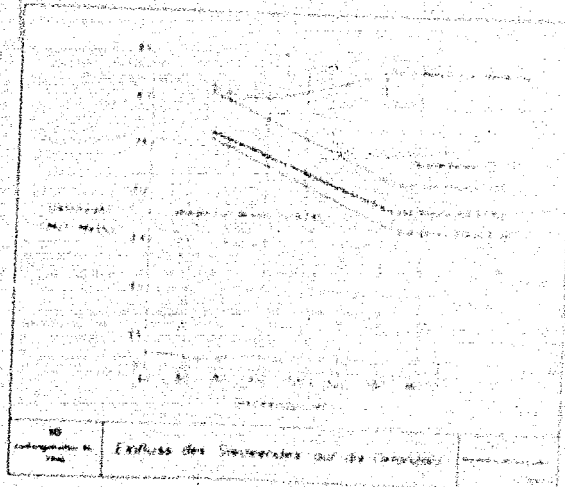


Abbildung 11

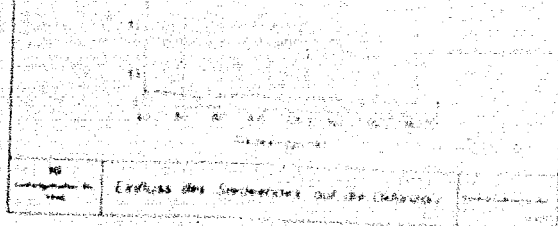


Abbildung 11

Hochdruckversuch

von Blende die Oktanzahl aufgetragen. Man kann daraus ersehen, daß bei den meisten Benzinen die Klopfestigkeit schlechter wird, wenn man das Blende hinausrückt, lediglich bei dem B12-Benzin nimmt sie noch etwas zu, was auf die höher einquaden, besonders klopfesten Arciaten zurückzuführen ist. Bei Abbildung 11 wurde die Oktanzahl als Maßstab für die Klopfestigkeit angegeben, trotzdem sie das Klopfverhalten im Flugmotor nicht immer richtig bewertet. Bei Laboratoriumsversuchen jedoch, bei denen nur kleine Kraftstoffmengen anfallen, ist man auch heute noch auf die Oktanzahl angewiesen, solange kein besseres Klopfprüfverfahren, das weitgehend von der Konstruktion und den Betriebsbedingungen des Motors unabhängig ist und nur wenig Kraftstoff benötigt, vorhanden ist. Während man für die Überladeprüfung am Flugmotoren-Zylinder etwa 10 - 20 Liter Kraftstoff benötigt, genügen für die Bestimmung der Oktanzahl etwa 300 ccm.

Zum Schluss sei noch kurz auf die Korrosion der Auslassventile eingegangen. Die Korrosion der Ventilsitze und der Ventilteller durch das in den Kraftstoffen enthaltene Blei wird auch weitgehend durch die Temperatur beeinflusst. Bei Hochleistungsflugmotoren wendet man daher heute fast durchweg innengekühlte Auslassventile an, wobei es wichtig ist, daß nicht nur der Schaft, sondern auch der Ventilteller gut gekühlt wird. Zur weiteren Schutz gegen die Korrosion werden die Ventilsitze bekanntlich mit Stellite geschützt und die Ventilteller verchromt oder mit einer anderen Schutzschicht beispielsweise in England, mit "Brighton", einer Chromnickellegierung, überzogen. Es sei hier noch eine Abbildung aus einem Vortrage von Banks gezeigt, die anscheinend nicht allgemein bekannt

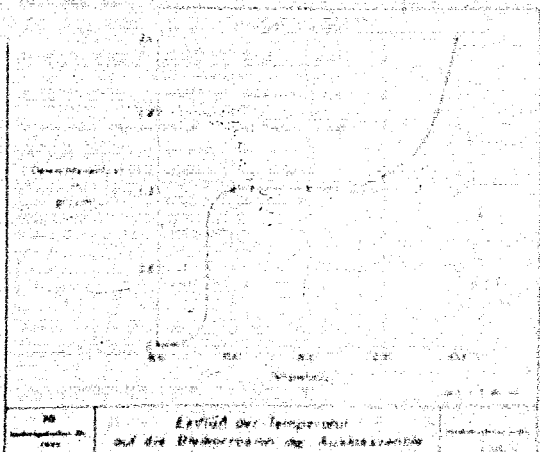


Abbildung 12

Hochdruckversuche

ist und den Einfluss der Ventiltemperatur auf die Bleikorrosionen darstellt (Abbildung 12). Demnach tritt bei etwa 670° eine sprunghafte Steigerung der Bleikorrosion auf, sodass man mit der Temperatur möglichst unter diesen Bereich bleiben oder die Ventilteller, wie erwähnt, mit einer widerstandsfähigen Schutzschicht überziehen muß. Unter Umständen kann die Temperatur der Auslassventile auch durch eine etwas fettige Gemischeinstellung oder durch Verändern der Mischung oder des Einspritzzeitpunktes bis zu einem gewissen Grade verringert werden, wie dies kürzlich an einem Motorenbaustarter auf Grund eines Vorschlages der DVL mit Erfolg angewendet worden ist.

Es wurden nun eine große Anzahl von Fragen angeschnitten, deren Lösung vom Standpunkt des Kraftstoffherstellers aus gesehen geeignet erscheint, um aus Kraftstoff und Motor die größtmögliche Leistung herauszuholen. Bei unseren Hochleistungskraftstoffen haben wir allerdings hinsichtlich ihrer Klopfestigkeit noch gewisse Reserven, insbesondere wenn die am Motor auftretenden Temperaturen nicht höher werden. Für die Mehrzahl unserer heutigen Flugmotoren genügt trotz der Leistungssteigerung noch der Flugkraftstoff vom Typ O1 B7, was als ein Beweis für ihre gute Konstruktion angesehen werden kann; nur wenige Hochleistungsmotoren benötigen die O₂-Qualität. Die O₂-Qualität kann nach Konischen von 20% Iso-Oktan aus allen Rohstoffen, die für die Hochdruckhydrierung in Frage kommen, erreicht werden, in den meisten Fällen wird sie sogar überschritten. (Abbildung 13). Die O₂-Qualität kann nur bei

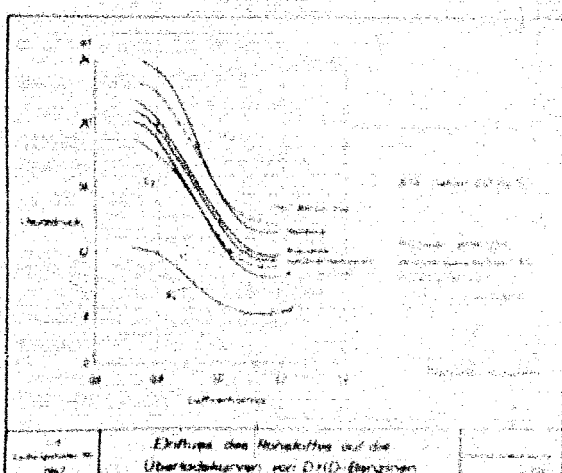


Abbildung 13

nicht über werden. Für die Mehrzahl unserer heutigen Flugmotoren genügt trotz der Leistungssteigerung noch der Flugkraftstoff von Typ OI 87, was als ein Beweis für ihre gute Konstruktion angesehen werden kann; nur wenige Hochleistungsmotoren benötigen die O_2 -Qualität. Die O_2 -Qualität kann nach Zusätzen von 20% Iso-Oktan aus allen Rohstoffen, die für die Hochdruckhydrierung in Frage kommen, erreicht werden, in den meisten Fällen wird sie sogar überschritten. (Abbildung 13). Die O_2 -Qualität kann nur bei

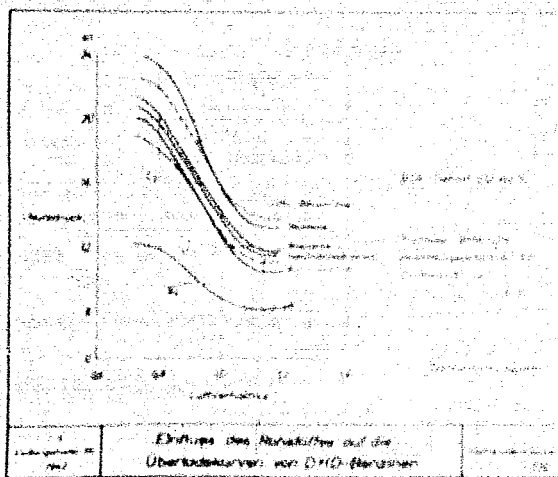


Abbildung 13

Hochdruckversuche

Versendung von Steinkohle als Ausgangsmaterial oder auf Kosten der Ausbeute von und mit großem Aufwand hergestellt werden. Eine vollständige Einstellung der künftigen Motoren auf den O_2 -Kraftstoff würde also eine Einschränkung der Rohstoffbasis und damit eine bedeutende Verringerung der Produktionsmenge mit sich bringen. Wenn man bedenkt, welcher großen Aufwand es kostet, um von der Kraftstoffseite her den erreichbaren mittleren Betriebsdruck nur um 1 at zu erhöhen, andererseits aber durch verhältnismäßig einfache Maßnahmen, wie z.B. die Anwendung der aufgeteilten Einspritzung, die Klopfgrenzkurven wesentlich verbessert werden können, dann sollte man nicht unvernuemt versuchen, um die Klopf-festigkeit des Motors durch solche Maßnahmen zu verbessern, soweit dies möglich ist. Motorbauer und Kraftstoffhersteller müssen sich hier gegenseitig ergänzen und so dazu beitragen, daß Deutschland hinsichtlich der Güte seiner Flugzeuge noch weiterhin seinen Feinden überlegen bleibt.

gez. Dohn

TITLE PAGE

4. Vortrag von Prof. Jost - Leipzig in Karlsruhe
 am 9.5.40. Der Verbrennungsvorgang im Motor.
 Lecture by Prof. Jost - Leipzig in Karlsruhe
 9 May 1940. Combustion process in the motor.

nichtflüchtigkeiten die bei jeder...
 flüchtigkeiten...
 in der die...
 durch...
 die...
 treiter der...
 erhält...
 keit der...
 Induktion...
 Verbrennung...
 richtig...
 infolge...
 verschränkte...
 den...
 ergibt...
 gasförmig...
 Kohlenwasserstoff...
 Schmelze...
 trieter der...
 Induktion...
 starke...
 der...
 mit...
 Spezielle...
 und...
 fand...
 chender...
 run...
 Oligomere...

bei Paraffin...
 etwa durch...
 Doppelt...
 hieraus...
 Klopfverhalten...
 also eine...
 Verbindungen...
 schen...
 von...
 Maß...
 extremen...
 und...
 Athylradikale...

TITLE PAGE

5. Reaktionsversuche. (Bericht von Herrn Dipl. Ing.
Grader). Hydr. Nr. 870.
Determination of recoil forces caused by the
discharge of gases or liquids from broken
high pressure lines.

Frame Nos. 514 - 534

SECRET
CONFIDENTIAL
SECRET

SECRET
CONFIDENTIAL
SECRET
CONFIDENTIAL
SECRET

CONFIDENTIAL

... ..
... ..
... ..

-
-
-
-
-

... ..
... ..

CONFIDENTIAL

... ..

L