

2169-36

30/4.03

Oppau, den 4. Juli 1944

360000180

Notbehelfsmaßnahmen zum vorübergehenden Ersatz
bombenbeschädigter Gasbehälter

Die Erfahrung hat gezeigt, daß es unmöglich ist durch Feindeinwirkung stark beschädigte oder zerstörte Gasbehälter in kurzer Zeit zu reparieren bzw. wieder aufzubauen. Der Grund hierfür ist in den langen Lieferzeiten für die benötigten Materialien und im Fehlen einer entsprechenden Anzahl von Fach- und Hilfskräften bei den Lieferfirmen zu suchen. Aus diesem Grunde haben wir Überlegungen angestellt, wie bei chemischen Synthesen mit hohem Gasbedarf der Betrieb mit möglichst wenig Gasbehältern aufrechterhalten werden kann. Im einzelnen wird vorgeschlagen:

Vorschlag 1

Betrieb ohne jeden Gasbehälter

Die einfachste Betriebsweise wäre nun so durchzuführen, daß die Gasfabrik stets mehr Gas erzeugt als von den Synthesen verarbeitet wird. Das überschüssige Gas wird durch eine Entspannungseinrichtung (Überströmtopf mit Wasserfüllung) über Dach geblasen. In die Gasleitung zwischen Gasfabrik und dem ersten verarbeitenden Betrieb (meist Gebläsehaus vor einer Schwefelreinigung), muß noch ein Druckregler eingebaut werden, der den Gasdruck in der zu den verarbeitenden Betrieben führenden Gasleitung konstant hält.

Um nun auch bei plötzlich auftretenden Betriebsstörungen in der Gasfabrik und der dadurch bedingten Gasminderlieferung Unterdruck in den Niederdruckgasleitungen und die damit verbundene Gefahr des Luftansaugens zu vermeiden ist es erforderlich, sämtliche gasfördernden Gebläse und Kompressoren mit Umgangsregelungen zu versehen, die bei zu geringer Gaslieferung, dh. bei auftretendem Unterdruck in der Ansaugleitung Gas von der Gebläsedruckseite auf die Ansaugseite zurückentspannen. Zwischen Druck- und Saugseite des Gebläse bzw. Kompressoren, wird also eine Verbindungsleitung anzuordnen sein, in die eine Drosselklappe eingebaut ist welche vom Gasdruck in der Ansaugleitung gesteuert wird.

Das durch den Betrieb ohne jeden Gasbehälter bedingte dauernde Überdachfahren von Gas ist unerwünscht, weshalb die nachfolgenden Gas-speicher-möglichkeiten vorgeschlagen werden:

Vorschlag 2

Niederdruck-Stahlbetonbehälter mit Wasserfüllung

Nach diesem Vorschlag wird ein Stahlbetonbehälter mit an sich konstantem Rauminhalt, der teilweise mit Wasser gefüllt ist, im Nebenschluß an die Gasleitung zwischen Gasfabrik und dem oben erwähnten Druckregler eingeschaltet. Durch Senken des Wasserspiegels bei Überschußgaserzeugung wird Gasspeicherraum für die Aufnahme von überschüssigem Gas geschaffen, während bei zu geringer Gaserzeugung durch Einschalten einer Pumpe der Wasserspiegel im Behälter gehoben und so Gas in die Gasleitung zurückgedrückt wird.

Da das Wasserablassen möglichst schnell erfolgen muß, wird hier zweckmäßig die Traut-Schnellschlußdrossel verwendet, die einfach gebaut ist und vom Wasserdruck der Leitung ohne Motor betrieben wird. Wenn keine geeigneten Pumpen vorhanden sind, kann die Zuführung von Wasser auch aus dem Wassernetz erfolgen. Um das ablaufende Wasser auffangen zu können, wird der Behälter zweckmäßig in der Nähe eines Teiches aufgestellt, da sonst ein besonderes Auffangbassin erforderlich ist. Das befriedigende Arbeiten des naßen Niederdruck-Stahlbetonbehälters ist von der sekundlich ab- bzw. zugeführten Wassermenge und der Schnelligkeit mit der die Wasserab- bzw. zufuhr in Betrieb gesetzt wird, abhängig. Schema dieser Betriebsweise siehe Abb. 1.

Vorschlag 3

Gasspeicherung im Druckbehälter

Anstelle des drucklosen Behälters mit Wasserfüllung werden nach diesem Vorschlag wasserlose Druckspeicher vorgesehen, in die von irgendwelchen Kompressoren das Überschußgas hineingedrückt und aus denen bei Gasmangel Gas in die Ansaugleitung der Kompressoren entspannt wird. Die Einschaltung der Druckbehälter setzt folgende Fahrweise voraus:

Durch eine Umgangsregelung an sämtlichen Gebläsen zwischen Gasfabrik und Kompressorenbetrieb wird dafür Sorge getragen, daß jeweils gerade die Gasmenge gefördert wird, welche die Gasfabrik erzeugt. Bei Soll-Lieferung der Gasfabrik, dh. bei der Gasmenge die die verarbeitenden Betriebe verlangen, wird stets eine bestimmte Gasmenge (vielleicht 10%) von der Gebläsedruckseite dauernd auf die Ansaugseite zurückentspannt. Die Regelung der umlaufenden Gasmenge wird durch eine in die Gebläseumgangsleitung eingebaute Klappe gesteuert, die bei ansteigendem Gasdruck in der Saugleitung, also bei Mehrgaslieferung, den Umgang abdrosselt, sodaß weniger Gas zurückentspannt und mehr Gas gefördert wird, der Druck in der Ansaugleitung also konstant bleibt. Bei zu geringer Gaslieferung wird die Drosselklappe geöffnet, dh. mehr Gas als normal in die Ansaugleitung zurückentspannt, sodaß der Ansaugdruck wiederum gleich bleibt. Die Niederdruckbetriebe müssen bei dieser Fahrweise allerdings eine stets schwankende Gasmenge verarbeiten, was erfahrungsgemäß möglich ist. Diese Regelung hat zur Folge, daß der Gasdruck in der Ansaugleitung der Kompressoren sinkt und steigt in dem Maße wie die Gaserzeugung um ihren Sollwert, dh. um die von den Synthesebetrieben verarbeitete Gasmenge, schwankt.

Es ist nun aber nicht möglich, bei den Kompressoren ebenfalls eine Umlaufregelung anzuwenden, da ja dafür gesorgt werden muß, daß die Synthesebetriebe gleichmäßig durchlaufen können.

Es ist daher erforderlich, daß einer der vorhandenen Kompressoren einen Teil des zu komprimierenden Gases in einen Druckspeicherraum fördert, der das Überdruckgas aufnimmt und bei Gasmangel Gas in die Ansaugleitung des Kompressors abgibt. Diese Gasmenge soll etwas größer sein als die Abweichung der erzeugten Gasmenge von ihrem Sollwert. Das Füllen und Entspannen des Speichers wird durch Regelventile, die automatisch vom Gasdruck in der Ansaugleitung der Kompressoren oder entsprechend diesem Druck von Hand bedient werden, gesteuert.

Die Gasfabrik muß sich hierbei nach der Höhe ihrer Erzeugung nach dem Druck im Gasspeicher, dh. nach der Menge des gespeicherten Gases richten.

Als Druckgasspeicher können verwendet werden:

- a) Vorhandene Stahlhochdruckbehälter (z.B. 1200 mm li. Weite, 18 m Länge, Betriebsdruck 325 atü).
- b) Druckbehälter aus Stahlblech für einen niedrigeren Betriebsdruck, die jedoch zurzeit praktisch nicht beschafft werden können.
- c) Gasbehälter aus Stahlbeton für einen Betriebsdruck von 3 - 5 atü mit einer dünnen, gäddichten Innenauskleidung, die in drei bis vier Monaten betriebsfertig aufgestellt sein dürften.

Nachteile der geschilderten Notbetriebsfahrweisen gegenüber dem Normalbetrieb

Betrachtet man die einzelnen Vorschläge, so muß man sich darüber klar sein, daß es sich nur um Behelfsmaßnahmen handelt, die einen wesentlich unwirtschaftlicheren Betrieb bedingen als die Fahrweise mit den üblichen Gasbehältern. Die sich ergebenden Nachteile sind im einzelnen folgende:

Vorschlag 1

Gasverlust durch Überdachblasen des Überschußgases.

Energieverlust durch das Zurückentspannen eines Teiles des Gases bei jeder Gasförderstation.

Vorschlag 2

Energieaufwand zur Wasserförderung.

Vorschlag 3

Energieverlust durch das Zurückentspannen eines Teiles des Gases bei jeder Gasförderstation.

Energieverlust durch Kompression des zu speichernden Gases.

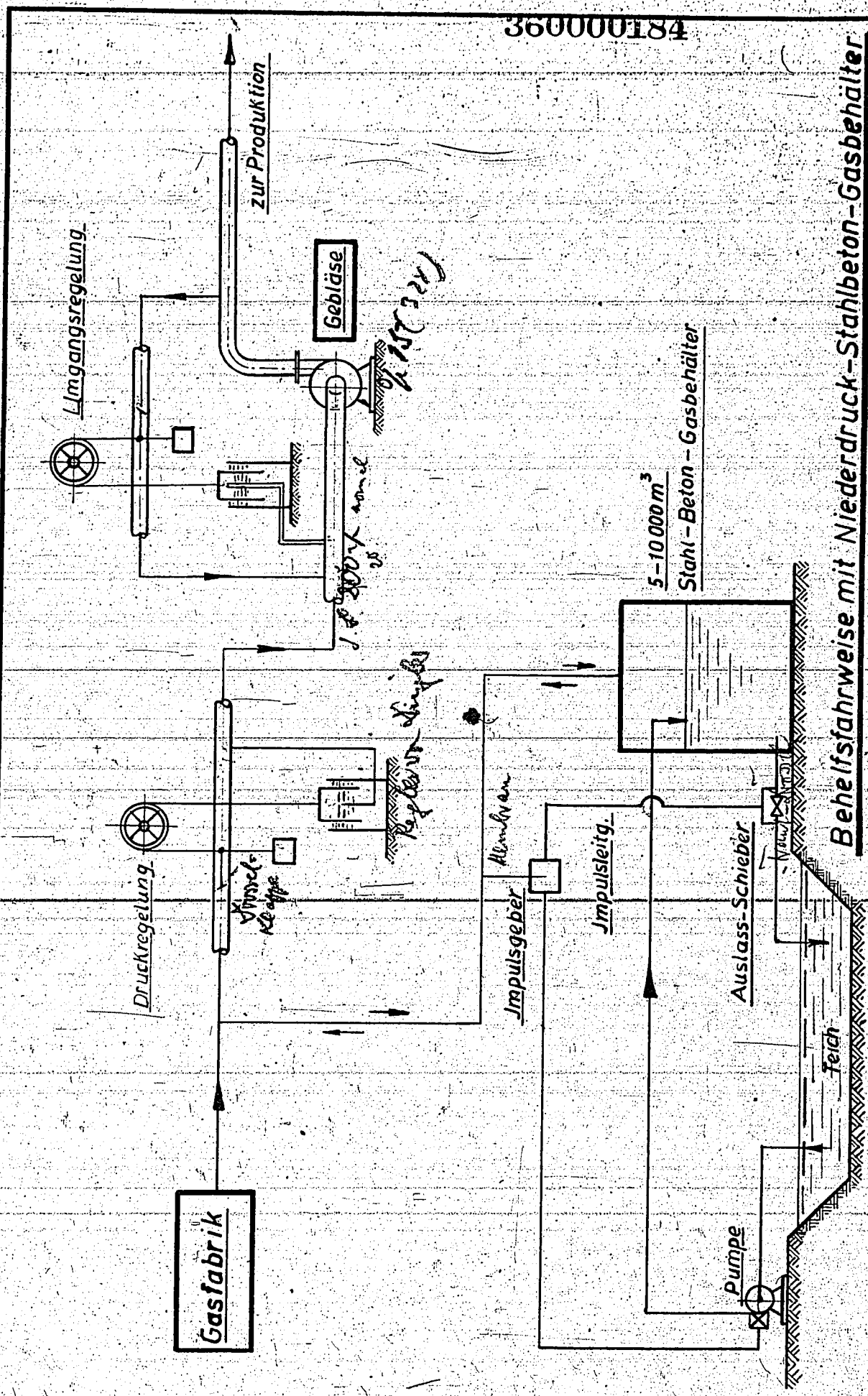
Verlust an Kompressoren oder Hochdruckbehältern für die Fabrikation und damit eine Produktionsverminderung.

Ausführungsplan für das Werk Oppau

Die Wahl der Maßnahmen zum Notbetrieb ohne die üblichen Gasbehälter können je nach den vorliegenden Verhältnissen verschieden sein. Für Oppau planen wir die in der Anlage Nr. 2 dargestellte Betriebsweise.

Es ist eine Gasdruckspeicherung in 5 atü - Stahlbetonbehälter vorgesehen, von denen nach Beendigung der laufenden Vorversuche 4 Stück mit je 500 m³ Rauminhalt parallel geschaltet in der notwendig

360000184



Behelfsweise mit Niederdruck-Stahlbeton-Gasbehälter

Aufnahme oder Abgabe von Gas durch Heben oder Senken des Wasserspiegels im Behälter

Abb. 1

1/0185 1250 A. 42.

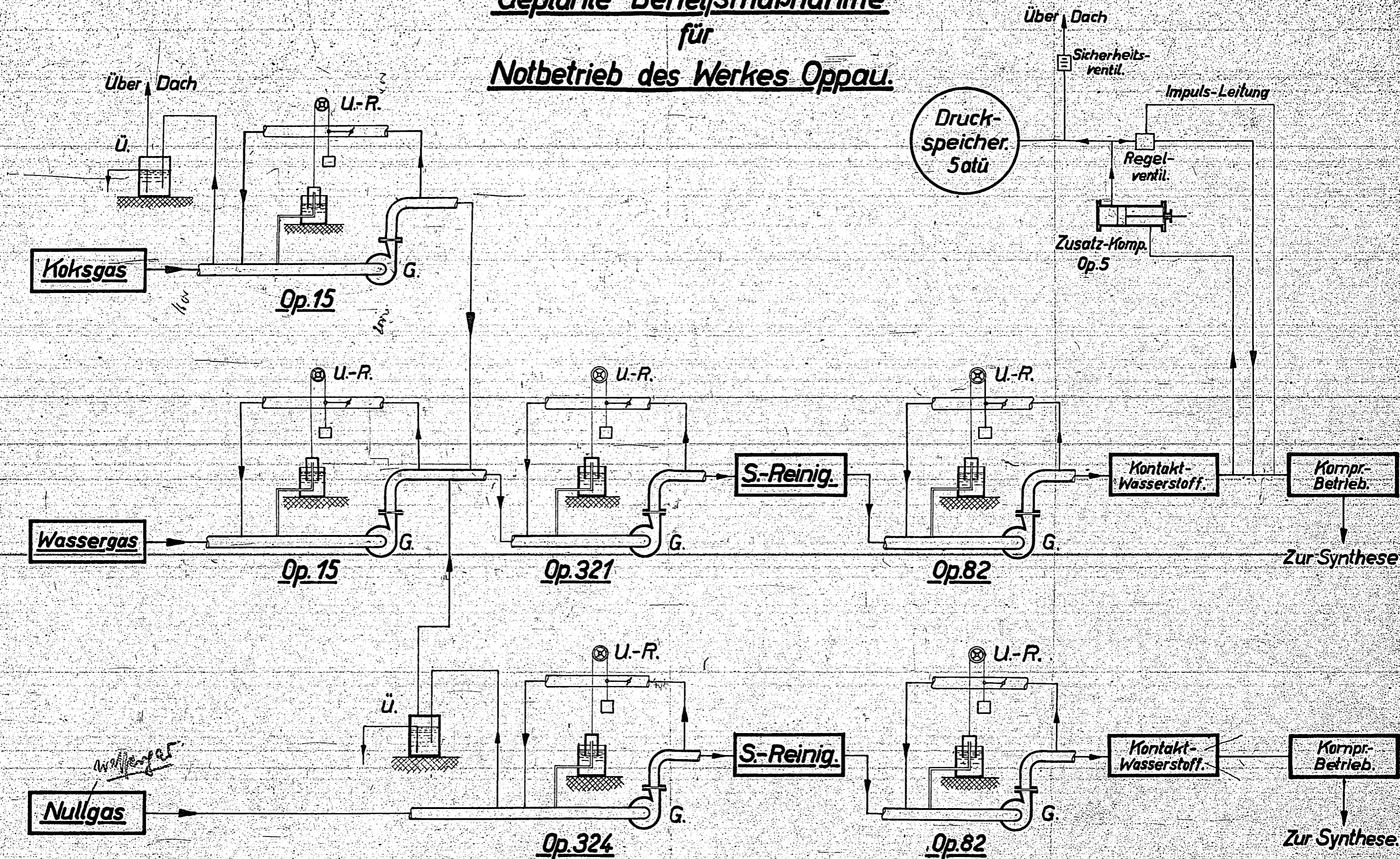
I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen am Rhein
Tag 3.7.1934 Name *[Signature]*

Maßst.

Urheberrechtsschutz nach DIN 34

Pause hier abbrechen

Geplante Behelfsmaßnahme für Notbetrieb des Werkes Oppau.

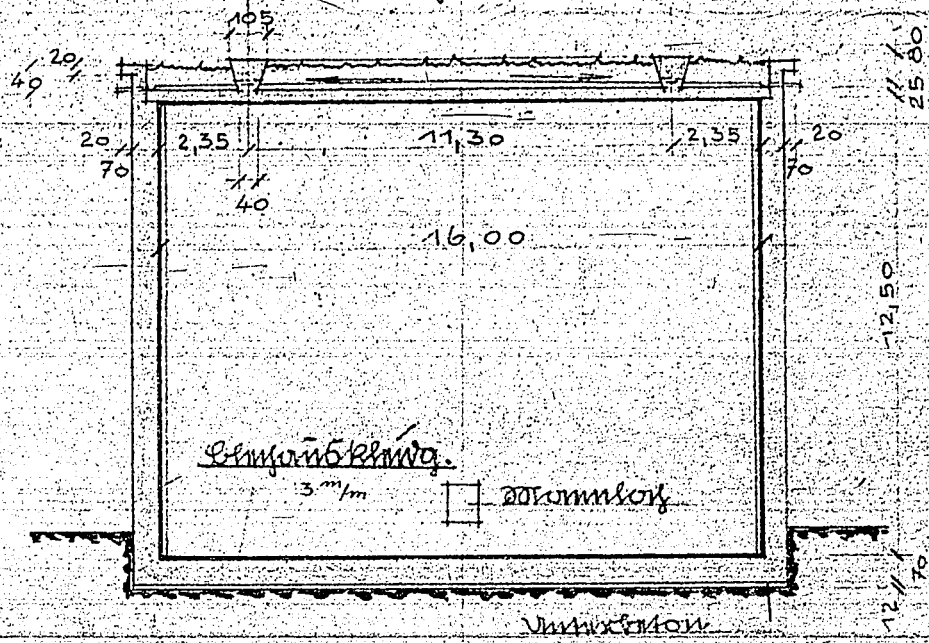


G. = Gebläse.
 U.-R. = Umgangs-Regelung.
 Ü. = Überströmtopf mit Wasserfüllung.

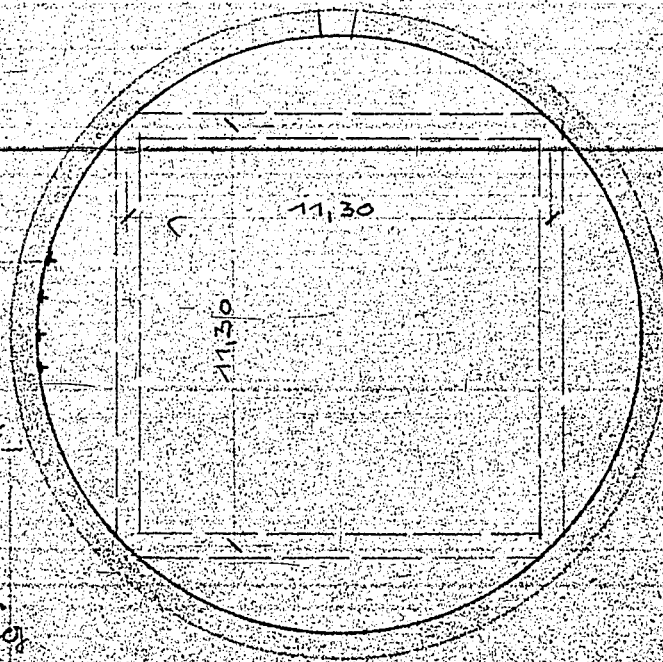
360000186

Drage - Beton - Grabungswand mit Ringanker (5 m/m)
für 1 kg/cm² Grabungstiefe V = 2500 m³

Querschnitt



Optimierung



Optimierungswert:
 800 m³ Beton
 60 to Drage +
 25 to Ringanker
 7 to Optimierung
 Gesamtwert 64.000 RM
 ohne Ringanker

17.40
206.17200

Anlage 3

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen am Rhein
Tag 19.5.44 Name *Falla*

Maßstab

Urheberrechtlich nach DIN 34

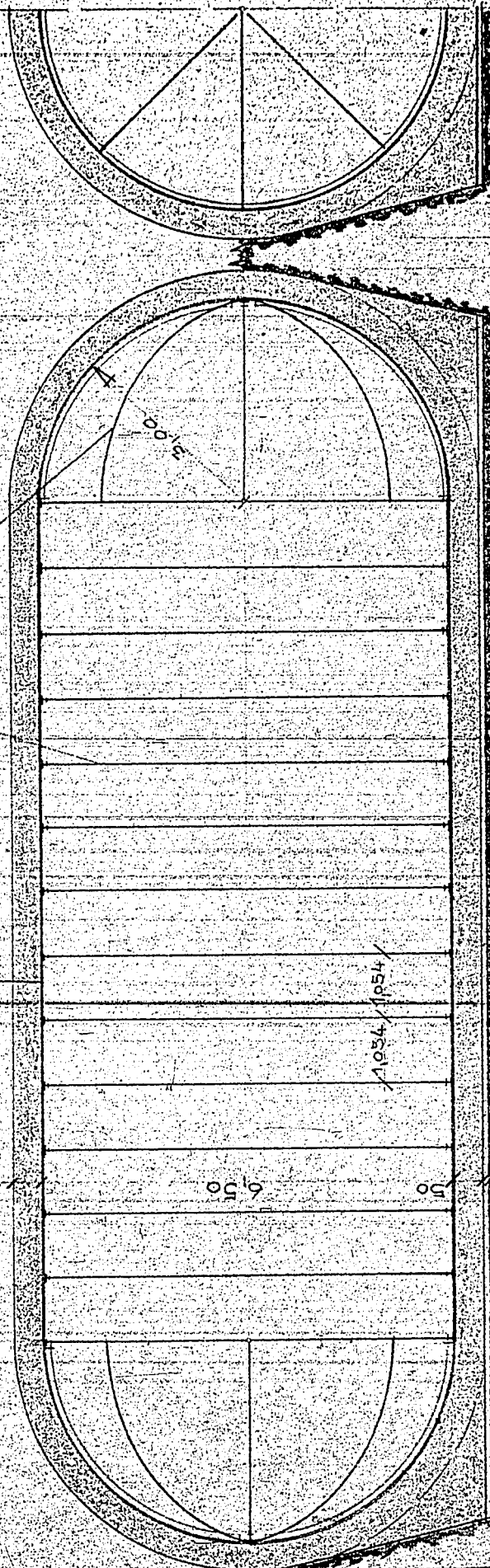
10116 25000 11.42

360000187

Душе - Билков - Гербова сграда с 50 см дебелина на стени

$\rho_1 = 5 \text{ kg/cm}^2$, $V = 5.65 \text{ m}^3$, $2h = 50 \text{ cm} = \text{дебелина на стени}$

Обем на стени 3 m^3 Дебелина на стени 50



1.75 3.00 1.75 3.00 1.50 1.50

13.70 21.20

Обем на стени

342 m³ стени

95 to стени

13.5 to обем на стени

Обем = 50.000 BM от стени

Anlage 4

M = 1 : 100

110186 25000 5 41

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen am Rhein

Tag 1.7.55 Name Julia

Maßstab

Urheberrechtsschutz nach DIN 59

2169-37

30/4.03

Geheim!

Büro Sparte I

- 1. Dies ist ein Staatsgeheimnis im Sinne des § 88 RStGB.
- 2. Weitergabe nur verschlossen, bei Postbeförderung als „Einschreiben“.
- 3. Aufbewahrung unter Verantwortung des Empfängers unter gesichertem Verschluss.

370000189

~~17.4.~~ 8.9.15.9.
 24.8. 20.10
 17.8. 12.1.44
 14.7. 27.7.

Ergänzung zum Gasplan I u. II Oppau

- 1.) Gasmengenschwankungen im Stigas zwischen Sommer u. Winter.
- 2.) Kapazitäten Oppau: Stand 1.6.43
- 3.) Kapazitäten Oppau für vorläufigen und Voll-Ausbau.

Wiedervorlage	12.7.43
Zu den Akten	<i>Lehr</i>
Op 451	5. JULI 1943

Lehr

Oppau, den 25.6.1943
Dr. Bü/Ha.

Büro Sparte I

Vorläufiger Ausbau : Gasinngensackmarkung zwischen Sommer u. Winter in Sti - Gas
 300 000 Jato N, 150 000 Jato Rohbutyl, 25 600 Jato Rohmethanol, 17 000 m³/St. Nullreingas, 3 000 m³/St. Rein - CO.

S t i g a s	Mittelwerte m ³ / Std.			Sommerwerte m ³ / Std.			Winterwerte m ³ / Std.			B e m e r k u n g e n
	Gas	Kapazität Gesamt	Kapazität abzgl. Reserve	Gas	Kapazität Gesamt	Kapazität abzgl. Reserve	Gas	Kapazität Gesamt	Kapazität abzgl. Reserve	
Ammoniakfabrik	116 000	-	-	106 000	-	-	126 000	-	-	1) ohne Saargaswasserstoff
Wasserstoffreinigung,	116 000	126 300	-	106 000	126 000	-	126 000	126 000	-	2) Kapazität z.Zt. 270 000 Jato N
Kompression II (HD)	130 000	-	-	119 000	-	-	141 000	-	-	
Butylgas + Nullgas	57 300	-	-	57 300	-	-	57 300	-	-	
Summa :	187 300	241 000	210 500	176 300	233 000	204 000	198 300	248 000	217 000	
Druckwasserreinigung,	130 000	132 500	-	119 000	115 000	-	141 000	150 000	-	
Reingas	159 500	-	-	144 500	-	-	174 500	-	-	a) 1 Druckkonv. + Versuchskonv. i. Beleg
Kompression I (ND)	152 000	-	-	137 000	-	-	167 000	-	-	b) 2 " " " "
Butylgas + Nullgas	76 500	-	-	76 500	-	-	76 500	-	-	
Summa : a)	236 000	296 000	261 000	221 000	287 000	251 000	251 000	305 000	267 000	
Summa : b)	228 500	-	-	213 500	-	-	243 500	-	-	
Konvertierung	123 300	163 000	143 000	110 500	168 000	143 000	136 500	168 000	143 000	
St - Reinigung	120 000	144 000	132 000	107 000	144 000	132 000	133 000	144 000	132 000	
Methangas	119 000	-	-	106 000	-	-	132 000	-	-	
Koksgas	17 000	64 000	-	15 200	64 000	-	18 800	64 000	-	
Wassergas	102 000	-	-	91 000	-	-	113 000	-	-	
Nullwassergas	51 000	-	-	51 000	-	-	51 000	-	-	
Gasfabrik	153 000	-	163 300	142 000	-	163 300	164 000	-	163 300	Kapazität erreicht im März 1944

Grundlage : A) Kap.-Erweiterung der Ammoniakfabrik auf 820 tato N (einschl. Saargas) im Mittel (Wf 985 / So 755 tato).
 B) Schwankungen der Ammoniakfabrik zwischen Winter u. Sommer + 8 % um Mittelwert.
 C) Butylgas und Nullgas ohne Jahreszahl, Schwankungen, Kap. so eingesetzt, dass volle Gasbelieferung möglich.

Ergebnis : Alle Kapazitäten reichen aus, nur Druckwasserreinigung im Sommer etwas zu klein!

Oppau, den 25.6.43.
 BSpI. Dr. BU/HB

Büro Sparte I

Vollausbau: Gasengangsverteilung zwischen Sommer und Winter im Stk - Gas

320 000 Jato N, 180 000 Jato Rohbutyl, 46 000 Jato Rohmethanol, 17 000 m³/h Nullreingas, 3 000 m³/h Rein - CO

S t i g a s	Mittelwerte m ³ /h		Sommerwerte m ³ /h		Winterwerte m ³ /h		B e m e r k u n g e n
	Gas	Kapazität Gesamt	Gas	Kapazität Gesamt	Gas	Kapazität Gesamt	
Ammoniakfabrik.	126 000	211 500	115 000	199 500	137 000	223 500	1) ohne Saargaswasserstoff
Wasserstoffreinigung	126 000	141 000	115 000	126 000	137 000	126 000	2) Kap. z.Zt. 270 000 Jato N
Kompression II (HD)	141 000	141 000	129 000	140 000	153 000	140 000	3) " "
Butylgas + Nullgas	70 500	70 500	70 500	70 500	70 500	70 500	4) " , wenn in Op.65 2 x 500 er W. durch 2 x 800er ersetzt werden.
Summe	211 500	239 000	199 500	233 000	223 500	248 000	
Druckwasserreinigung	141 000	141 000	129 000	98 000	153 000	129 000	
Reingas	167 000	27 000	150 000	30 000	176 500	24 000	
Kompression I (ND)	159 500	150 000	142 500	150 000	176 500	170 000	Kap.-Mangel i. Sommer = 3 Dopp.Wascher " bei Neuerstellung v. 3 " "
Stigass a)	167 000	167 000	150 000	167 000	184 000	184 000	a) 2 Druckkonv. + Vers.konv. i. Betr.
" b)	159 500	27 000	142 500	30 000	176 500	24 000	b) 3 " " " "
Butylgas + Nullgas	95 000	95 000	95 000	95 000	93 000	93 000	
Summe : a)	260 000	296 000	243 000	287 000	277 000	305 000	a) wie vorher
b)	252 500	252 500	235 500	235 500	269 500	269 500	b) " " " "
Konvertierung	131 000	131 000	116 000	168 000	146 000	168 000	a) 2 Druckkonv. + Vers.konv. erstellt
" a)	131 000	193 000	116 000	193 000	146 000	193 000	b) 3 " " " "
" b)	127 000	156 000	112 500	156 000	141 500	156 000	
S - Reinigung	126 000	126 000	111 500	144 000	140 500	144 000	
Mischgas	19 000	64 000	17 000	64 000	21 000	64 000	
Koksgas	107 000	107 000	95 000	95 000	119 000	119 000	
Wassergas	66 000	66 000	66 000	66 000	66 000	66 000	
Butylgas + Nullwassergas	173 000	173 000	161 000	184 000	185 000	184 000	Kap. erreicht Februar 1947
Gasfabrik	173 000	192 000	161 000	192 000	185 000	192 000	Endkap. " August 1947
Summe :	173 000	184 000	161 000	184 000	185 000	184 000	
		192 000		192 000		192 000	

370000191

Grundlage: A) Kap.-Erweiterung der Ammoniakfabrik auf 900 tato N (einschl. Saargas) im Mittel (vi 970/So 830)

B) Schwankungen der Ammoniakfabrik zwischen Winter u. Sommer ± 8 % im Mittelwert.

C) Butylgas u. Nullgas ohne jahreszeitl. Schwankungen. Kap. so eingesetzt, daß volle Gasbelieferung möglich.

Ergänzung: A) Wasserstoffreinigung : Augenblickliche Kapazität reicht nicht aus. Wenn aber der geplante Ersatz von 2 x 500er Washern in Op.65 durch 2 x 800er

Wascher durchgeführt ist, ist die Kapazität ausreichend.

B) Druckwasserreinigung : Dort fehlen etwa 3 Dopp.Wascher.

b.v.

Ergebnis: C) Kompression 1 (N.O.): Kapazität im Winter ist knapp, wenn nur 2 Druckkonvertierer und der Versuchskonvertierer in Betrieb sind.
Bei etwas verkleinerter Reserveshaltung aber ausreichend.

D) Konvertierung: Kapazität im Winter knapp, aber bei etwas verkleinertem Kapazität in Regeneration ausreichend.

Oppau, den 25.6.43.
BspI. Dr. 80/Hs.

KAPAZITÄTEN O.P.P.A.U. : Stand 1.6.45.

370000193

Gasfabrik : 29 Generatoren gesamt.
 17 alte Generatoren 11 in Betrieb je 5 700 m³/h
 12 neue " 9 " " je 8 000 m³/h } 134 700 m³/h

Schwefelreinigung : 30 Reiniger gesamt
 davon 19 im Stigas je 6 000 m³/h 114 000 m³/h
 9 " Nullgas je 5 000 " 45 000 "
 2 in Regeneration

Sa.: 159 000 m³/h

Konvertierung: 43 Konverter gesamt.
 (Eing.) davon 29 Konverter Stigas je 4 000 m³ 116 000 m³/h
 2 " " 11 000 " 22 000 "
 1 Versuchsdruckkonverter " 8 000 " 8 000 "
 11 Konverter Stigas 146 000 "
 Nullgas je 3 500 " 38 500 "
 2 Konv. in Regeneration (od. 1 großer Konverter) 184 500 "
 8/11 000 "
 176 500/174 500 m³/h

Kompressoren: 17 je 3 500 N.D. je 2 800 H.D. 59 500 ND 47 600 HD
 4*) " 17 000 " " 13 500 " 68 000 54 000
 6 " 13 500 " " 13 500 " 81 000 81 000
 3 " 11 500 " " 10 500 " 34 500 31 500
 Zusatz : 10 " 2 100 - 2 500 " " " 23 700 -
 " 2 " " " 1 100/2 800 H.D. " 5 900

Summe : 42 Stück Nennleistung : 266 700 m³/h 218 000 m³/h
 off. Mittelleistung : 250 000 " 205 000 "

*) 2 Kompressoren in Op. 750 i. Betr.

Druckwasserreinigung : 31 Wascher gesamt
 (Reingas) davon 21 Normal-Wascher Stigas je 5 200 So/6 800 Wi : So 110 000 m³/h Wi 143 000 m³/h
 3 kleine " = 2 Normal-Wascher Stigas : 10 400 " 13 000 "
 Stigas : 120 400 " 156 600 "
 3 Normal-Wascher Nullgas je 5 200 So/6 800 Wi : 15 600 " 20 400 "
 4 Doppel- " Butylgas " 9 600 " /11 600 Wi : 38 400 " 46 400 "
 So. : 173 400 " Wi 222 400 "

Wasserstoffreinigung : 17 Wascher gesamt
 (Reingas) davon 6 800 er Stigas je 13 000 m³/h 78 000 m³/h
 9 500 er " " 6 000 " 48 000 "
 Stigas : 126 000 m³/h
 3 500 er Nullgas je 6 000 m³/h 18 000 "
 Summe : 144 000 m³/h

Ammoniakfabrik : 22/21 Öfen 800 er
Butylfabrik : 6 900er - Ofen
 2 1200er - " (Wickelofen)
Methanolfabrik : 2 800er - Ofen

Kapazitäten für vorläufigen und Vollausbau

I) Gasfabrik :

(n.Schr.Dr.Gloth v. 8.3.43)

Generatoren	Drehroste je 5 700 m ³ /h		Rührarme je 8 000 m ³ /h		Wassergasproduktion (abzgl. Rep.-Kap.) m ³ /h
	Ges.Zahl	in Betr.	Ges.Zahl	in Betr.	
März / April 43	19	12	10	8	132 400
August "	16	10	13	10	137 000
Januar 44	15	9	16	13	155 300
Juni/Juli "	13	8	18	15	163 600
Januar 45	11	6	20	17	170 200
Juni/Juli "	9	5	22	18	172 500
Januar 46	7	5	24	18	172 500
Januar 47	3	1	28	22	181 700
August 47	-	-	31	24	192 000

II) Saergaserlagung (Apparate etwa 10 % Überlastbar)

3 Apparate je 9 400 m ³ /h	28 200 m ³ /h (+ 10 %)
1 Apparat in Reserve	- 9 400 " "
	18 800 " "
3 Kompressoren E/16 stü je 10 000 m ³ /h	30 000 m ³ /h
1 Kompr. in Reserve	- 10 000 "
	20 000 m ³ /h
3 Kompressoren 13/325 stü je 6 000 m ³ /h	18 000 m ³ /h
1 Kompr. in Reserve	- 6 000 "
	12 000 m ³ /h

III) K.W. Synthesegas - Anlage Cp. 649

5 Einheiten je 950 m ³ /h	4 750 m ³ /h
1 Einheit in Reserve	- 950 "
	3 800 m ³ /h

IV) Spaltanlage Cp. 631 N

Kapazität: 8 000 m³/h (max. 10 000 m³/h)

V) Spaltanlage Cp. 631 E

Kapazität 5 000 m³/h

VI) Schwefelreinigung

Stigas :	Op 319	12 Absorber	je 6 000 m ³ /h	72 000 m ³ /h
	" 324	2 Doppel-Absorber	je 12 000 "	24 000 "
		(fertig Herbst 1943)		
	Op 187	4 Doppel-Absorber	je 12 000 "	48 000 "
		(fertig Frühjahr 1944)		
	Op 324	2 Absorber	je 6 000 m ³ /h	12 000 "

Summe : 156 000 m³/h

In Regeneration 1 Doppel- oder 2 einfache Absorber : 12 000 "

Kapazität abzgl. Regeneration : 144 000 m³/h

Butylgas + Nullgas

Op 324	16 Absorber	je 5 000 m ³ /h	80 000 m ³ /h
	In Regeneration	2 Absorber	10 000 "
			Kapazität abzgl. Regeneration : 70 000 m ³ /h

VII) Konvertierung (Zugang) :

Stigas :	Op 4/90	22 Konv.	je 4 000 m ³ /h	88 000 m ³ /h
		2 "	" 11 000 "	22 000 "
				<hr/> 110 000 m ³ /h
	Op 4	Versuchsdruckkonv. zu 8 000 m ³ /h		8 000 "
	Op 680	2 Druckkonv. je 25 000 m ³ /h (fertig bis Herbst 1943)		50 000 "
				<hr/> Summe : 168 000 m ³ /h
	Op 680	1 Druckkonv. zu 25 000 m ³ /h fertig Anfang 1945 oder 46 (ungewiss)		25 000 m ³ /h
				193 000 m ³ /h
		In Regeneration		- 25 000 "
				<hr/> 168 000 m ³ /h
				143 000
Butylgas :	Op 4/90	12 Konv.	je 4 500 m ³ /h	54 000 m ³ /h
Nullgas :	Op 30	6 "	" 3 500 "	21 000 "
				<hr/> Summe : 75 000 m ³ /h
		Für beide Gasarten 1 Konv. in Regeneration :		- 5 000 "
		Kapazität abzgl. Regeneration		<hr/> 70 000 m ³ /h

VIII) Druckwasserwäsche (Reingas)

				Sommer	Winter
Nullgas :	Op 87	4 Wascher	je 5 200 m ³ /h	So : 20 800 m ³ /h	
			je 6 800 "	Wi : -	27 200 m ³ /h
Butylgas :	1.) <u>Für vorläufigen Ausbau :</u>				
	Op 751	4 Doppel-Wascher	je 9 600 m ³ /h	So : 38 400 m ³ /h	-
			je 11 600 "	Wi : -	46 400 "
	2.) <u>Für Vollausbau :</u>				
	Op 751	wie vorher		38 400 m ³ /h	
	Op 87	3 Wascher	je 4 800 m ³ /h	So : 14 400 "	46 400 m ³ /h
			je 5 800 "	Wi : -	17 400 "
				<hr/> 52 800 m ³ /h	<hr/> 63 800 m ³ /h

Stigas : Übrigbleibende Wascher, wenn für Null- u. Butylgas genügende Kapazität bereitgehalten wird :

1.) Für vorläufigen Ausbau :

Op 87	20 Wascher	je 5 200 m ³ /h	So : 104 000 m ³ /h	-
		je 6 800 "	Wi : -	136 000 m ³ /h
Op 65 b	3 kleine Wascher = 2 Normalwascher :		10 400 "	-
				13 600 "
			<hr/> 114 400 m ³ /h	<hr/> 149 600 m ³ /h

2.) Für Vollausbau :

Op 87	17 Wascher			
" 65	3 kl. Wascher = 2 Normal-Wascher		98 800 m ³ /h	129 200 m ³ /h

3.) Für Vollausbau notwendige Erweiterung :

	3 Doppelwascher	je 10 400 m ³ /h	So : 31 200 m ³ /h	-
		je 13 600 "	Wi : -	40 800 m ³ /h

Sa. 2 + 3 : 139 000 m³/h / 170 000 m³/h

IX) Wasserstoffreinigung (Reingas)

Nullgas : Op 751 500 er Wascher je 6 000 m³/h 18 000 m³/h
 Geplant 500 er " durch 800 er zu ersetzen je 10 000 m³/h 30 000 "

Stigab : Op 65 6 800 er Wascher je 13 000 m³/h 78 000 "
 8 500 er " " 6 000 " 48 000 "

Sa. : 126 000 m³/h

Geplant : Ersatz der 500er durch 800er Wascher
 Wenn 2 ersetzt : + 14 000 "

Sa. : 140 000 m³/h

X) Kompressoren (Stand Mitte 1944) :

B a u	Kompressoranzahl	Leistung je Komp.		Gesamtleistung		Bemerkungen
		N D m ³ /h mittl.nom.	H D m ³ /h mittl.nom.	N D m ³ /h mittl.nom.	H D m ³ /h mittl.nom.	
Op 89	5	3 500	2 800	17 500	14 000	
	4	2 500	-	10 000	-	
	1	-	2 800	-	2 800	
Op 38	4	3 500	2 800	14 000	11 200	
	2	3 500	2 800	7 000	5 600	
	2	3 500	2 800	7 000	5 600	
	2	2 500	-	5 000	-	
Op 1	3	3 300	2 640 ^{*)}	9 900	7 920 ^{*)}	*) Umbau erst später (in Kap. aber bereits berücksichtigt)
	2	17 000	13 500	34 000	27 000	
	3	11 500	10 500	34 500	31 500	
	6	13 500	13 500 ^{*)}	81 000	81 000 ^{*)}	
Op 5	3	2 200	-	6 600	-	
Op 5 b	1	2 100	-	2 100	-	
	1	-	1 100	-	1 100	
Op 750	5	17 000	13 500	85 000	67 500	
Op 450	1	-	3 500	-	3 500	Fl. N ₂ - Zusatz
Sa. (ohne 450)	44	100 Touren nom. 3 500 m ³ /h		313 600	255 220	
		100 T. mittl. eff. 3 500 "		296 000	241 000	
		100 " So 3 200 "		287 000	233 000	
		100 " Wl 3 400 "		305 000	248 000	
Bei 12,5 % Reserve + Reparatur		So		251 000	204 000	
		Wl		267 000	217 000	

XI) Ammoniakfabrik

	Gesamt Ofenzahl	In Betrieb	Leistung je Ofen	Gesamtleistung	
				tato	Jato
1.) z.Zt.	22	21	35 tato N	735	ca. 270 000
2.) zusätzlich durch Kamerumbau	1	1			
3.) zusätzlich durch Ersatz v. 2 Butylkammern	2	2			
	25	24	35 tato N	840	ca. 300 000

370000197

XII) Butylfabrik:

Z.Zt. Op 633 2 große Öfen (Wickelöfen) je 150 tato = 300 tato
(max. je 180 tato über 90 Tage)

Op 37 6 kleine Öfen je 30 tato (max. je 40 tato über 90 Tage) = 180 "

Sa. : 480 tato

In Reparatur oder Regeneration (1/2 gr. Öfen) ca. 70 "

Mittlere Tagesproduktion : 410 tato

XIII) Methanolfabrik

Z.Zt. Op 37 2 Öfen je 60 tato (max. je 100 tato) = 120 tato

XIV) CO - Reinigung

Z.Zt. maximal

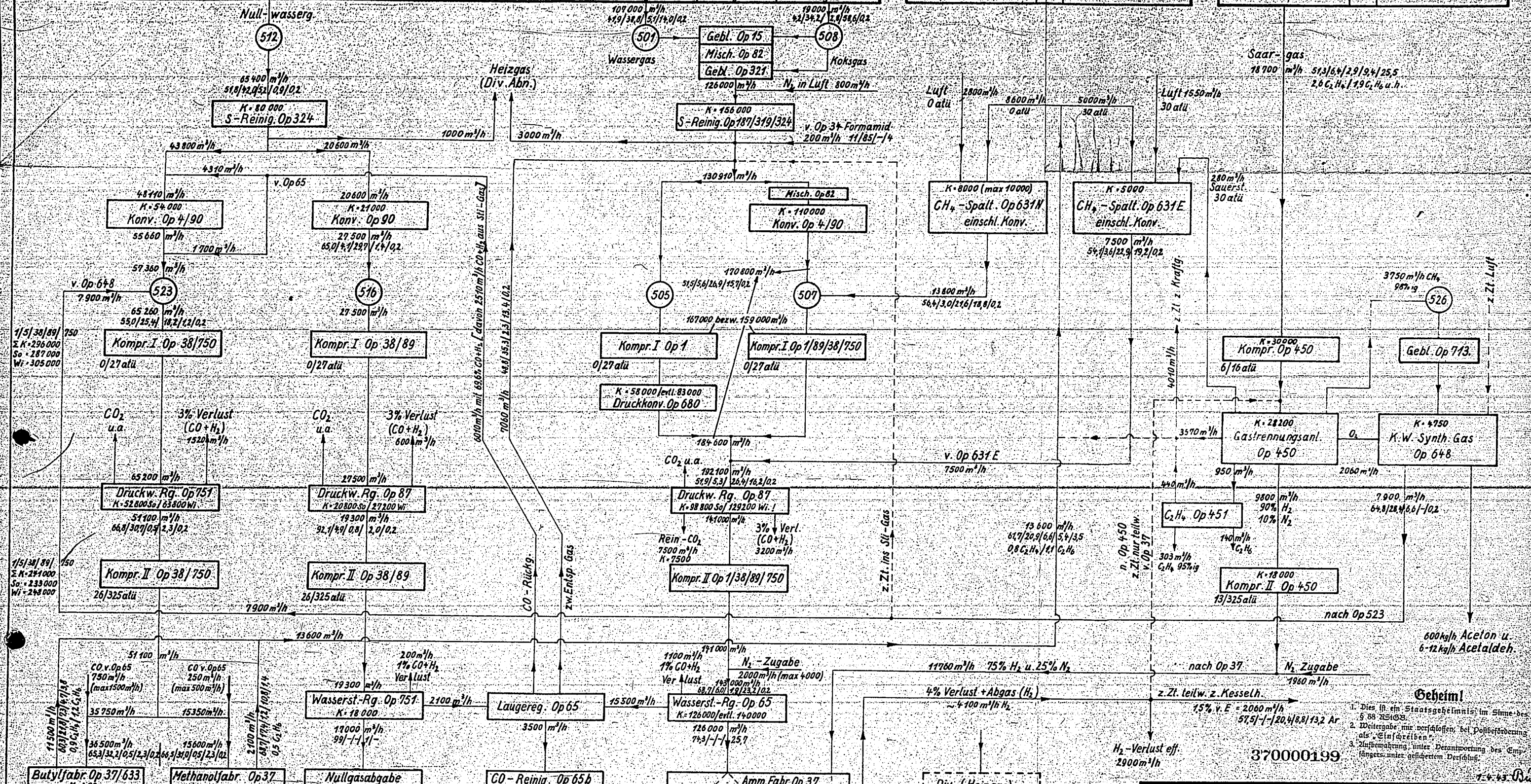
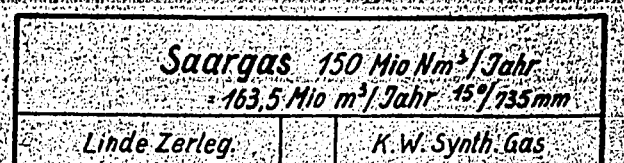
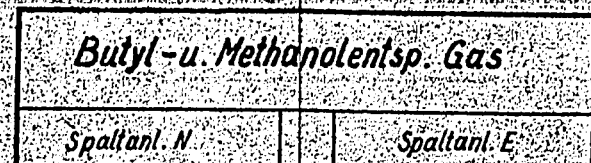
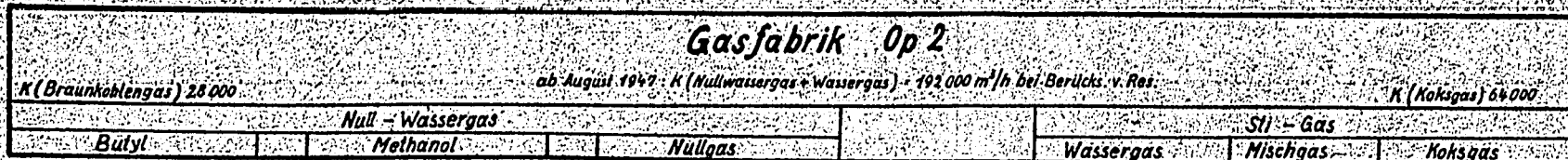
Rein - CO : 3 000 m³/h

XV) CO₂ - Gewinnung

Z.Zt. maximal

Rein - CO₂ : 7 500 m³/h

Pandora



Geheim!

370000199

Gasplan II Op

Voll - Ausbau

320.000 tato N, 180.000 tato Rohbutyl, 46.000 tato Rohmethanol, 17.000 m³/h Nullreingas, 3.000 m³/h Rein-CO
 Bearb. nach A. F. Sch. 580 v. 28.1.1941

Analysen: H₂/CO/CO₂/N₂/CH₄ Gasmenge m³ 15°C/735 mm Hg
 Kapazitäten ohne Berücks. v. Res.: Kobenbal v. Betrieb depend. bez. auf Gaseingang (Rohgas)
 K unterhalb • Gasaussgang (Reingas)

I. G. Ludwigshafen

2169-38
30/4.03

Betreff: Über die Kühler-Sättiger - Anordnung
der N - Anlage Op 631

Klasse

Abteilung

Patent:

Nr.

Bericht des Herrn Dr. Sachse

vom 5. Dezember 1942

Gesehen vom Abteilungsvorstand:

380000200

Gesehen von der Direktion:

Zirkuliert in folgenden
Abteilungen:

Empfänger	Eingang	Weiter	Unterschrift
Herrn Dir. Dr. Müller-Cunradi			
Ammon.-Labor Oppax			
Herrn Dir. Dr. Naumann/Dr. Pauckner			
Herrn Dr. Linckh			
Herrn Dr. Beck			
Herrn Dr. Braus/Dr. Paetzold			
Herrn Ob. Ing. Lampe			
Herrn Dr. Cloth			
Herrn Dr. Friederici			
Herrn Dipl. Ing. Markert			
Herrn Dipl. Ing. Alstaedt			
Stickstoffbüro			

Aufzubewahren im Archiv des:

Eingegangen beim Archivar:

Laufende Nr. des Archivs:

380000201

STICKSTOFF - ABTEILUNG
Synthesegas-Versuche Op
Sa/Op.648

Bericht des Herrn Dr. S a c h s e

über

die Kühler-Sättiger - Anordnung der
N - Anlage Op 631 .

Oppau, den 5. Dezbr. 1942.

Aufgabestellung und Resultate.

In Op 631 - N wird kohlenwasserstoffhaltiges Gas (z.Zt. Butylrückgas) mit Sauerstoff zu CO + H₂ umgesetzt und anschließend das CO zu CO₂ konvertiert. Um den bei der CO-Konvertierung erforderlichen Dampfüberschuß wieder zu verwerten geht das Gas hinter dem CO-Ofen in der üblichen Weise durch einen Kreislaufkühler und das hier gewonnene warme Wasser wird verwendet um die Eingangsgase im Sättiger mit Wasserdampf aufzusättigen. Der Wirkungsgrad dieser Kühlersättigeranordnung ist für den Dampfverbrauch und damit für die Wirtschaftlichkeit der Anlage von grosser Bedeutung. Für eine genaue Erfassung des Wirkungsgrades war die N-Anlage sehr geeignet, da zu einem Kühlersättiger-System auch nur ein CO-Ofen gehörte, sodaß der Dampfgehalt der Gase an allen Stellen exakt erfaßt und zugeordnet werden konnte. Wir haben daher genauere Messungen bei verschiedenen Kreislaufwassermengen vorgenommen, deren Resultat im folgenden kurz vorweggenommen sei.

- 1) Bei 100 x 100 Raschigringen ist der Wärmeübergang zwischen 40 und 90 m³ Wasser/qm unabhängig von der Regenhöhe und beträgt 50 000 bis 60 000 WE/m³ Raschigringe.
- 2) Bei 50 x 50 Ringen und Regenhöhen von 15 - 30 m steigt der Wärmeübergang von 30 000 auf 90 000 WE/m³ Ringe mit der Regenhöhe an.
- 3) Entsprechend den Betriebsbedingungen entsprechen 75 cm bis 1,5 m Höhe Raschigringe einem theoretischen Boden.
- 4) Die besten Betriebsbedingungen ergeben sich bei schlanken Türmen, großen Ringen und einer Kreislaufwassermenge, die in der Nähe der max. Wassermenge liegt. Bei diesen Bedingungen liegt die Temperatur auf die das Eingangsgas vorgewärmt wird, nur etwa stark 1° unter dem Ausgleichswert, mit dem die heißen Gase auf den Kreislaufkühler gehen.

Betriebsbedingungen der N - Anlage.

Bild 1 bringt eine Übersicht über die Anordnung der N-Anlage. Das zu verarbeitende Gas ist zur Zeit ein Entspannungsgas der Butylfabrik, das nach Durchlaufen des Sättigers und des Wärmetauschers im CH_4 -Konverter mit Luft umgesetzt wird. Die Luft wird in einer am Ofen tangential angebrachten Brennkammer eingebrannt und das Gas streicht anschließend über einen nickelhaltigen Kontakt an dem die Kohlenwasserstoffe bis auf einen Rest von 0,2 bis 0,3 % Methan zu $\text{CO} + \text{H}_2$ umgesetzt werden. Mit der Luft wird gleichzeitig der für die Ammoniaksynthese erforderliche Stickstoff in dem Gas eingebracht. Nach dem Verlassen des Methankonverters wird das heiße Gas zunächst durch Einspritzen von Kondensat abgekühlt. Das ist erforderlich, da anderenfalls das ankommende Gas im Wärmetauscher zu hoch vorgewärmt würde und der Wärmetauscher durch Zerfall der Kohlenwasserstoffe zukochen würde. Je nach der Natur der zu verarbeitenden Gase wird mit Hilfe der Einspritzkühlung die Vorwärmung mehr oder weniger hoch eingestellt. Gleichzeitig wird bei dieser Gelegenheit eine große Menge des für die CO -Konvertierung erforderlichen Dampfes eingebracht. Die Gase gehen anschließend durch die Wärmetauscher und durch ein Schachtfilter zur Entfernung des Rußes. Letzteres ist bei der augenblicklichen Betriebsweise der Anlage überflüssig, da bei dem geringen Gehalt des Butylrückgases an Kohlenwasserstoffen kein Ruß entsteht. Die Anlage ist jedoch ausgelegt um auch Gase mit wesentlich höherem Gehalt an Kohlenwasserstoffen zu verarbeiten. Hinter dem Schachtfilter wird der für die CO -Konvertierung noch fehlende Dampf in Form von Niederdruckdampf zugegeben und das Gas geht dann in üblicher Weise durch einen Wärmetauscher, durch den CO -Ofen, der als Mantelofen ausgebildet ist und schließlich durch den Kreislauf- und Schlußkühler. Bild 2 zeigt die Auslegung der Verdunster und Kühler.

Tabelle 1 bringt einen Überblick über die Betriebsbedingungen vom Juni 1942.

T a b e l l e 1 .

Betriebszahlen der Saargasspaltanlage Op 631. - N, Juni 1942.

M e n g e n

Eingangsmengen:	Entspannungsgas	6 164 710 m ³ 15°/735	3042 Hop
		8 290 m ³ /h	
	Niederdruckdampf	544 t	
		= 750 kg/h	
	Flußwasser	272 000 t	
		= 38 t/h	
Produktion:	Synthesegas	10 270 000 m ³	1757 "
		= 13 800 m ³ /h	

A n a l y s e n

	CO ₂	C ₂ H ₄	CO	H ₂	C ₂ H ₆	CH ₄	N ₂
E - Gas	6,7	1,0	21,2	60,3	1,8	3,6	5,4
Synthesegas	17,9	0,0	4,1	57,0	0,0	0,2	20,8

T e m p e r a t u r e n

CH₄ - Konverter:

Eingang 409°C
Ausgang 764°C

CO - Konverter:

Eingang 402°C
Ausgang 445°C

Bild 3 zeigt den Gehalt an Wasserdampf an den einzelnen Stellen der Anlage.

Messungen am Kühlerverdunster-System.

Im folgenden wurde der Durchsatz der Anlage und die Kreislaufwassermenge variiert. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Meßergebnisse. Tabelle 2 siehe am Schluß des Berichtes.

Ausgleichswert.

Für die weitere Auswertung der Versuche ist der Begriff des Ausgleichswertes von wesentlicher Bedeutung. Wenn man in ein heißes Gas gerade soviel Wasser einbringt, daß das Gas sich bis zu seinem Taupunkt abkühlt, wobei das eingebrachte Wasser vollständig verdampft, so wandelt man die fühlbare Wärme der sogenannten Überhitzungsspitze in die latente Wärme des verdampften Wassers um. Der Dampfgehalt des Gases erhöht sich um das eingebrachte Wasser und der Wärmeinhalt des Gases um den Wärmeinhalt dieses Wassers. Die Temperatur bei der das Gas gerade ganz aufgesättigt ist, nennt man die Ausgleichstemperatur des Gases. Diese Ausgleichstemperatur stellt sich ein, wenn das heiße Kontaktgas in den Kreislaufkühler eintritt. Und zwar stellt sie sich so schnell ein, daß man mit dem Ausgleichszustand schon unmittelbar am Eingang des heißen Gases in den Kühler rechnen kann.

Definition der Wirkungsgrade.

Die weitere Frage ist nun: Wieviel kann man von dem Dampf, der am Ausgleichspunkt vorhanden ist, auf das ankommende Frischgas übertragen? Diese Menge hängt zunächst vom Wirkungsgrad des Kreislaufkühlers w_k ab, der durch den Übergangswiderstand der Wärme vom Gas auf das Kreislaufwasser bedingt ist. Ein analoger Widerstand besteht im Verdunster beim Übergang der Wärme vom Wasser auf das Gas. (Wirkungsgrad des Verdunsters w_v) Diese beiden Wirkungsgrade hängen ausschließlich von der Auslegung und Belastung des Verdunsters bzw. des Kühlers ab, und erreichen bei günstiger Auslegung Werte, die in der Nähe von 100 liegen. Trotzdem wird in praktischen Fällen in der Regel ein wesentlich kleinerer Anteil der Gesamtdampfmenge, die am Ausgleichspunkt vorhanden ist, wiedergewonnen. Das hat seinen Grund in der Volumvermehrung, die bei der Umsetzung stattfindet.

Tabelle 3.Definitionsgleichungen für die Wirkungsgrade
der Kühler - Sättiger - Anordnung.

Sättiger - Wirkungsgrad :

$$w_v = \frac{\text{Dampfmenge im gesättigten Gas beobachtet.}}{\text{Dampfmenge aus der Temp. des Wasserzulaufs ber.}}$$

Kühler - Wirkungsgrad :

$$w_k = \frac{\text{Dampfmenge aus der Temp. im Wasserabfluß ber.}}{\text{Dampfausgleichswert im Kontaktgas}}$$

$$w_e = \frac{\text{Frischgasmenge}}{\text{Endgasmenge.}}$$

$$w_p = \frac{P_{\text{total}} - P_{\text{H}_2\text{O}}, \text{ im Kühler.}}{P_{\text{total}} - P_{\text{H}_2\text{O}}, \text{ im Sättiger.}}$$

$$w_v \cdot w_k \cdot w_p = \frac{\text{gr H}_2\text{O/Nm}^3 \text{ Gas hinter Sättiger.}}{\text{gr H}_2\text{O/Nm}^3 \text{ Endgas, Ausgleichswert.}}$$

$$w_v \cdot w_k \cdot w_p \cdot w_e = \frac{t \text{ H}_2\text{O/h vom Frischgas aufgenommen.}}{t \text{ H}_2\text{O/h, Ausgleichswert, vom Endgas in den Kühler eingebracht.}}$$

Die Volumvermehrung tritt ein, einmal infolge des chemischen Umsatzes und zweitens, weil der Druck im Kühler immer geringer ist als im Verdunster. Beide Faktoren bringen einen Beitrag zum Wirkungsgrad, wobei mit w_e der aus der Gasexpansion resultierende Wirkungsgrad bezeichnet sei und mit w_p der durch die Druckänderung bedingte. Das Produkt dieser vier Wirkungsgrade ergibt den Gesamtwirkungsgrad w_g , der angibt wieviel % des am Ausgleichspunkt vorhandenen Dampfes auf Grund der Kühlerverdunsteranordnung vorn in die Apparatur wieder eingebracht werden. Tabelle 3 gibt (s.S.5) die Definitionsgleichungen für die einzelnen Wirkungsgrade und Tabelle 4 gibt einige Zahlenwerte, die aus den Daten der Tabelle 2 berechnet wurden.

T a b e l l e 4 .

Nr.	w_v	w_k	w_p	w_e	$w_v \cdot w_k \cdot w_p \cdot w_e$
14	95,3 %	95,7 %	72,1 %	54,9 %	36,5 %
11	93,5 %	95,8 %	64,8 %	61,8 %	35,5 %

Man ersieht aus den Tabellen, daß die Verschlechterung des Wirkungsgrades, die durch die Gasexpansion und die Verminderung des Gasdruckes bedingt ist, vielmehr ins Gewicht fällt, als wie die eigentlichen Wirkungsgrade des Kühlers und Verdunsters. Leider hat man eine Verbesserung des Wirkungsgrades w_e überhaupt nicht in der Hand. Bei w_p wird man sich in jedem Falle überlegen müssen was billiger ist, die Gesamtapparatur entsprechend größer auszulegen oder mehr Fremddampf zuzugeben. Ein einfacher Überschlag lehrt auf alle Fälle, daß der durch höheren Druckverlust bedingte Mehrverbrauch an Fremddampf jedenfalls wesentlich mehr kostet als die eigentliche Kompressionsarbeit.

c) Mittlere Temperaturdifferenz.

Die eigentlichen Wirkungsgrade w_k und w_p sind wie schon erwähnt durch den Wärmeübergang in den Raschigtürmen bedingt. Die Wärmeübergangszahl gibt man bei Raschigtürmen geeigneterweise in $WE/h/\Delta T/m^3$ an, da die zum Austausch zur Verfügung stehende Fläche den m^3 Ringen proportional ist. Das für den Wärmeübergang maßgebende ΔT (in vor-

liegendem Fall die Temperaturdifferenz zwischen Gas und Wasser) ist an verschiedenen Stellen des Turmes verschieden. In Bild 4 und Bild 5 ist bei 2 Beispielen für den Kühler, sowie für den Verdunster der Wärmeinhalt als Funktion der Temperatur dargestellt. Praktisch geht der Wärmeübergang an den Stellen von großem ΔT sehr schnell vonstatten, während das Hauptergebnis für den Wärmeübergang die Stellen mit kleinem ΔT sind. Bei der richtigen Mittelwertbildung muß daher das kleine ΔT mehr ins Gewicht fallen, bzw. der Mittelwert muß gegen das arithmetrische Mittel nach den Stellen des kleinen ΔT verschoben sein. Sind beide Kurvenzüge gerade Linien, so ergibt sich aus dem newtonschen Abkühlungsgesetz die bekannte logarithmische Formel:

$$1) \quad \frac{Q}{\Delta T} = \frac{k F_{T1} - k F_{T2}}{\frac{k F_{T1}}{\Delta T_1} - \frac{k F_{T2}}{\Delta T_2}}$$

Dieselbe hat jedoch gerade Linien zur Voraussetzung (gestrichelt eingezeichnet). Der Augenschein lehrt, daß das $\frac{Q}{\Delta T}$ im vorliegenden Fall bei der gekrümmten Kurve wesentlich kleiner ist als bei der geraden Linie. Um auch hier zur richtigen Mittelung zu kommen, wurde zunächst die gekrümmte Kurve durch den Linienzug A B C D E ersetzt, was offenbar ohne großen Fehler möglich ist. Für die einzelnen Teile AB, BC, CD, DE wurde das Mittel nach der logarithmischen Formel berechnet. Es besteht nun die Aufgabe zwischen den so erhaltenen 4 Mittelwerten weiter zu mitteln. Für jeden Bereich gilt :

$$2) \quad Q_{AB} = k F_{AB} \cdot \Delta T_{AB}$$

$$3) \quad Q_{BC} = k F_{BC} \cdot \Delta T_{BC}$$

Daraus folgt

$$4) \quad F_{AB} \cdot \Delta T_{AB} = F_{BC} \cdot \Delta T_{BC}$$

Die Flächen F_{AB} , F_{BC} sind verschieden und unbekannt. Die k - Werte sind die gleichen im ganzen Turm, da der Turm einheitlich mit den gleichen Raschigringen gefüllt ist. Die ΔT Werte sind die für jeden Bereich berechneten logarithmischen Mittelwerte. Gesucht ist ein Mittel das der folgenden Gleichung genügt :

$$5) \quad (F_{AB} + F_{BC}) \cdot \Delta T = F_{AB} \cdot \Delta T_{AB} + F_{BC} \cdot \Delta T_{BC}$$

Durch Einführung von Gleichung 4 in Gleichung 5 und durch entsprechende Umformung ergibt sich

$$6) \frac{P_{AB} + P_{BC}}{P_{BC}} \cdot \Delta T = \frac{P_{AB}}{P_{BC}} \cdot \Delta T_{AB} + \Delta T_{BC}$$

$$7) \frac{\Delta T_{BC} + \Delta T_{AB}}{\Delta T_{AB}} \cdot \Delta T = \frac{\Delta T_{BC}}{\Delta T_{AB}} \cdot \Delta T_{AB} + \Delta T_{AB}$$

$$8) \frac{\Delta T}{\Delta T} = \frac{2 \Delta T_{BC} \cdot \Delta T_{AB}}{\Delta T_{BC} + \Delta T_{AB}}$$

In Tabelle 5 ist die Mittelung an einem Zahlenbeispiel nach verschiedenen Formeln durchgeführt.

Tabelle 5.

Bildung von ΔT Mittelwerten nach verschiedenen Formeln.

$$\Delta T_1 = 10^{\circ}, \Delta T_2 = 1^{\circ}$$

a.) Arithmetisches Mittel.

$$\frac{\Delta T}{\Delta T} = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2}{2} = \frac{10 + 1}{2} = 5,5^{\circ}$$

b.) Logarithmisches Mittel.

$$\frac{\Delta T}{\Delta T} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{2,3 \log \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{10 - 1}{2,3 \log 10} = 3,9^{\circ}$$

3.) Mittelung bei gekrümmten Kurven.

$$\frac{\Delta T}{\Delta T} = \frac{2 \Delta T_2 \cdot \Delta T_1}{\Delta T_1 + \Delta T_2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 1}{10 + 1} = 1,82^{\circ}$$

Man kommt, wie man sieht, zu ganz verschiedenen Ergebnissen. Nur die letzte Formel gibt den überragenden Einfluß des kleinen ΔT auf den Gesamtwert in der richtigen Weise bei gekrümmten Kurven wieder.

Nach Formel 8 wird nun je ΔT_{AB} , ΔT_{BC} sowie ΔT_{CD} und ΔT_{DE} gemittelt und aus den so gewonnenen Mittelwerten nach den gleichen Formeln das Schlusmittel gebildet.

Nach Formel 9

$$9) \quad Q = k \cdot V \cdot \frac{\Delta T}{\dots}$$

berechnet man aus der insgesamt übertragenen Wärmemenge und dem Volumen an Raschigringen in m^3 die gesuchte Wärmeübergangszahl k . In Tabelle 6 und 7 ist diese Auswertung für die vorliegenden Versuche ausgeführt.

Aus Tabelle 6, die die Zahlen für den Gasverdunster wiedergibt, sieht man, daß der k Wert ziemlich konstant ist und keinen Gang mit der Regenhöhe zeigt.

Desgleichen ist $\frac{\Delta T}{\dots}$ konstant. Mit steigender Wasserbelastung wird das ΔT am kalten Ende immer größer, da die Wasserkurven immer flacher werden. Vergl. dazu Bild 4 und Bild 5. Da $\frac{\Delta T}{\dots}$ erhalten bleibt, muß das ΔT_{\min} immer kleiner werden. Aus der Tabelle ersieht man, daß das auch der Fall ist. Die Tabelle 7 bringt die gleichen Zahlen für den Kreislaufkühler. Hier sollte aus dem gleichen Grunde das ΔT_{\min} mit steigender Wasserbelastung ansteigen. Aus der Tabelle ersieht man, daß das keineswegs der Fall ist, der Wert ist vielmehr bei allen Wasserbelastungen der gleiche, dagegen nimmt bei steigender Wasserbelastung $\frac{\Delta T}{\dots}$ deutlich ab. Das bedeutet, daß mit steigender Wasserbelastung der Wärmeübergang sich verbessert, was im übrigen in den k Werten selber auch deutlich zum Ausdruck kommt. Es bleibt die Frage zu beantworten, warum beim Kühler eine so ausgesprochene Abhängigkeit des Wärmeübergangs von der Regenhöhe vorhanden ist, während dieselbe beim Verdunster garnicht zu erkennen ist. Die Antwort liegt darin, daß der Verdunster insgesamt bei wesentlich größeren Regenhöhen arbeitet. Anscheinend steigt die Wärmeübergangszahl mit der Regenhöhe nur bis zu einem gewissen Grenzwert, bis nämlich alle Ringe benetzt sind und dann bringt eine weitere Steigerung der Regenhöhe keine Verbesserung mehr. Bild 6 bringt für verschiedene Fälle die Wärmeübergangszahl in Abhängigkeit von der Regenhöhe. Es sind hier noch weitere Versuchspunkte eingezeichnet, die am Luftsättiger gewonnen wurden.

Tabelle 6.

Wärmeübergangszahlen beim Gassättiger.

Nr.	Nm^3/h	$t \text{ H}_2\text{O}/\text{h}$	$\frac{\Delta T}{\Delta T}$	ΔT_{min}	Zahl der theoretischen Böden	n_t	k $\text{WE}/\text{h}/\text{m}^3$	Regenhöhe m
19	8450	46,5	4,28	3,8	3	1,3	53 500	41,2
20	8450	46,5	4,57	4,1	8	1,3	50 000	41,2
10	8650	56	4,15	2,9	8	1,3	56 000	49,3
12	8460	56,5	4,17	3,1	8	1,3	54 000	50,1
7	8370	78,8	3,40	1,9	8	1,3	68 000	69,5
17	8350	78	4,6	1,4	6	1	50 500	69,5
18	8450	78	4,57	1,3	6	1	51 200	69,5
9	8800	94,5	4,37	1,5	5	0,84	58 000	83,6
11	8500	94,5	4,17	1,2	6	1	55 000	83,6
13	6610	77,5	3,51	0,8	8	1,3	59 600	69,5
14	6500	77,5	4,03	0,7	6	1	49 400	69,5
15	6450	94	3,44	0,6	7	1,17	58 400	83,6
16	6510	94	3,04	0,6	7	1,17	66 000	83,6

WÄRMEEBERGANGSZAHL BEIM GASKÜHLER

Tab. 7.

Tab. 7.

380000212

Wärmeübergangszahlen beim Gaskühler.

Nr.	Nm^3/h	$t \text{ H}_2\text{O}/\text{h}$	ΔT	ΔT_{min}	Zahl der theoret. Böden	n_t	$\text{kg WS}/\text{h}/\text{m}^3$	Regen- höhe m	$\Sigma \Delta T_{\text{min}}$	$\eta \cdot \eta_L$	$\text{kg H}_2\text{O}/\text{Nm}^3 \text{ Endgas}$
19	14135	60	4,29	0,2	4	1	37 000	15,8	4,15	75	4,14
20	14135	60	4,3	0,2	4	1	34 000	15,8			
10	14360	72	4,45	0,2	4	1	34 000	19,0	3,45	78,7	5
12	14150	72,5	4,71	0,7	4	1	32 000	19,0			
7	13650	100	2,58	0,2	6	1,5	59 000	23,6	2,3	85	6,95
17	14300	100	2,74	0,6	6	1,5	59 500	27,6			
18	14135	100	2,77	0,5	7	1,75	61 300	23,6			
9	14500	120	2,50	0,5	6	1,5	68 000	31,6	1,9	87,6	6,35
11	13800	120	2,63	0,6	6	1,5	67 000	31,6			
13	11880	100	2,43	0,8	7	1,75	58 000	23,6	1,45	90,4	8,82
14	11830	100	2,62	0,6	6	1,5	54 900	23,6			
15	11430	120	1,63	0,6	8	2	89 800	31,6	1,15	92,3	10,55
16	11350	120	1,63	0,5	8	2	89 800	31,6			

WÄRMEEBERGANGSMESSUNGEN BEIM GASKÜHLER.

W. P. J. E. C.

380000212

Tabelle 7.

Wärmeübergangszahlen beim Gaskühler.

Nr.	Nm ³ /h	t H ₂ O/h	$\frac{\Delta T}{\Delta T}$	ΔT min	Zahl der theoret. Böden	n _t	K WE/h/m ³	Regen- höhe m	$\Sigma \Delta T$ min	% v. v. l.	K _g H ₂ O Nm ³ Erdgas
19	14135	60	4,29	0,2	4	1	37 000	15,8	4,15	75	4,14
20	14135	60	4,3	0,2	4	1	34 000	15,8			
10	14360	72	4,45	0,2	4	1	34 000	19,0	3,45	78,7	5
12	14150	72,5	4,71	0,7	4	1	32 000	19,0			
7	13650	100	2,58	0,2	6	1,5	59 000	23,6	2,3	85	6,95
17	14300	100	2,74	0,6	6	1,5	59 500	27,6			
18	14135	100	2,77	0,5	7	1,75	61 300	23,6			
9	14500	120	2,50	0,5	6	1,5	68 000	31,6	1,9	87,6	6,35
11	13800	120	2,63	0,6	6	1,5	67 000	31,6			
13	11880	100	2,43	0,8	7	1,75	58 000	23,6	1,45	90,4	8,82
14	11830	100	2,62	0,6	6	1,5	54 900	23,6			
15	11430	120	1,63	0,6	8	2	89 800	31,6	1,15	92,3	10,55
16	11350	120	1,63	0,5	8	2	89 800	31,6			

Berechnung der theoretischen Bodenzahl.

In den Tab. 6 und 7 ist ferner noch die Zahl der theoretischen Böden angegeben, daneben die Anzahl n_t , die aussagt, wieviel theoretische Böden die gleiche Austauschwirkung haben, wie eine Schicht von 1 m Raschigringen. Die Zahl der Böden wurde in der üblichen Weise graphisch ermittelt, wie es in Bild 5 dargestellt ist. In Tabelle 7 nimmt die Zahl n_t mit steigender Wasserbelastung zu, in Tabelle 6 zeigt sie, von einigen Schwankungen abgesehen, keinen Gang. Beides ist nur eine andere Darstellung für die Abhängigkeit der Wärmeübergangswerte k von der Regenhöhe.

In Bild 7 und Tabelle 8 sind die n_t Werte in Abhängigkeit von der Ringgröße dargestellt. Als charakteristischer Maßstab für die Ringgröße wurde dabei nicht der Durchmesser, sondern die Oberfläche angegeben, die 1 m³ Rings hat. Man sieht, daß sich die neuen Werte überraschend gut den Messungen von Kirschbaum anpassen. Daß die Kurve Bild 7 von der geraden Linie abweicht bedeutet, daß bei kleineren Raschigringen die Oberfläche nicht mehr im gleichen Ausmaß zur Geltung kommt, wie bei großen. Bei dieser Zusammenstellung ist noch zu bedenken, daß in unserem Fall lediglich ein Wärmeaustausch vorliegt und kein Stoffaustausch und es ist durchaus denkbar, daß bei Stoffaustausch die Wirkungsgrade der Säulen schlechter werden.

Tabelle 8 .

Ringgröße	8 x 8 mm +)	25 x 25 mm +)	35 x 35 mm +)	50 x 50 mm	100x100 mm
$\frac{m^2}{m^3 \text{ Ringe}}$	600	198	137	99	48,5
k in WE/m ³ /h	-	-	-	90 000	55 000
k in WE/m ³ /h	-	-	-	910	1 130
n_t	8	4	3	2	1
$n_t/100 \text{ m}^2$	1,31	2,01	2,19	2,02	2,06

+) Messungen von Kirschbaum.

-/-

MISWANGERSCHEN KÄUFEN PERM (GERMANY)

L I E B E

Optimale Kreislaufwassermenge.

Die 3 letzten Spalten der Tabelle 7 geben an, wie das Produkt der Wirkungsgrade w_v w_k von der Kreislaufwassermenge abhängt. Die Frage der optimalen Kreislaufwassermenge taucht bei der Auslegung von Kühlturmsystemen immer wieder auf. Aus Tabelle 7 sieht man, daß der Wirkungsgrad umso besser ist, je größer die Kreislaufwassermenge ist. Aus äußeren Gründen konnten wir unsere Kreislaufwassermenge nicht so stark erhöhen, daß der Wirkungsgrad wieder abfällt; jedenfalls aber ist der beste Wirkungsgrad beim letzten Wert der Tabelle 7 erreicht, denn die Wasseraufheizkurve ist hier schon nahezu parallel der Gasabkühlungskurve, wie man auch daran sieht, daß kaum ein Unterschied zwischen ΔT ($1,63^\circ$) und ΔT_{\min} ($1,15^\circ$) besteht. Bei Auslegung der Kreislaufwasserpumpen rechnet man daher zweckmäßig mit der maximalen Wassermenge. Man verfährt dabei so, daß man zunächst ausrechnet, um wieviel sich das Kontaktgas von seinem Ausgleichswert abkühlt, wenn es diejenige Wärmemenge abgibt, die zur Aufwärmung und Auf sättigung des Eingangsgases auf diesen Temperaturpunkt nötig ist. (Daß das Eingangsgas in Wirklichkeit nur etwa 1° weniger aufgewärmt wird, kann dabei vernachlässigt werden). Die Wassermenge bestimmt man nun derart, daß sich das Wasser im Kreislaufkühler um die gleiche Temperaturdifferenz erwärmt, um die sich das Kontaktgas abkühlt.

1) Auslegung der Turmhöhe.

Was die Höhe der Türme anbelangt, so erzielt man bei den angewendeten 6 m Schütthöhe einen Wirkungsgrad von etwa 90 %. Um auf 99 % zu kommen, müßte man die Höhe verdoppeln. Man würde dabei im vorliegenden Fall 25 gr Dampf/Nm³ Eingangsgas mehr gewinnen, das sind etwa $0,025 \cdot 11400 = 285 \text{ kg/h} = 6,8 \text{ t} = 2450 \text{ jato}$ Dampf. Das entspricht 8600 RM/Jahr bei 3,50 RM/t Dampf. Eine Verdoppelung der Turmhöhe würde im vorliegenden Fall bei der N-Anlage 20.000 bis 30.000 RM kosten und wäre, wie die Rechnung zeigt, in 3 bis 4 Jahren amortisiert. Man ersieht daraus, daß sich ein erhöhter Aufwand für das Kühler-Sättiger-System durchaus lohnt.

An den hier wiedergegebenen Messungen und Rechnungen waren die Herren Dr. Exner und Dr. Hennesthal wesentlich beteiligt, wofür ich auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen möchte. -

J. Exner

Anlagen.

Tabelle 2.

Messungen am Kähler - Verdunstersystem.

Gas - Sättiger Pos.11.

Luft (O₂) - Sättiger Pos.12.

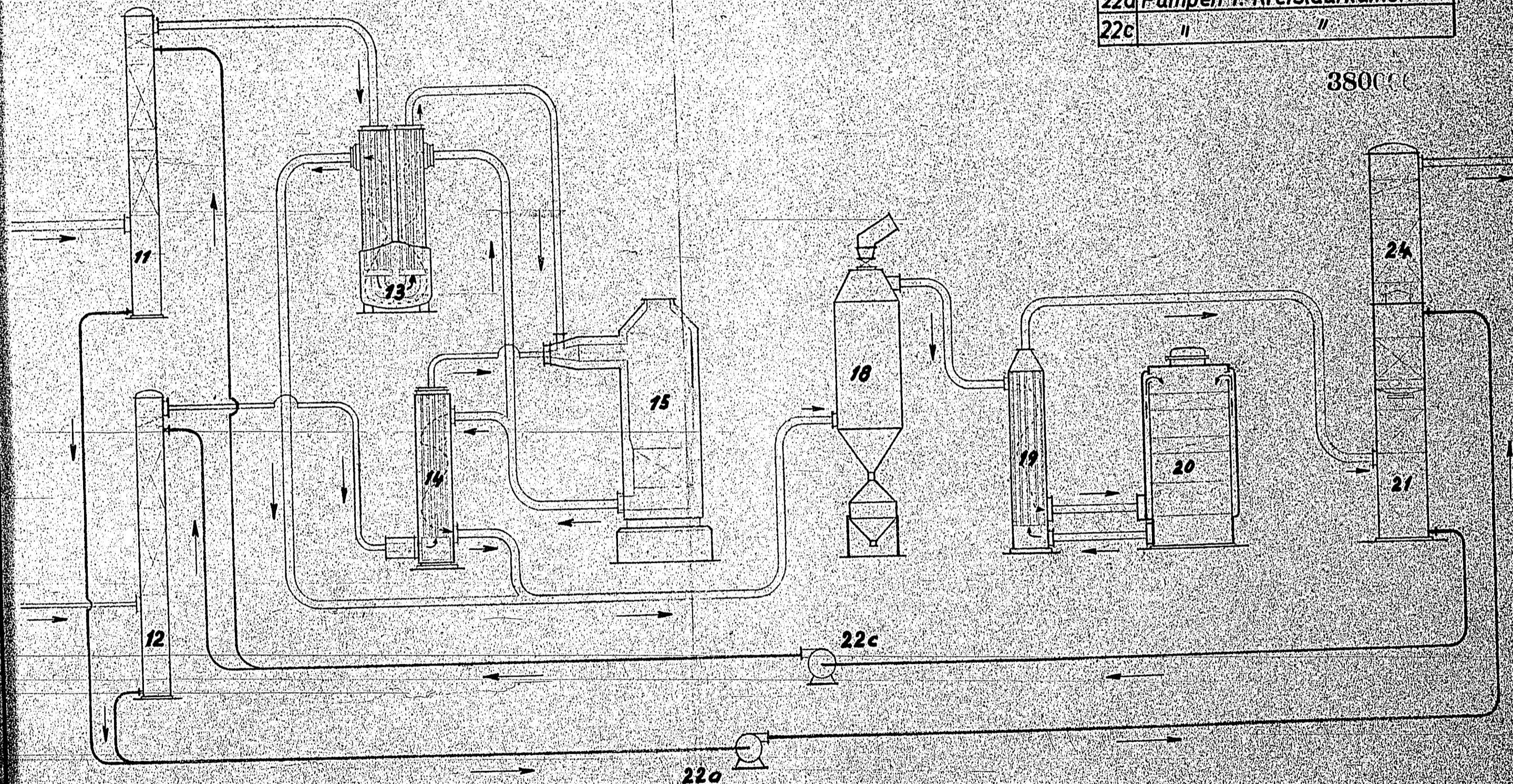
Kreislaufkähler Pos.21.

Vers.Nr.	Δ Gas m ³ /h	Kreislauf- wasser t/h	Δ p mm Hg		Temp. Gas- ausgang	Temp. Wasser- zugang	Temp. Gas- zugang	Temp. Wasser- ausgang	ε H ₂ O/M ³ Gas, beob.	ε H ₂ O/M ³ Gas, aus 11 - 2 ber.	Luft m ³ /h	Kreislauf- wasser t/h	Δ p mm Hg		Temp. Luft- ausgang	Temp. Wasser- zugang	Temp. Luft- zugang	Temp. Wasser- ausgang	ε H ₂ O/M ³ Luft beob.	ε H ₂ O/M ³ Luft, aus 12-2 ber.	Kontaktgas m ³ /h	Kreislauf- wasser t/h	Δ p mm Hg		Temp. Gas- zugang	ε H ₂ O/M ³ ang. beob.	Ausgleichs- temperatur	ε H ₂ O/M ³ Ausgl. Wert	Temp. Wasser- abgang	Temp. Gas- abgang	Temp. Wasser- zugang	ε H ₂ O/M ³ ang. beob.	ε H ₂ O/M ³ aus 21-3 berech.
			1. Schicht	2. Schicht									1. Schicht	2. Schicht									1. Schicht	2. Schicht									
7	9120	78,8	21	30	74,90	76,80	21,90	56,50	266	292	3410	21,5	7	14	75,30	76,40	69,40	53,70	281	295	14860	100,1	14	12	2610	301	76,70	466	76,50	630	56,30	-	462
9	9570	94,5	34	54	75,60	77,10	21,40	60,30	268	292	3800	25,5	8	18	760	77,20	77,00	56,30	284	295	15800	120	21	16	2650	317	77,80	491	77,30	630	59,30	-	476
10	9430	56	12	19	74,00	76,90	17,80	50,50	244	258	3660	16	-	-	73,90	77,20	74,50	49,20	251	262	15670	72	17	11	2670	313	77,52	486	77,30	65,50	50,30	-	479
11	9260	94,5	36	55	75,80	76,90	24,90	60,20	271	284	2930	25,5	7	17	75,70	77,00	810	55,90	266	279	15050	120	21	16	2670	317	77,70	489	77,10	64,00	59,10	-	471
12	9210	56,5	14	21	73,70	76,80	22,00	50,50	247	259	3850	16	8	14	73,70	76,90	780	48,40	251	263	15420	72,5	12	8	2630	317	77,70	484	77,00	65,50	49,70	-	473
13	7200	77,5	15	23	75,70	76,60	24,00	59,90	-	315	3200	22,5	6	11	75,60	76,50	67,20	54,60	-	317	12950	100	12	8	2630	314	77,50	479	76,70	62,70	59,10	-	-
14	7090	77,5	15	23	75,80	76,60	24,10	59,10	-	317	3220	22,5	5	10	75,80	76,60	69,10	55,10	-	324	12920	100	12	7	2630	318	77,50	485	76,70	62,60	59,00	-	-
15	7020	95	21	33	76,20	76,80	25,20	63,20	-	318	3140	25,0	7	11	76,30	77,00	66,20	56,80	-	320	12480	120	14	9	2660	326	77,70	493	77,10	63,10	61,00	-	-
16	7100	94	20	32	76,50	77,10	27,40	63,10	-	323	3160	24,5	6	11	76,40	77,10	69,90	56,60	-	323	12450	118,5	13	10	2650	326	77,70	495,5	77,20	63,10	61,00	-	478
17	9100	78,0	57	57	75,30	76,70	22,00	59,10	-	272	3980	22	26	75,40	76,70	81,30	55,00	-	279	15600	100	37	2650	307	77,20	469	76,80	63,50	56,90	-	486		
18	9200	78,0	56	56	75,30	76,80	30,50	59,20	-	275	4020	22	26	75,50	76,80	900	55,20	-	280	15780	100	36	2660	308	77,40	476	76,90	63,40	57,20	-	462		
19	9200	46,5	35	35	73,00	76,80	28,50	48,70	-	247	4000	13,5	14	72,80	76,80	83,00	48,00	-	246	15550	60	26	2640	312	77,10	478	76,90	67,00	48,30	-	466		
20	9200	46,5	34	34	72,80	76,70	29,00	48,80	-	243	4020	13,5	16	73,00	76,70	83,20	48,00	-	246	15600	60	27	2650	310	77,00	472	76,80	67,00	48,50	-	464		

16

Bild 1. Fließschema der Saargasspaltanlage Op631-N

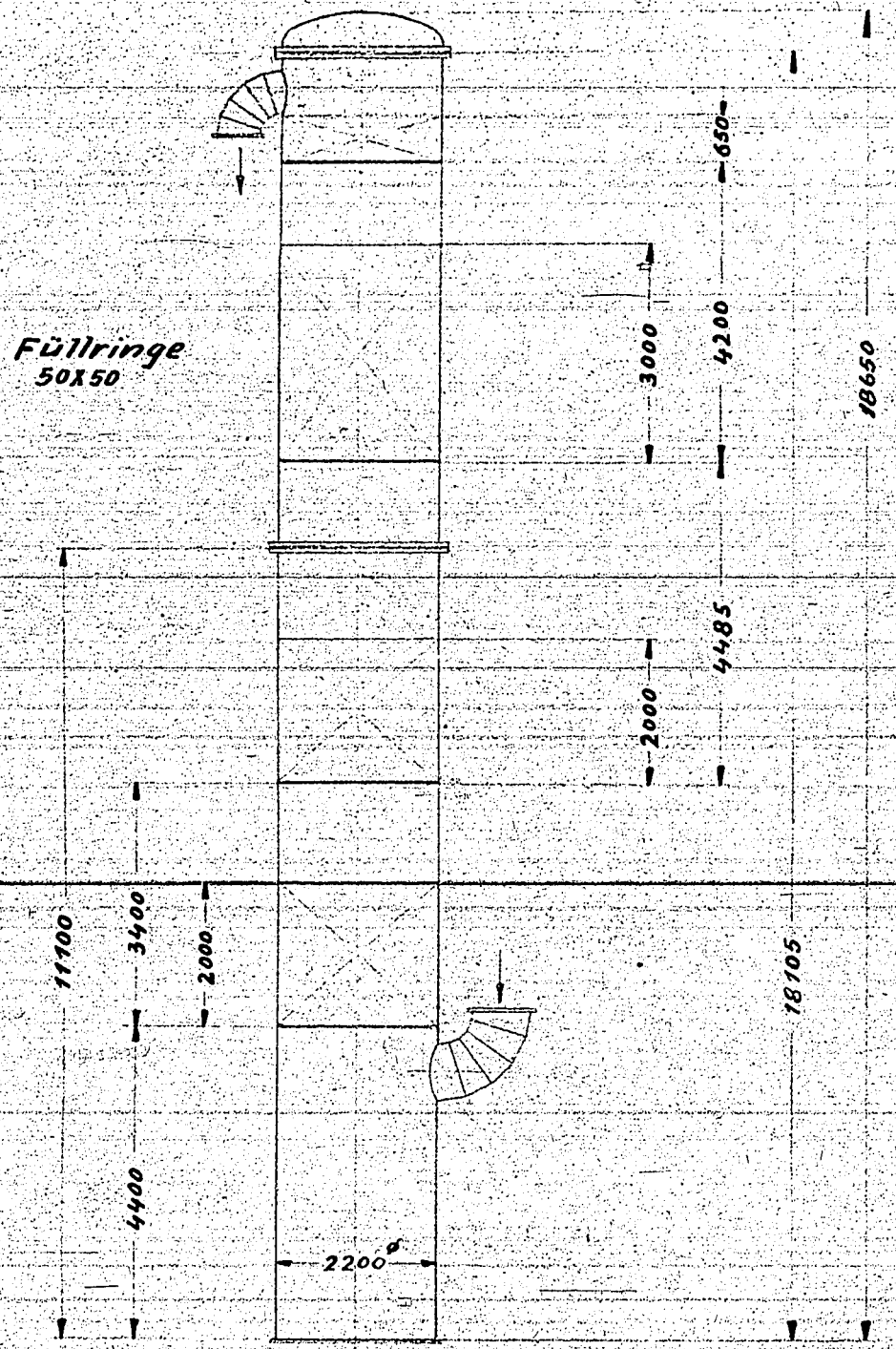
11	Gassättiger
12	Luftsättiger
13	Gaswärmetauscher
14	Luftwärmetauscher
15	Methankonverter
18	Schachtfilter
19	CO-Wärmetauscher
20	CO-Konverter
21	Kreislaufkühler
24	Schlußkühler
22a	Pumpen f. Kreislaufkühler
22c	" "



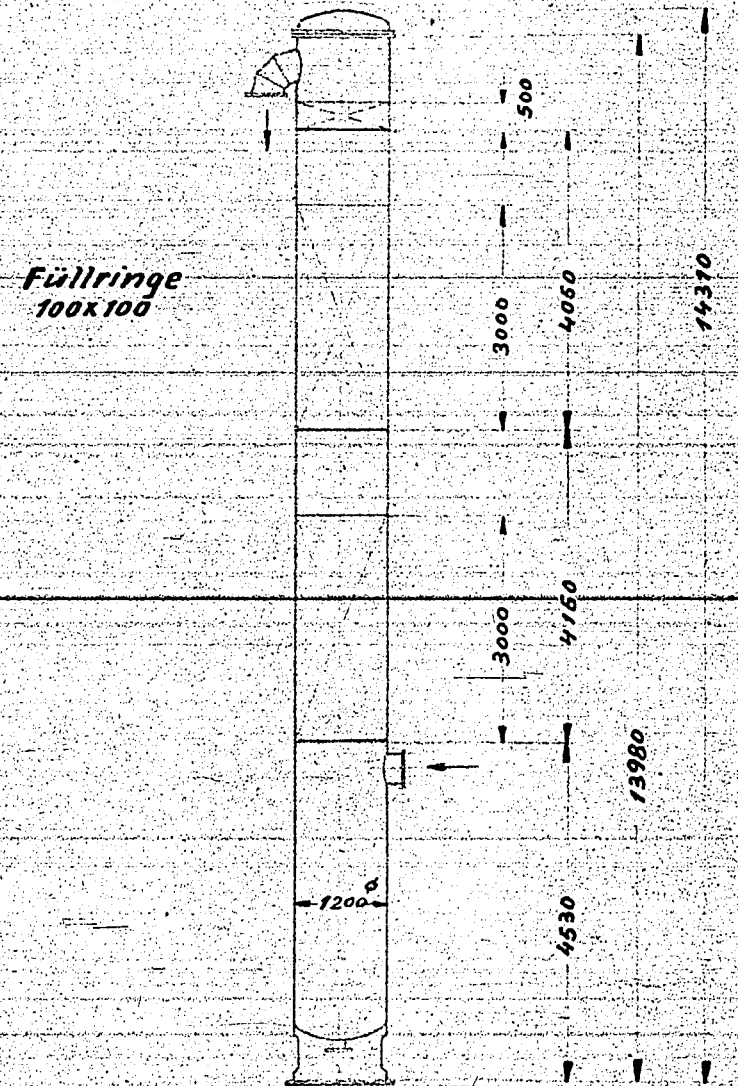
zugang	g H ₂ O/m ³ ausg. Beob.	g H ₂ O/m ³ aus 21-8 berechn.
0	462	
0	476	
0	479	
0	471	
0	473	
0		
0		
0		
0	478	
0	488	
0	462	
0	466	
0	464	

34712

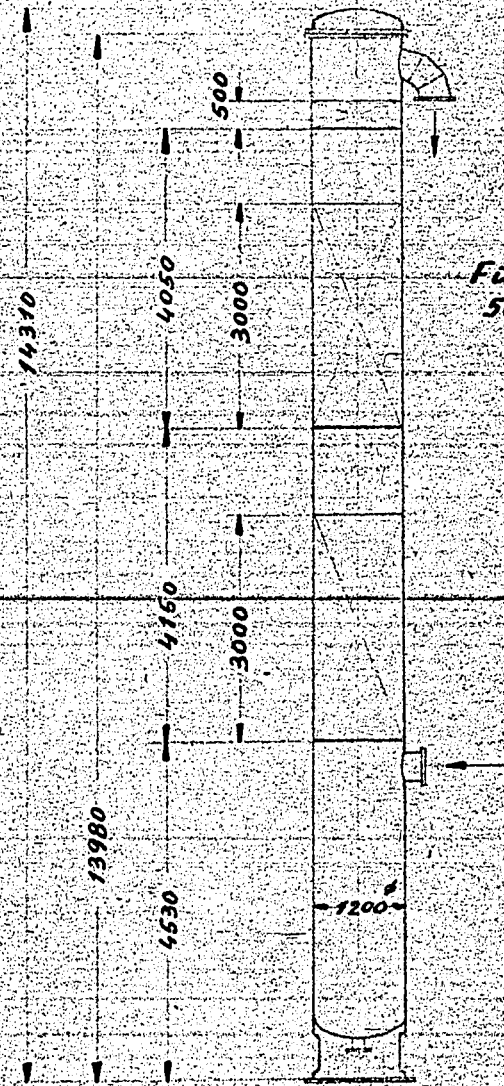
380000018



Gas Kühler



Gassättiger



Luftsättiger

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
 Ludwigshafen am Rhein
 Tag 13.10.42. Name Zylinder

Maßstab
 1:100

Kühler, Gas- u. Luftsättiger
 Urheberrechtsschutz nach DIN 34

Bild 2

10

Bild 2

gr/amp

I.G. Fa

Bild 3

Dampfollanz der V-Anlage

gr/Nm²

500

500

400

300

200

100

t/h

gr/Nm²

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

CH₄-Ofen

Wärme-
tauscher

CH₄-Ofen

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

Wärme-
tauscher

Refrakt-
kühlung

I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen a. Rhein.

DIN-Format A4 T (210 X 297 mm)

Bild 3

33000088

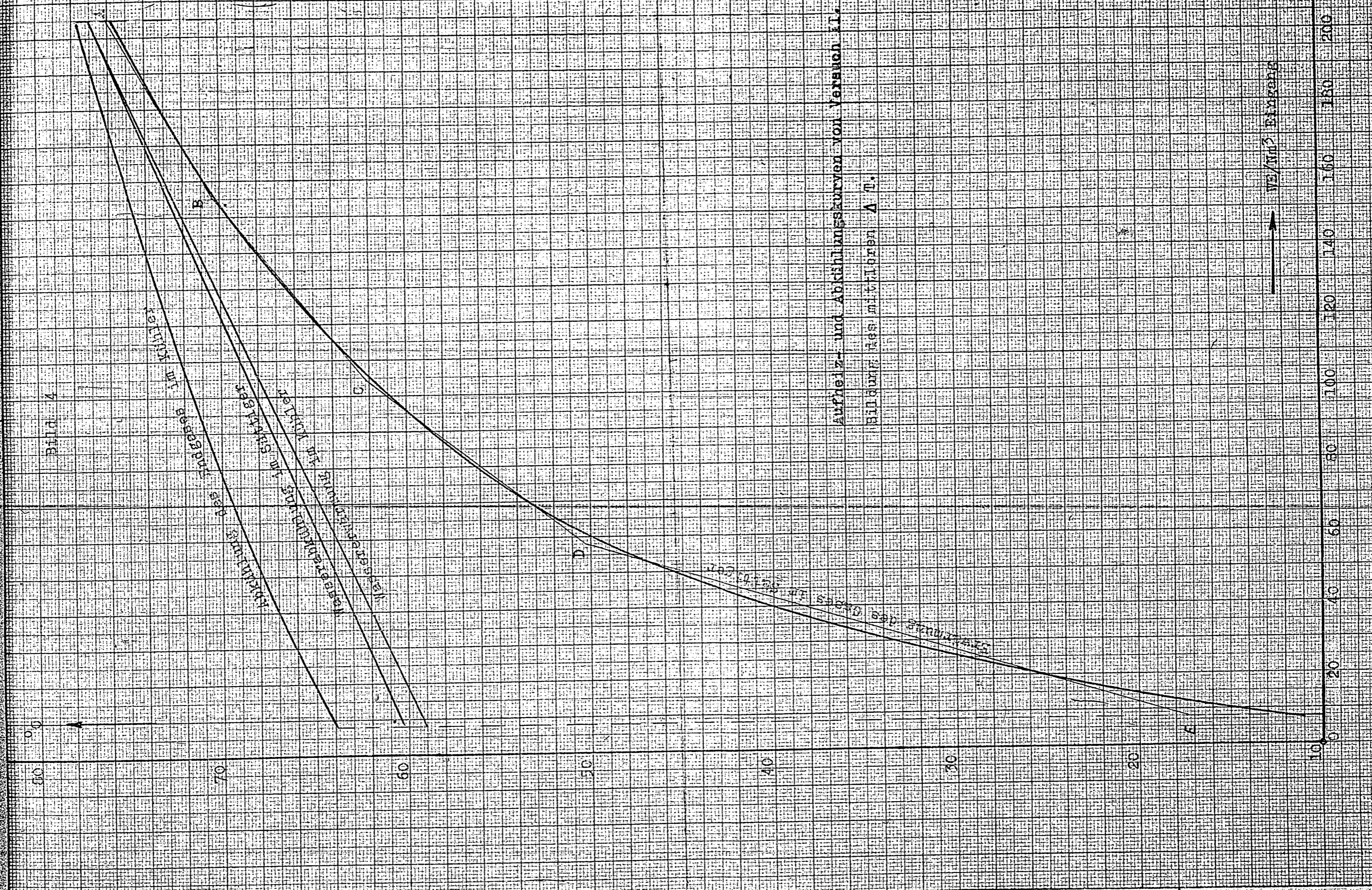


Bild 4

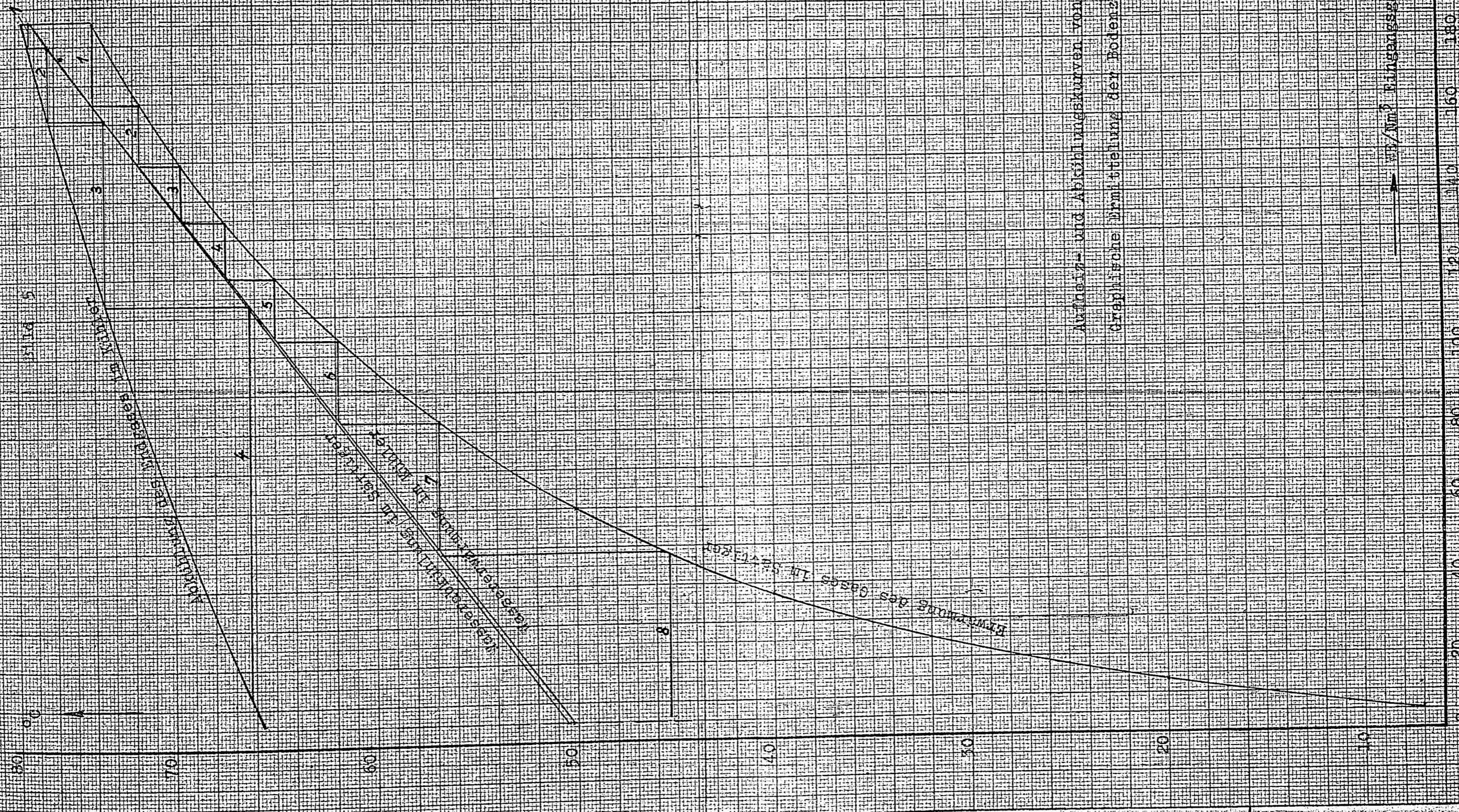
I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft,
Ludwigshafen a. Rhein.

Die Formät. A 3. P. (267 x 420 mm)

Aufheiz- und Abkühlungskurven von Versuch II.
Bildung des mittleren ΔT .

Bild 4

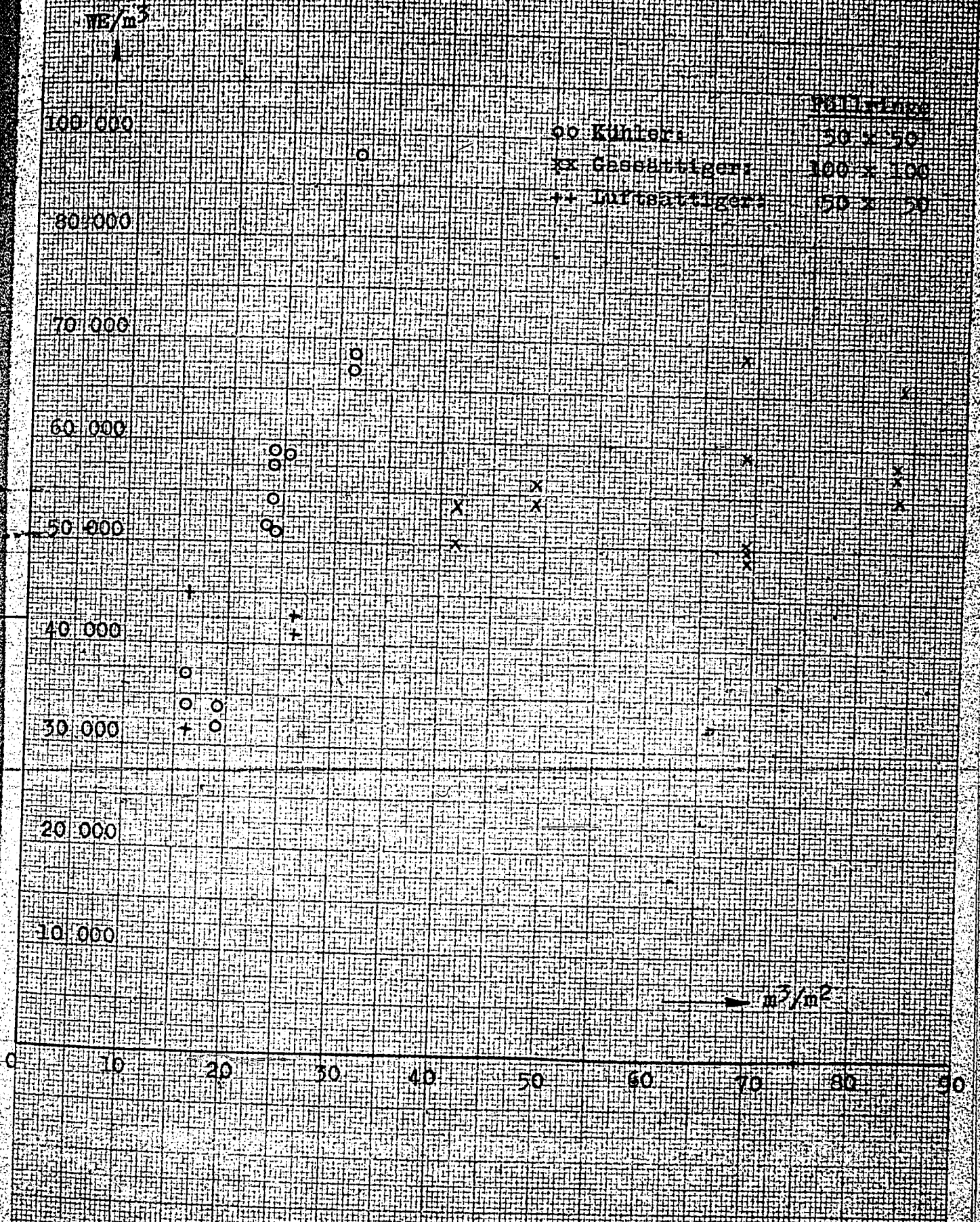
35000083



I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft,
Ludwigshafen a. Rhein.

Die Formel A 3 P (227 x 420 mm)

Bild 5



Abhängigkeit der Wärmedurchgangszahl K von der Regenhöhe.

STICKSTOFF-ABTEILUNG
Frie/Op.324

Oppau, den 26. Febr. 1941. C.

Versuche zur CO - Konvertierung PH₃-haltiger Gase.
 ~~~~~

Die Bayer. Stickstoff-Werke A.G., Piesteritz, beabsichtigen, die Abgase der Karbidöfen, welche bisher als Heizgase Verwendung finden, in ein Stickstoff-Wasserstoff-Gemisch überzuführen und für besondere Zwecke zu verwenden. Die Analyse des Karbidofengases ist folgende:

|         |                   |                  |
|---------|-------------------|------------------|
| 4,0     | %                 | CO <sub>2</sub>  |
| 65,0    | %                 | CO               |
| 12,0    | %                 | H <sub>2</sub>   |
| 18,0    | %                 | H <sub>2</sub>   |
| 0,5     | %                 | CH <sub>4</sub>  |
| 0,5     | %                 | O <sub>2</sub>   |
| 0 - 10  | mg/m <sup>3</sup> | H <sub>2</sub> S |
| 20 - 50 | "                 | org.S.           |
| 0 - 2   | "                 | P.               |

Die Konvertierung des CO soll unter Druck vorgenommen werden. Versuche, ob sich unser Oppauer Druckkonvertierungssystem für Gase mit hohem CO-Gehalt eignet, sollen in Op 4 durchgeführt werden. Vor Beginn dieser Betriebsversuche war jedoch festzustellen, ob der im Gase enthaltene Phosphorwasserstoff keine Schädigungen des Braunoxydkontaktes hervorruft. Zu diesem Zwecke wurden Versuche im Laboratorium der Gasfabrik Op 299 gemeinsam mit Herrn Dr. Lohmeyer durchgeführt.

Die Versuchsapparatur ist in der Skizze (Anlage 1) dargestellt. Es wurde mit entschwefeltem Mischgas gefahren, welches folgende Durchschnitts-Analyse hatte :

|      |         |                 |
|------|---------|-----------------|
| 4,6  | %       | CO <sub>2</sub> |
| 38,7 | %       | CO              |
| 35,6 | %       | H <sub>2</sub>  |
| 0,2  | %       | CH <sub>4</sub> |
| 20,9 | %       | H <sub>2</sub>  |
| 0,2  | org. S. |                 |

Das Gas durchströmte zur Messung ein Kapillar-Manometer und eine Gasuhr, hierauf erfolgte bei A die Zugabe des PH<sub>3</sub> und im Verdampfer B die Zugabe des Wasserdampfs. Anschliessend wurde die Konvertierung des CO im Kontaktofen C mittels unseres normalen Braunoxyd-Kontakts

durchgeführt, das Gas heruntergekühlt und analysiert. Um eine genaue Dosierung des  $\text{PH}_3$  <sup>1)</sup> zu gewährleisten, wurde dasselbe mit der rd. 7-fachen Menge Gas in den Gaspipetten E gemischt verwendet. Durch Zutropfen von Wasser aus der Flasche D in die Gaspipetten E, wobei durch die Anwendung des Boyle-Mariotte'schen Prinzips ein ganz gleichmässiger Zulauf gewährleistet war, erfolgte die Zugabe des  $\text{PH}_3$  in den Gasstrom. Die Einstellung der Wasserdampfmenge im Verdampfer B kann durch Regulierung der Temperatur des Tauchsieders (Cr-Ni-Draht) mittels eines elektrischen Widerstands sehr genau vorgenommen werden.

Die Versuchsbedingungen waren folgende :

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| Ofen $\phi$ 50 mm , | Füllhöhe 1280 mm              |
| Kontaktmenge :      | 2 500 Ltr. = 3 100 g          |
| davon               | 200 ccm 7 - 9 mm Körnung      |
|                     | 2 300 ccm 5 - 7 mm Körnung .  |
| Belastung :         | 400 Ltr. Mischgas/h           |
| Dampfmenge :        | 360 g/h                       |
| $\text{PH}_3$ :     | 10 mg/m <sup>3</sup> Mischgas |
| Ofendruck :         | 700 - 800 mm WS               |
| Ofentemperatur:     | oben 30 MV = 543°             |
|                     | Mitte 24 " = 442°             |
|                     | unten 20 " = 373° .           |

Die Menge des  $\text{PH}_3$  im Eingangs- und Ausgangsgas wurde laufend kontrolliert. Die Bestimmung wurde in der Weise durchgeführt, dass eine bestimmte Gasmenge mit Sauerstoff verbrannt über Platin geleitet und die Verbrennungsgase anschliessend mit  $\text{H}_2\text{O}_2$  und Natronlauge gewaschen wurden. Die entstandene Phosphorsäure wurde hierauf durch Ausfällung bestimmt.

Ein Vergleichsversuch mit  $\text{PH}_3$ -freiem Gas lief diesem Versuch parallel. Die Versuche wurden vom 6.11.39 - 3.4.40 durchgeführt.

Das Ergebnis der Versuche war, dass in Bezug auf die Umsetzung des CO die Gegenwart geringer Phosphormengen keine Rolle spielt. Bei bei-

1) Die Herstellung des  $\text{PH}_3$  wurde nach Moser, die Reindarstellung von Gasen, S. 98 aus Kalziumphosphid und Wasser vorgenommen.



den Versuchen lag der CO-Gehalt des konvertierten Gases zu Beginn des Versuches bei 1,9 - 2,2 % CO, am Ende bei 2,1 - 2,5 % CO.

Die Bestimmung des PH<sub>3</sub> im konvertierten Gase ergab Werte, die zwischen 0,2 und 1,0 mg/m<sup>3</sup> lagen; der PH<sub>3</sub> wurde also zum größten Teil vom Kontakt zurückgehalten. Eine Durchschnittprobe des Kontakts der oberen Schicht, deren Körner zum Teil einen weissen Beschlag zeigten, ergab die folgende Analyse :

|                                |         |                               |          |
|--------------------------------|---------|-------------------------------|----------|
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 82,29 % | Na <sub>2</sub> O             | 2,64 %   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,15 %  | K <sub>2</sub> O              | 0,27 %   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,50 %  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 1,09 %   |
| CaO                            | 1,27 %  | P (flüchtig)                  | 0,0025 % |
| MgO                            | 2,43 %  | S gesamt                      | 1,08 %   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,16 %  | C                             | 0,71 %   |
| SiO <sub>2</sub>               | 0,25 %  | H <sub>2</sub> O (105°)       | 0,67 %   |

Der Phosphor wird also zum größten Teil als Phosphat und nur spurenmäßig als Phosphid vom Kontakt gebunden. Die Salzabscheidung auf der oberen Kontaktschicht hatte zu einer Erhöhung des Widerstandes des Ofens geführt. Es ist jedoch anzunehmen, dass diese Erscheinung bei dem geringen P-Gehalt des Karbidofengases keine große Rolle spielen wird. Gegebenenfalls müsste von Zeit zu Zeit die oberste Kontaktschicht entfernt werden.

#### Zusammenfassung.

Es ist von den Bayer. Stickstoff-Werken A.G., Piesteritz, beabsichtigt, PH<sub>3</sub>-haltige Karbidofen-Abgase zur Gewinnung eines Wasserstoff-Stickstoff-Gemisches zu konvertieren. Um festzustellen, ob durch einen PH<sub>3</sub>-Gehalt des Gases eine Schädigung des Braunoxydkontaktes stattfindet, wurden Laboratoriums-Versuche mit PH<sub>3</sub>-haltigem Mischgas durchgeführt. Dem Gase wurden 10 mg PH<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> zugegeben.

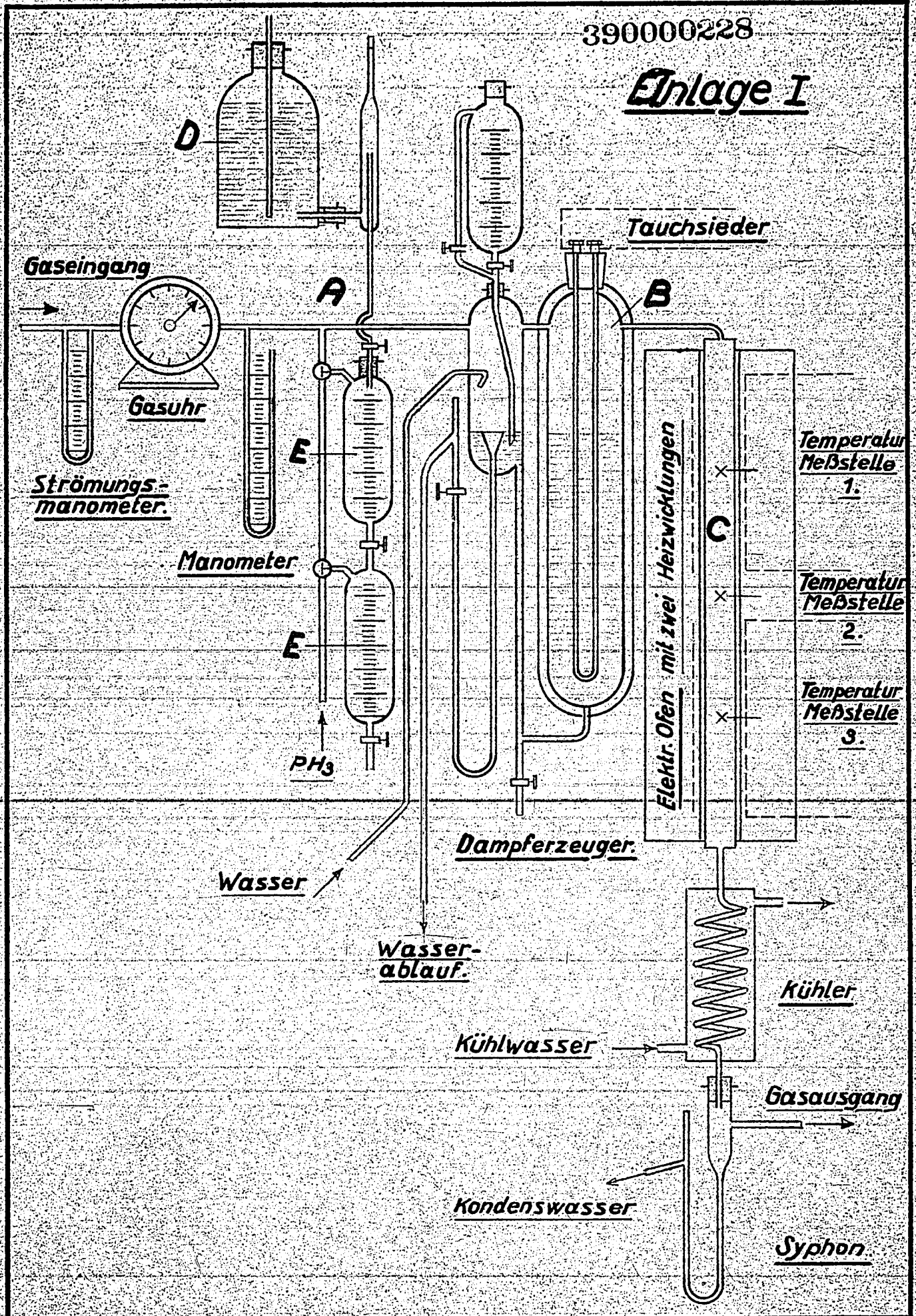
Es wurde festgestellt, dass eine Schädigung der Aktivität des Kontakts nicht eintritt, und innerhalb der Versuchsdauer von rd. 5 Monaten die gleiche Endanalyse von 1,9 - 2,5 % CO im konvertierten Gase wie bei PH<sub>3</sub>-freiem Gase erzielt wird.

Das  $\text{PH}_3$  geht nur in geringer Menge unverändert durch den Kontakt hindurch; der grösste Teil findet sich als Natriumphosphat wieder, welches zum Teil einen weissen Beschlag auf den Kontaktkörnern der oberen Schicht bildet. Eine durch diese Abscheidungen verursachte Widerstandserhöhung des Ofens kann möglicherweise zu einem vorzeitigen Auswechseln der oberen Kontaktschicht führen. -

*W. Müller*

390000228

# Einlage I



L. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft  
 Ludwigshafen am Rhein  
 Tag: 26.2.41. Name: WANNER H.

Maßst.

Urheberrechtsschutz nach DIN 34

SK 638.

Betreff K.W. - Synthesegasanlage Op 648  
Betriebsergebnisse 1941.

2169-30

Klasse

Patent

30/4.03

Abteilung

Bericht de Herr n Dr. S a c h s e  
 vom 16. Januar 194 42

Nr.

400000229

Gesehen vom Abteilungsvorstand

Gesehen von der Direktion *gez. Müller-Cunradi*

Zirkuliert in folgenden  
 Abteilungen

| Empfänger                     | Eingang | Weiter | Unterschrift |
|-------------------------------|---------|--------|--------------|
| Herrn Dir. Dr. Müller-Cunradi |         |        |              |
| Herrn Dr. Glöth               |         |        |              |
| Herrn Dr. Göggel              |         |        |              |
| Herrn Dr. Sönksen             |         |        |              |
| Herrn Dr. Bartholomé          |         |        |              |
| Herrn Dr. Moritz              |         |        |              |
| Herrn Dr. Exner               |         |        |              |
| Herrn Dr. Koebahn             |         |        |              |
| Herrn Dipl. Ing. Altstaedt    |         |        |              |
| Herrn Dr. Sachsse             |         |        |              |
| <b>Zur Kenntnis an :</b>      |         |        |              |
| Herrn Dr. Friederici          |         |        |              |
| Herrn Dr. Zschiesche          |         |        |              |
| Herrn Dr. Heinsel             |         |        |              |
| Herrn Dr. Beckmann            |         |        |              |

Aufzubewahren im Archiv des

Eingegangen beim Archivar

Laufende Nr. des Archivs

K.W. - Synthesegas - Anlage Op 648.  
=====Betriebsresultate 1941.

Nachdem die Nachverbrennung der K.W.-Synthesegas-Anlage Op 648 über 1 Jahr in Betrieb ist, kann ein Überblick über die bisherigen Betriebsresultate gegeben werden. Dabei ist vorzuschicken, daß die Nachverbrennung erstellt war, um ein in der Acetylen-Anlage anfallendes Spaltgas von Methan zu befreien. Da die Acetylen-Anlage noch nicht in Betrieb ist, wurde die Nachverbrennung seit 7.10.1940 dazu verwendet, das Entspannungsgas der Butylfabrik auf Ammoniak-Synthesegas zu verarbeiten. Zwischendurch wurde auch ein Gemisch von Butyl-Entspannungsgas und Methan verarbeitet. Tabelle 1 und Bild-1 geben einen Überblick über die Betriebsresultate und Tabelle 2 bringt eine Zusammenstellung der Betriebsunterbrechungen im Jahr 1941.

Eine eigentliche Betriebsstörung ist nur im Januar 1941 eingetreten. Sie hatte ihre Ursache darin, daß das Butyl-Entspannungsgas im Gegensatz zu dem Spaltgas der Acetylen-Anlage in geringen Mengen höhere Kohlenwasserstoffe und Alkohole enthält, die sich bei der Verarbeitung als sehr störend erwiesen haben. Sie führten dazu, daß sich einerseits der Wärmetauscher, mit dem das Butyl-Entspannungsgas vor dem Eintritt in den Spaltofen aufgeheizt wird, mit Ruß und Koks verstopfte, und andererseits das Schamotte-Mauerwerk (QX-Material) in der Leitung von Wärmetauscher zum Spaltofen durch Aufkohlung angegriffen und zerstört wurde. Der Angriff auf das Mauerungsmaterial konnte dadurch behoben werden, daß die Leitung mit Leicht-Schamotte ausgemauert wurde. Bei der Leichtschamotte zeigt sich allerdings auch in gewissem Umfang eine Aufkohlungerscheinung. Das Material ist jedoch so porös, daß es nicht durch die Aufkohlung zersprengt wird. Nach Betrieb von etwa 8 Monaten ist es zwar durch und durch geschwärzt, hat aber in seiner Festigkeit nicht merklich nachgelassen. Der Wärmeaustauscher mußte aufgebohrt und gereinigt werden und man mußte sich damit begnügen, das Butyl-Entspannungsgas weniger hoch vorzuheizen als für das Acetylen-Spaltgas vorgesehen war, um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Versuche in Op 462 haben inzwischen ergeben, daß man das

Butyl-Entspannungsgas in Eisen auf etwa 380° und in Fluorodit 10 auf etwa 480° vorwärmen kann, wenn man dafür Sorge trägt, daß der Temperaturunterschied zwischen der Rohrwand und dem aufzuheizenden Butyl-Entspannungsgas gering ist. Da der Austauscher in Op 648 für diese Zwecke nicht ausgelegt war, mußten wir uns mit einer noch geringeren Vorwärmung begnügen.

Auf Grund der Berechnungen sollte der Methangehalt im Synthesegas zwischen 0,2 und 0,3 % liegen. Dieser Gehalt wurde in der ersten Betriebszeit ohne weiteres erzielt. Von Mai bis Oktober 1941 trat jedoch eine langsame Steigerung des Methangehaltes ein. Sie hatte ihre Ursache darin, daß ein Teil des Gases im Spaltofen nicht durch den Kontakt strömte, sondern durch eine Fuge zwischen der Außenhaut des Ofens und der Mauerung. Diese Fuge war von der Firma Jünger, Mannheim, und der Feuerungstechnischen Abteilung Lu bei der Ausmauerung des Ofens vorgesehen worden, um die Ausdehnung aufzunehmen, die die Steine beim Erhitzen erfahren. Es hat sich jedoch ergeben, daß sich diese Fuge beim Aufheizen des Ofens nicht, wie vorgesehen, schließt. Andererseits ist der Diatomit der äußeren Mauerungsschicht, auch ohne daß eine besondere Fuge freigelassen wird, durchaus in der Lage, ohne Zerstörung des Materials den Gesteinsdruck aufzunehmen. Die Fuge wurde daher bei einer Reparatur im November 1941 beseitigt. Seit her ist der Methangehalt des Synthesegases durchaus befriedigend.

Da bis Juni 1941 für den Betrieb der Nachverbrennung in Op 648 nur Luft zur Verfügung stand, war bis zu diesem Zeitpunkt keine Möglichkeit vorhanden, den Stickstoffgehalt im Synthesegas zu regulieren. Es mußte daher ein erhöhter Stickstoffgehalt in Kauf genommen werden, der in der Gasfabrik dadurch ausgeglichen werden mußte, daß weniger Wirth-Generatoren gefahren wurden. Diesem Übelstand ist seit Juli 1941 abgeholfen. Durch entsprechende Anwendung von Luft und Sauerstoff für die innere Verbrennung wird seit dieser Zeit das Gas in etwa der Zusammensetzung geliefert, die für die Ammoniaksynthese erforderlich ist.

Die übrigen in Tabelle 2 angeführten Betriebsunterbrechungen sind geringfügiger Natur, sie erklären sich zum größten Teil durch den Umstand, daß die Produktion des Synthesegases einem Versuchsbetrieb angegliedert ist. Es mußten daher aus Versuchsgründen bisweilen

Umschlüsse und kurzfristige Änderungen vorgenommen werden. Mit der Verarbeitung von Methan ab Juli 1941 wurde die Zugabe von Nickel zum Synthesegas in Betrieb genommen. Bei höheren Gehalten von Kohlenwasserstoffen im Eingangsgas unterstützt diese Nickel-Zugabe die Aktivität des Kontaktes und ist von entscheidendem Einfluß für die Betriebstemperatur des Ofens und die Wirtschaftlichkeit der Arbeitsweise. Die Zugabe von Nickel sowohl in Form von Karbonyl als auch von Nickelnitrat hat sich betrieblich durchaus bewährt.

Die Verarbeitung des Butyl-Entspannungsgases in Op 648 war von vornherein nur als vorübergehender Zustand ins Auge gefaßt. Mit Fertigstellung der Anlage Op 631 soll das Gas dort verarbeitet werden. Die bisherigen Betriebsergebnisse können dabei noch durchaus verbessert werden, da die Anlage Op 631 besser für die Verarbeitung des Butyl-Entspannungsgases ausgelegt ist als die Anlage Op 648, die diese Aufgabe sozusagen nur als Lückenbüßer ausführt.

Anlagen: 2 Tabellen.  
----- 1 Bild.

400000233

Tabelle 1.

|           | Eingang<br>Butylgas<br>m <sup>3</sup> | Eingang<br>Methan<br>m <sup>3</sup> | Ausgang<br>Synthesegas<br>m <sup>3</sup> | A n a l y s e   |      |                |                |                 |
|-----------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|------|----------------|----------------|-----------------|
|           |                                       |                                     |                                          | CO <sub>2</sub> | CO   | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> |
| Januar    | 2 434 840                             | -                                   | 3 424 000                                | 4,4             | 23,2 | 43,8           | 28,3           | 0,25            |
| Februar   | 4 686 150                             | -                                   | 7 072 000                                | 5,1             | 21,5 | 40,9           | 32,3           | 0,2             |
| März      | 5 178 310                             | -                                   | 7 955 000                                | 5,2             | 21,8 | 40,7           | 32,1           | 0,2             |
| April     | 5 024 290                             | -                                   | 7 271 000                                | 5,0             | 23,2 | 42,3           | 29,3           | 0,2             |
| Mai       | 5 349 890                             | -                                   | 7 704 500                                | 4,9             | 23,9 | 42,7           | 28,2           | 0,3             |
| Juni      | 5 182 930                             | 13 200                              | 7 432 000                                | 5,0             | 23,9 | 42,7           | 28,1           | 0,3             |
| Juli      | 3 597 340                             | 764 620                             | 7 995 000                                | 6,8             | 21,9 | 46,4           | 24,4           | 0,5             |
| August    | 3 188 180                             | 980 100                             | 8 008 000                                | 6,6             | 21,6 | 47,5           | 23,8           | 0,43            |
| September | 3 150 210                             | 904 400                             | 7 880 000                                | 7,7             | 19,7 | 49,4           | 22,8           | 0,4             |
| Oktober   | 3 584 810                             | 833 940                             | 7 973 900                                | 6,5             | 20,0 | 49,0           | 24,1           | 0,4             |
| November  | 3 995 840                             | 256 450                             | 6 430 000                                | 3,7             | 22,6 | 46,9           | 26,5           | 0,27            |
| Dezember  | 5 112 890                             | -                                   | 6 927 000                                | 4,0             | 22,7 | 46,6           | 26,5           | 0,2             |

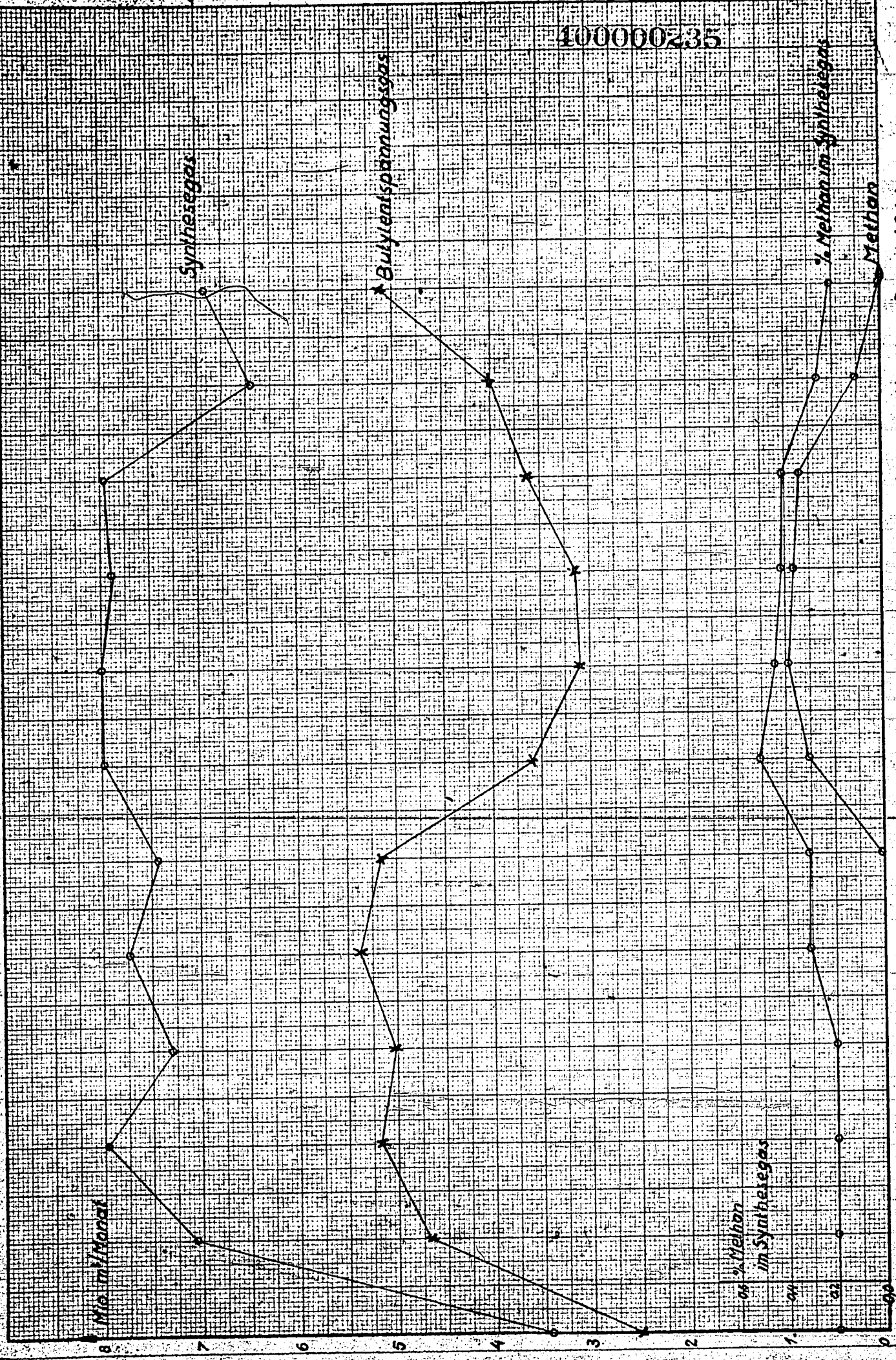


Tabelle 2.Betriebsunterbrechungen in Op. 648.

|                |        |          |                                                                                                                                                                            |
|----------------|--------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1.-14. 1.41  | - 415  | Stunden. | Entfernung von Ruß und Koks aus dem Wärmetauscher. Reparatur an der Ausmauerung der Leitung vom Wärmetauscher zum Ofen. Reinigung des Kontakttes von zerstörtem Mauerwerk. |
| 25.1.-28. 1.41 | - 75   | Stunden. | Wärmetauscher wird zur Reparatur herausgenommen. Reparaturen am Mauerwerk.                                                                                                 |
| 2. 3.41        | - 42   | "        | Ausfall des Luftgebläses.                                                                                                                                                  |
| 3. 3.41        | - 42   | "        | Stecken einer Blindscheibe am Luftgebläse.                                                                                                                                 |
| 9. 4.41        | - 11   | "        | Wärmetauscher wird wieder hereingenommen.                                                                                                                                  |
| 2. 5.41        | - 42   | "        | Umschaltung auf Reserve-Luftgebläse.                                                                                                                                       |
| 9. 5.41        | - 3    | "        | Anschluß der Kaltgasleitung, Syphon am Schlußkühler verlängert.                                                                                                            |
| 10. 6.41       | - 44   | "        | Nickelkarbonyldüse eingesetzt.                                                                                                                                             |
| 20. 7.41       | - 1 44 | "        | Stromstörung im Werk.                                                                                                                                                      |
| 31.10.41       | - 29   | "        | Karbonyldüse gegen Nickelnitratdüse ausgetauscht.                                                                                                                          |
| 3.11.41        | - 1 42 | "        | Ausfall des Luftgebläses infolge Stromstörung.                                                                                                                             |
| 13.11.41       | - 4    | "        | Ausfall des Luftgebläses.                                                                                                                                                  |
| 8.12.41        | - 7    | "        | Umstellung auf Ofen b.                                                                                                                                                     |
| 18.12.41       | - 8    | "        | Umschaltung des Wärmetauschers.                                                                                                                                            |

100000235

Bild 1



Methan im Synthesegas

Butylen druckungs-gas

Methan im Synthesegas

Methan im Synthesegas

Methan

Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt. Nov. Dez 1941

2169-41

30/4.03

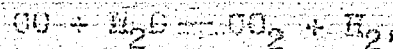
Sa., den 18. März 1941

## Kurze Beschreibung der Druckkonvertierung He 315 (Tafelseite)

Das im Kompressorenhaus auf 30 atü komprimiertes Gas wird in die Druckkonvertierung weitergeleitet und hat folgende Zusammensetzung:

|                 |                |
|-----------------|----------------|
| CO <sub>2</sub> | 4,2 %          |
| CO              | 42,6 %         |
| H <sub>2</sub>  | 51,7 %         |
| N <sub>2</sub>  | 1,5 %          |
| CH <sub>4</sub> | 0,2 %          |
|                 | <u>100,0 %</u> |

Zweck der Konvertierung ist, das CO des Frischgases nach folgender Formel zu konvertieren:



d.h. der CO-Gehalt des Gases soll gesenkt und der H<sub>2</sub>-Gehalt erhöht werden. Den Erfordernissen der Synthese entsprechend soll das die Konvertierung verlassende Kontaktgas ungefähr folgende Analyse haben:

|                 |         |
|-----------------|---------|
| CO <sub>2</sub> | 16,03 % |
| CO              | 25,00 % |
| H <sub>2</sub>  | 57,65 % |
| N <sub>2</sub>  | 1,14 %  |
| CH <sub>4</sub> | 0,18 %  |

Wie die Umsetzungsformel zeigt, wird eine bestimmte H<sub>2</sub>O-Menge zur Umsetzung des CO erforderlich sein. Weiterhin muss eine bestimmte Menge Gleichgewichtsdampf aufgewendet werden, nach den Gesetzen des Wassergas-Gleichgewichtes. Die Menge dieses Gleichgewichtsdampfes ist in hohem Masse abhängig von der Temperatur des den Prozess verlassenden Kontaktgases und von den Raumanteilen der einzelnen Komponenten. Besonders ausschlaggebend ist der CO-Gehalt. Das Wasser soll dampfförmig in dem Frischgas enthalten sein. Der ganze Prozess wird so geföhren, dass die bei der Umsetzung anfallenden hochwertigen Wärmemengen weitgehend zur Verdunstung des Wasserdampfes nischkondensat herangesogen werden. (Partialdruck-Verdampfung). Der noch über die Verapfetungsleistung hinaus erforderliche Wasserdampf wird in Form von Frischdampf zugeführt.

Die Apparatur besteht hauptsächlich aus Verdunster, Wärmeaustauscher, Kontaktofen und Schlusshühler.

Für Heydenbeck wird ein Verdunster nach System Oppau verwendet. Durch die flachovalen Rohre strömt von oben nach unten heißes Kontaktgas. Im Gegenstrom wird von unten das ankommende Frischgas und Frischkondensat aufgegeben. Durch die Strömungsenergie des Frischgases wird das Frischkondensat auf die eingebrauten Zwischenböden hochgerissen und bildet dort einen brodelnden Schaum. Dieser Schaum und das Frischgas werden wechselweise durch das heiße Kontaktgas erwärmt und es verdunstet Frischkondensat in das Frischgas hinein. Das auf diese Weise bis zu einem bestimmten erreichbaren Zeitpunkt aufgesättigte und überdies erwärmte Frischgas verlässt den Verdunster oben und strömt durch einen Wärmeaustauscher (Nährapparat), wo es auf ca. 350 bis 400° überhitzt wird. Im Gegenstrom zu dem ankommenden überhitzten Frischgas strömt durch den Wärmeaustauscher das unmittelbar vom Kontaktofen kommende heiße Kontaktgas, um nach Verlassen des Wärmeaustauschers in den Verdunster zu gelangen. Dem den Wärmeaustauscher mit 350 bis 400° vorerwärmten Frischgas wird auf seinem Wege zum Kontaktofen an geeigneter Stelle Frischkondensat zugeführt. Das Frischgas enthält also bei seinem Eintritt in den Kontaktofen sowohl den Umsetzungs-, als auch den Leuchtgewichtsdampf. Im Kontaktofen, der als Schichtofen mit drei Schichten ausgebildet ist, findet die oben beschriebene Umsetzung statt. Das heiße Kontaktgas verlässt den Kontaktofen unten, strömt durch Wärmeaustauscher und Verdunster zum Schlusshühler, wird dort abgekühlt und verlässt die Konvertierung.

In der Druckkonvertierungsanlage No 315 sind zu verarbeiten 74.000 m<sup>3</sup>/h (15°, 735 mm Hg) Mischgas. Die Anlage besteht aus vier kompletten Systemen, von denen jedes max. 26.000 m<sup>3</sup>/h verarbeiten kann. Es sind also installiert drei Betriebssysteme und ein Reservesystem. Die Kontaktofen sind von einer Eisenkonstruktion umgeben, auf der eine Seite der Eisenkonstruktion, nach der Straße zu, ist die Rohrbrücke mit den Zu- und Abführungsleitungen direkt angebaut. Unter der Rohrbrücke befindet sich das Bedienungsgehäuse mit den Schüttungsvorrichtungen und Messschranken und Konduktionspunkten. Auf der anderen Seite der Eisenkonstruktion, nach der Straße zu, gehen Wärmeaustauscher, Verdunster und Schlusshühler.

Kühler im Freien auf eigenen Fundamenten. Über den ganzen Systemen läuft ein Portalkran. Der Aufbau der Anlage ist so gegliedert, dass man in der Lage ist, mit Hilfe des Portalkranes jeden Apparat, jede Rohrleitung, jedes Ventil usw. ein- und auszubauen, auf den Wagen zu verladen und umgekehrt. Ausserdem ist am Ende der Anlage eine Montagegrube vorgesehen, in welche man mit Hilfe des Kranes je einen kompletten Verdunster absenken kann; dort lässt sich der Verdunster gut auseinanderbauen.

Der für die Toluolseite projektierte Aufbau der Anlage ist so gewählt, dass man die Konvertierung für die Stickstoffseite anschliessend in ähnlicher Weise ausbauen kann und dass es möglich ist, die Eisenkonstruktion und Rohrbrücke mit Bedienungshaus einfach zu verlängern. Man kann also auch den Portalkran späterhin sowohl für die Toluolseite, als auch für die Stickstoffseite verwenden.

*W. Hoffmann*

2 x 66

Herrn Dr. Engler,  
 " Dr. Ritzer,  
 " Dr. Alth,  
 " Dr. Friederici,  
 " Dr. Linckh,  
 " Dipl.-Ing. Karkert.

Schulze

420000239

2169-42

30/4.03

# MINERALÖL-BAUGESSELLSCHAFT M. B. H.

Mineralöl-Baugesellschaft m. b. H., Berlin SW 61, Belle-Alliance-Str. 7-10

Fernsprecher:  
Sammelleummer  
19.51.91  
Drahtwort:  
Ölbau

Postcheckkonto:  
Berlin 40862

Bankkonto:  
Dresdner Bank,  
Dep.-Kasse 90,  
Berlin SW 61,  
Belle-Alliance-Straße 107

An die

I.G. Farbenindustrie A.G.,  
-Herrn Obering. Berger-

Ludwigshafen/Rhein.

Masch. Techn. Abteilung

|             |       |       |
|-------------|-------|-------|
| Einkauf Lu. |       |       |
| 12 APR 39   | 11-12 | 50253 |
| FK          | Stat. | Mo.   |

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unsere Zeichen

Berlin SW 61,

den

6.4.1939.

MTA/A/Er/Bd

Betrifft:

Vergleichsrechnung.

Im Auftrage des Herrn Dipl. Ing. Schön von der Reichsstelle für Wirtschaftsausbau übersenden wir Ihnen ein Exemplar der Vergleichsrechnung über Anlagekosten, Betriebskosten und des Eisenbedarfes von Wasserstofferzeugungs-Anlagen mit druckloser Konvertierung und Konvertierung unter Druck.

Heil Hitler!

Mineralöl-Baugesellschaft m. b. H.

Anlage!

*Witz*

|        |
|--------|
| TB     |
| TB/N   |
| Ha     |
| Wtz    |
| B      |
| Fu     |
| Lmp    |
| TAP    |
| Rg     |
| Rdz    |
| Le     |
| Ldg    |
| Hh     |
| Eng    |
| Lör    |
| TB/KHh |
| TB/Ph  |

*[Handwritten signature]*

20. Februar 1939  
Hg/Wd.

420000240

Vergleich der Anlagekosten, Betriebskosten und des Eisenbedarfes von Wasserstofferzeugungs-Anlagen mit druckloser Konvertierung und Konvertierung unter Druck.



Es wurden aufgrund ausgeführter Anlagen bzw. vorliegender Angebote und Kostenschätzungen die Betriebskosten, die Anlagekosten und der Eisenbedarf von Wasserstofferzeugungsanlagen mit druckloser Konvertierung und Konvertierung unter Druck ermittelt. Es wurde davon ausgegangen, daß Nullwassergas mit der in den beiliegenden Schemata 3273-16 und 3274-16 genannten Zusammensetzung zur Verfügung steht, aus dem in nachstehend beschriebenen Verarbeitungsgängen Wasserstoff (97%ig) unter 325 atü hergestellt wird.

Aufgrund bereits in Angriff genommener Kostenschätzungen wurde der Vergleich durchgeführt für eine zu verarbeitende Nullwassergas-Menge von  $62.700 \text{ Nm}^3/\text{h}$  mit  $4 - 5 \text{ g H}_2\text{S}$  pro  $\text{Nm}^3$ .

Bei der Schätzung der einzelnen Anlageteile wurde eine vernünftige Reserve an Maschinen und Apparaten vorgesehen, sowie ein Posten für Unvorhergesehenes bei den Anlageteilen mit eingeschlossen, die infolge mangelnder Ausführungsunterlagen nicht ausreichend genau genug geschätzt werden konnten.

420000241

6. CO<sub>2</sub>-Wäsche

zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91400 Nm<sup>3</sup>/h Kontaktgas auf 1.7 % CO<sub>2</sub> in Reingas.

Bei der Bemessung dieser Anlage wurde angenommen, daß 6500 m<sup>3</sup>/h Frischwasser mit einer maximalen Temperatur von 25° C im Sommer zur Verfügung stehen. Das aus der CO<sub>2</sub>-Wäsche kommende CO<sub>2</sub>-haltige Wasser wird bis auf 780 m<sup>3</sup>/h, die zur Konvertierung gehen, in einem Belüftungswerk entgast und mit einem Druck von 45 m Wassersäule als Reinwasser zu Kühlzwecken an das Werk abgegeben.

7. CO-Wäsche

bemessen für 56246 Nm<sup>3</sup>/h Reingas mit einem Reinwasserstoffgehalt von 54750 Nm<sup>3</sup>/h.

Gemäß den beiliegenden Einzel-Kostenschätzungen und der gleichfalls beiliegenden Betriebskostenermittlung sind die Anlagekosten, Betriebskosten und der Eisenbedarf nach dem vorstehend beschriebenen Arbeitsgang folgende:

| Bau                      | Anlagekosten<br>RM | Betriebskosten einschl.<br>Amortisat., Verzinsung,<br>Reparaturen für 1000<br>Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> in Pfg. | Eisen-<br>bedarf<br>in to. |
|--------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Gebälsehans              | 300 000.-          | 42.71                                                                                                                | 340                        |
| Entschwefelung           | 1. 120 000.-       | 75.51                                                                                                                | 1 200                      |
| Druckl. Konvertierung    | 3. 000 000.-       | 333.87                                                                                                               | 2 250                      |
| Gasbehälter              | 340 000.-          | 13.57                                                                                                                | 680                        |
| Kompressorenbau          | 5. 200 000.-       | 1006.55                                                                                                              | 4 900                      |
| CO <sub>2</sub> - Wäsche | 3. 500 000.-       | 272.02                                                                                                               | 3 100                      |
| CO - Wäsche              | 2. 750 000.-       | 258.83                                                                                                               | 2 000                      |
| Außenrohrleitungen       | 575 000.-          | 28.91                                                                                                                | 700                        |
| Zusammen:                | 17 765 000.-       | 2033.92 Pfg./1000<br>Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub>                                                                  | 15 170 to.                 |

Anlage



Pell II

Herstellung von Rein-Wasserstoff 97%ig aus Nullwassergas mit Druckkonvertierung und H<sub>2</sub>S Druckwasser-Wäsche unter 12 atü Vorverdichtung auf 12 atü in Turbo-Kompressoren und Endverdichtung auf 325 atü in Kolbenverdichtern.

Bei Konvertierung des Wassergases unter Druck wurde eine Anlage der Samag angenommen, nach deren Verfahren das Nullwassergas vor Eintritt in die Konvertierung durch eine Wasserwäsche von Schwefelwasserstoff gereinigt wird, so daß die Trockenreinigung fortfällt. Der Druck der Konvertierung und CO<sub>2</sub>-Wäsche wurde mit 13 ata bzw. unter Berücksichtigung des Druckabfalles mit 12 ata in der CO<sub>2</sub>-Wäsche festgelegt, da bei diesem Druck der Wirkungsgrad der Verdichtung in Turbo-Kompressoren noch nicht wesentlich von dem der Kolbenverdichtung abweicht und andererseits eine CO<sub>2</sub>-Wäsche mit diesem Druck noch wirtschaftlich betrieben werden kann.

Der im beiliegenden Schema 3284-16 dargestellte Verarbeitungsgang ist folgender:

- 1.) Turbo-Kompressoren fördern 68.200 Nm<sup>3</sup>/h eines Gemisches, bestehend aus 62.700 Nm<sup>3</sup>/h Nullwassergas und 5.500 Nm<sup>3</sup>/h CO-Rückgas von Gasometer Druck auf 13 ata.
- 2.) Entschwefelung durch Druckwasserwäsche zur Auswaschung von Schwefelwasserstoff aus 68.200 Nm<sup>3</sup>/h mit einem Schwefelwasserstoffgehalt von etwa 4 g H<sub>2</sub>S/Nm<sup>3</sup>. Das Waschwasser für diese Wäsche wird der CO<sub>2</sub>-Wäsche unter einem Druck von 12 ata entnommen und nach der Druck-Entschwefelung in besonderen Turbinen entspannt und unter einem Vakuum von 90% entgast zur Gewinnung der im Waschwasser enthaltenen gelösten brennbaren Gase. Es werden in der Anlage 3.500 Nm<sup>3</sup>/h eines Gasgemisches gewonnen mit einem Heizwert von 700 WE/Nm<sup>3</sup>.
- 3.) Druck-Konvertierung für 67.785 Nm<sup>3</sup>/h unter einem Druck von 13 ata zur Konvertierung auf 3,5% CO im Kontaktgas.
- 4.) CO<sub>2</sub>-Wäsche zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91.000 Nm<sup>3</sup>/h Kontaktgas bei einem Druck von 12 ata. Für diese Wäsche wurde

die gleiche Annahme gemacht, daß 6.500 m<sup>3</sup>/h Frischwasser mit einer maximalen Wassertemperatur von 25° im Sommer zur Verfügung steht. Das aus der CO<sub>2</sub>-Wäsche und zum Teil aus der H<sub>2</sub>S-Wäsche kommende Wasser wird in einem Belüftungswerk entgast und mit einem Druck von 45 m WS zum Teil als Feinwasser für Kühlzwecke an das Werk abgegeben und zum Teil in der CO<sub>2</sub>-Wäsche zusammen mit Frischwasser verwendet.

- 5.) Kompressoren-Anlage zur Verdichtung von 61.732 Nm<sup>3</sup>/h von 10,5 ata auf 325 ata in 3-stufigen Kolbenverdichtern mit einer Förderleistung von je 11.000 Nm<sup>3</sup>/h.
- 6.) CO-Wäsche für eine Reingasmenge von 56.232 Nm<sup>3</sup>/h bei einer maximalen Wassertemperatur von 25° im Sommer.

Die Anlagekosten, Betriebskosten und der Eisenbedarf betragen nach den beiliegenden Einzel-Kostenschätzungen und der Betriebskostenermittlung:

| <u>Posten</u>           | <u>Anlagekosten</u>  | <u>Betriebskosten, einschl. Amortisation, Verzinsung u. Reparaturen für 1000 Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub> i/Tag.</u> | <u>Eisenbedarf</u><br>to |
|-------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Turbo-Kompressoren      | 1 850 000,--         | 362,44                                                                                                               | 1.250                    |
| Druck-Entschwefelung    | 1 650 000,--         | 104,62                                                                                                               | 1.450                    |
| Druck-Konvertierung     | 2 650 000,--         | 295,16                                                                                                               | 1.000                    |
| CO <sub>2</sub> -Wäsche | 13 670 000,--        | 291,04                                                                                                               | 3.450                    |
| Hochdruck-Kompressoren  | 2 650 000,--         | 455,06                                                                                                               | 1.700                    |
| CO-Wäsche               | 2 750 000,--         | 257,71                                                                                                               | 2.000                    |
| Außenrohrleitungen      | 500 000,--           | 25,89                                                                                                                | 600                      |
|                         | <b>15 720 000,--</b> | <b>1 793,92</b>                                                                                                      | <b>11.450</b>            |

Fall III

Herstellung von Rein-Wasserstoff 97%ig aus Nullwassergas mit Druck-Konvertierung unter 12 atü Vorverdichtung auf 12 atü in Turbo-Kompressoren und Endverdichtung auf 325 atü in Kolbenverdichtern, mit druckloser Trocken-Entschwefelung.

Da sich aus der Betriebskosten-Ermittlung für den Fall I und II ergibt daß die H<sub>2</sub>S Druckwasser-Wäsche höhere Anlagekosten bedingt als die Trocken-Reinigung wurde noch folgender Verarbeitungsgang untersucht:

- 1.) Gebälsehaus zur Förderung von 62.700 Nm<sup>3</sup>/h Nullwassergas durch Trockenreinigung zu den Kompressoren und 5.500 Nm<sup>3</sup>/h CO-Rückgas
- 2.) Trocken-Reiniger-Anlage für 62.700 Nm<sup>3</sup>/h Wassergas mit 4 g H<sub>2</sub>S/Nm<sup>3</sup>
- 3.) Turbo-Kompressoren zur Verdichtung von 68.000 Nm<sup>3</sup>/h auf 13 ata
- 4.) Druck-Konvertierung zur Konvertierung von 68.000 Nm<sup>3</sup>/h auf einen CO-Gehalt von 3,5 % im Kontaktgas.
- 5.) CO<sub>2</sub>-Wäsche zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91.000 Nm<sup>3</sup>/h Kontaktgas bei einem Druck von 12 ata.
- 6.) Hochdruck-Kompressoren zur Verdichtung von 61.732 Nm<sup>3</sup>/h von 10,5 ata auf 325 atü
- 7.) CO-Wäsche für eine Reingasmenge von 56.232 Nm<sup>3</sup>/h.

Die Anlagekosten, Betriebskosten und der Eisenbedarf ergibt sich aus den Anlageteilen nach Fall I und II wie folgt:

| <u>Fall</u>             | <u>Anlagekosten</u>  | <u>Betriebskosten, einschl.</u>             | <u>Eisenbe-</u> |
|-------------------------|----------------------|---------------------------------------------|-----------------|
|                         | <u>RM</u>            | <u>Amortisation, Verzinsung</u>             | <u>darf</u>     |
|                         |                      | <u>u. Reparaturen für 1000</u>              | <u>to</u>       |
|                         |                      | <u>Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub> in Pfg.</u> |                 |
| Gebälsehaus             | 300 000,--           | 42,71                                       | 340             |
| Trockenreinigung        | 1 120 000,--         | 75,51                                       | 1.200           |
| Turbo-Kompr.            | 1 850 000,--         | 364,44                                      | 1.250           |
| Druck-Konvertg.         | 2 650 000,--         | 295,16                                      | 1.000           |
| CO <sub>2</sub> -Wäsche | 3 670 000,--         | 291,04                                      | 3.450           |
| Hochdr. Kompr.          | 2 650 000,--         | 455,06                                      | 1.700           |
| CO-Wäsche               | 2 750 000,--         | 257,71                                      | 2.000           |
| Außenrohrltg.           | 575 000,--           | 28,91                                       | 700             |
|                         | <u>15 565 000,--</u> | <u>1 810,54</u>                             | <u>11.640</u>   |

Es wurden folgende Verarbeitungsarten verglichen:

Fall 1)     Drucklose Konvertierung des Nullwassergases und Verdichtung in Kolben-Kompressoren (Einheitsmaschinen).

Der Verarbeitungsgang ist in beiliegendem Schema 3273-16 dargestellt und enthält folgende Anlagen:

1. Gebläsehaus

zur Förderung von  $62.700 \text{ Nm}^3/\text{h}$  Wassergas und  $5.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$  CO-Rückgas durch die Entschwefelung und Konvertierung in den Kontakt-Gasbehälter.

2. Trockenreiniger-Anlage

zur Entschwefelung von  $62.700 \text{ Nm}^3/\text{h}$  Wassergas mit einem  $\text{H}_2\text{S}$ -Gehalt von  $4 \text{ g}/\text{Nm}^3$ .

3. Drucklose Konvertierungsanlage

für  $68.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$  eines Gemisches aus  $62.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$  Wassergas und  $5.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$  CO-Rückgas, bemessen für eine Konvertierung auf ca. 3,5% CO im Kontaktgas.

4. Kontaktgasbehälter

von  $30.000 \text{ m}^3$  Inhalt.

5. Kompressoren-Anlage

für die Verdichtung von  $91.490 \text{ Nm}^3/\text{h}$  Kontaktgas auf 28 atü und  $61.745 \text{ Nm}^3/\text{h}$  nach der  $\text{CO}_2$ -wäsche von 26,5 atü auf 325 atü.

Zusammenstellung der Anlagekosten, Betriebskosten und des Eisenbedarfs der vorstehend beschriebenen 3 verschiedenen Arten der Herstellung von Wasserstoff 97%ig unter 325 atü aus Nullwassergas.

|                                                       | <u>Fall I</u>                                                                    | <u>Fall II</u>                                                                                                                                           | <u>Fall III</u>                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Betrieb</u>                                        | Drucklose Konvertierung des Nullwassergases und Verdichtung in Kolbenverdichtern | Druckkonvertierung u. Druckentschwefelung des Nullwassergases bei 12 atü u. Verdichtung in Turbo-Verdichtern auf 12 atü u. Kolbenverdichtern auf 325 atü | Drucklose Entschwefelung und Druckkonvertierung des Nullwassergases bei 12 atü und Verdichtung auf 12 atü in Turbo-Verdichtern und Kolbenverdichtern auf 325 atü |
| <u>Entschwefelung</u>                                 | <u>Gebälsehaus und Trockenreinigung</u>                                          | <u>H<sub>2</sub>S-Wäsche unter 12 atü</u>                                                                                                                | <u>Gebälsehaus und Trockenreinigung</u>                                                                                                                          |
| Betriebskosten Pf/1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | 118,22                                                                           | 104,62                                                                                                                                                   | 118,22                                                                                                                                                           |
| Anlagekosten RM                                       | 1 420 000,--                                                                     | 1 650 000,--                                                                                                                                             | 1 420 000,--                                                                                                                                                     |
| <u>Konvertierung</u>                                  | <u>Konvertz. u. Gasbehälter</u>                                                  | <u>Druckkonvertz.</u>                                                                                                                                    | <u>Druckkonvertz.</u>                                                                                                                                            |
| Betriebskosten Pf/1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | 347,44                                                                           | 295,16                                                                                                                                                   | 295,16                                                                                                                                                           |
| Anlagekosten RM                                       | 3 340 000,--                                                                     | 2 650 000,--                                                                                                                                             | 2 650 000,--                                                                                                                                                     |
| <u>Kompression</u>                                    | <u>in Einheitsmaschinen von 0 - 325 atü</u>                                      | <u>Turbo und Kolben Verdichter</u>                                                                                                                       | <u>Turbo u. Kolben Verdichter</u>                                                                                                                                |
| Betriebskosten Pf/1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | 1 006,55                                                                         | 819,50                                                                                                                                                   | 819,50                                                                                                                                                           |
| Anlagekosten RM                                       | 6 200 000,--                                                                     | 4 500 000,--                                                                                                                                             | 4 500 000,--                                                                                                                                                     |

420000247

CO<sub>2</sub>-Wäsche

|                                                          |              |              |              |
|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Betriebskosten<br>Pf/1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | 272,02       | 291,04       | 291,04       |
| Anlagekosten RM                                          | 3 500 000,-- | 3 670 000,-- | 3 670 000,-- |

CO-Wäsche

|                                                          |              |              |              |
|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Betriebskosten<br>Pf/1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | 258,83       | 257,71       | 257,71       |
| Anlagekosten RM                                          | 2 750 000,-- | 2 750 000,-- | 2 750 000,-- |

Außenrohrleitungen

|                                                          |            |            |            |
|----------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Betriebskosten<br>Pf/1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | 28,91      | 25,89      | 28,91      |
| Anlagekosten RM                                          | 575 000,-- | 500 000,-- | 575 000,-- |

Gesamtkosten

|                                                          |               |                   |                   |
|----------------------------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Betriebskosten<br>Pf/1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | 2 033,92      | 1 793,92          | 1 810,54          |
| Anlagekosten RM                                          | 17 785 000,-- | 15 720 000,--     | 15 565 000,--     |
| Eisenbedarf to                                           | 15.170        | <del>12.400</del> | <del>12.590</del> |
|                                                          |               | <u>11.450</u>     | <u>11.640</u>     |

| App.-Nr. | Gegenstand                                                                                                                                                                                   | Wert<br>RM |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|          | <b><u>Gaserzeugung mit druckloser Konvertierung</u></b>                                                                                                                                      |            |
|          | <b><u>Gebälsehaus zur Förderung von 62.700 Nm<sup>3</sup>/h Wassergas und 5.500 Nm<sup>3</sup>/h CO-Rückgas durch die Trockenreinigung und Konvertierung in den Kontaktgas-Behälter.</u></b> |            |
|          | <b><u>Die Anlagekosten betragen:</u></b>                                                                                                                                                     |            |
|          | 3 Gebläse, je 35.000 Nm <sup>3</sup> /h, 3 m WS .....                                                                                                                                        | 45 000,--  |
|          | 3 Motoren je 500 kW mit Schalter .....                                                                                                                                                       | 42 000,--  |
|          | 2 Gebläse je 5.500 Nm <sup>3</sup> /h, 2,7 m WS .....                                                                                                                                        | 9 000,--   |
|          | 2 Motoren mit Schalter, je 100 kW .....                                                                                                                                                      | 9 000,--   |
|          | Kran .....                                                                                                                                                                                   | 5 000,--   |
|          | Leitungen .....                                                                                                                                                                              | 45 000,--  |
|          | Kühler .....                                                                                                                                                                                 | 40 000,--  |
|          | Meßinstrumente .....                                                                                                                                                                         | 9 000,--   |
|          | Installation .....                                                                                                                                                                           | 18 000,--  |
|          | Sa.:                                                                                                                                                                                         | 222 000,-- |
|          | B-T-A-:                                                                                                                                                                                      | 78 000,--  |
|          |                                                                                                                                                                                              | 300 000,-- |
|          | Stromverbrauch: 950 kW                                                                                                                                                                       |            |
|          | Frischwasserverbr.: 3 m <sup>3</sup> /h                                                                                                                                                      |            |
|          | Rückkühlwasserverbr.: 140 m <sup>3</sup> /h                                                                                                                                                  |            |
|          | Bedienung: 1 Mann/Schicht                                                                                                                                                                    |            |

| App.-Nr. | Gegenstand                                                                 | Wert<br>RM   |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|--------------|
|          | <b>Gaserzeugung mit druckloser Konvertierung</b>                           |              |
|          | <u>Trockenreiniger-Anlage zur Entschwefelung von</u>                       |              |
|          | 62.700 Nm <sup>3</sup> /h Null-Wassergas mit einem H <sub>2</sub> S-Gehalt |              |
|          | von 4 - 5 g/Nm <sup>3</sup> .                                              |              |
|          | <u>Die Anlagekosten betragen:</u>                                          |              |
|          | Reinigeranlage (4 Türme) einschl. Rohrleitungen                            | 690 000,--   |
|          | 14 m Ø .....                                                               |              |
|          | Bockkran .....                                                             | 130 000,--   |
|          | Sauerstoffausatzanlage .....                                               | 5 000,--     |
|          | Meßinstrumente .....                                                       | 6 000,--     |
|          | Elektr. Kraft und Lichtinstallation .....                                  | 15 000,--    |
|          | Eleinleitungen .....                                                       | 15 000,--    |
|          | Meß- und Signalleitungen .....                                             | 4 000,--     |
|          | Sonstiges .....                                                            | 20 000,--    |
|          | Sa.:                                                                       | 875 000,--   |
|          | <b>B T A :</b>                                                             |              |
|          | Fundamente, Kanäle: SM                                                     | 150 000,--   |
|          | Anstrich: "                                                                | 15 000,--    |
|          |                                                                            | 1 040 000,-- |
|          | Massfüllung: 4.000 t à RM 20,-- .....                                      | 80 000,--    |
|          |                                                                            | 1 120 000,-- |
|          | Reinigermasse: 0.55 t/h                                                    |              |
|          | Stromverbr.: 120 kW.                                                       |              |
|          | Rückkühlwasser: 30 m <sup>3</sup> /h                                       |              |
|          | Bedienung: 3 Mann je Schicht                                               |              |
|          | Schwefelanfall: 250 kg/h                                                   |              |
|          | Sauerstoffverbr.: 250 m <sup>3</sup> /h                                    |              |



Zu Progr.-Nr. .... Werk ..... Bau-Nr. .... Seite .....

| App.-Nr. | Gegenstand                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Wert<br>RM |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|          | <p align="center"><b>Gaserzeugung mit druckloser Konvertierung</b></p> <hr/> <p><u>Konvertierungsanlage</u> zur Konvertierung von<br/>68.000 Nm<sup>3</sup> Mullwassergas einschließlich CO-Rück-<br/>gas auf einen CO-Gehalt von 3,52 % im Kontakt-<br/>gas. Hierfür sind erforderlich<br/>10 → 1 Systeme.</p> <p><u>Die Anlagekosten betragen:</u><br/>Gesamtanlagekosten ohne Kontakt: ..... 2 430 000,-<br/>Kontaktfüllung: ..... 570 000,-<br/>Sa. 3 000 000,-</p> <hr/> <p>Stromverbrauch: 430 kW<br/>Dampfverbrauch: 2,5 atü 31/t/h<br/>Bedarf an Wasser:<br/>CO<sub>2</sub>-haltiges Wasser: 780 m<sup>3</sup>/h<br/>Frischwasser: 12 "<br/>Kondensat: 12 "<br/>Kontakt: 16,5 kg/h<br/>Bedienung: 6 Mann je Schicht</p> |            |

Zu Progr.-Nr.

Werk

Bau-Nr.

Seite

| App.-Nr. | Gegenstand                                         | Wert<br>RM |
|----------|----------------------------------------------------|------------|
|          | <b>Gaszeugung mit druckloser Konvertierung</b>     |            |
|          | <b>Gasbehälter von 30.000 m<sup>3</sup> Inhalt</b> |            |
|          | <b>Die Anlagekosten betragen:</b>                  |            |
|          | Behälterkosten .....                               | 250 000,-- |
|          | 2 Stauröhre, 2 Glockenventile .....                | 15 000,--  |
|          | 2 Winden mit el. Installation .....                | 3 000,--   |
|          | Inhalts- und Druckanzeiger .....                   | 2 000,--   |
|          | Fahrlampen, Blitzschutz .....                      | 1 000,--   |
|          | Kleinleitungen, Tauchtöpfe .....                   | 2 000,--   |
|          | Immanolfüllung .....                               | 5 000,--   |
|          | Sonstiges .....                                    | 4 000,--   |
|          | Sa.:                                               | 282 000,-- |
|          | <b>B T A :</b>                                     |            |
|          | Fundierung, Isolierung RM                          | 32 000,--  |
|          | Anstrich "                                         | 24 000,--  |
|          | Maxitumenschicht: "                                | 2 000,--   |
|          |                                                    | 58 000,--  |
|          |                                                    | 340 000,-- |
|          | Heizdampf in Winter : 1 t/h                        |            |
|          | Bedienung: 1-2 Mann in einer Schicht               |            |



| App.-Nr. | Gegenstand                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Wert<br>RM |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|          | <p><u>Wasserstoffherzeugung mit druckloser Konvertierung.</u></p> <p><u>CO<sub>2</sub>-Wäsche</u><br/>zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91.400 Nm<sup>3</sup>/h Kontaktgas bis auf ca. 1,7 % bei 28 ata mittels Druckwasser von max. 25° C im Sommer.<br/>Es sind erforderlich<br/>8 Wäscher 2100 Ø, 19 m hoch ohne Reserve bei max. Wassertemperatur.</p> <p><u>Die Anlagekosten betragen</u><br/>nach der Kostenschätzung von Rheinbenzin</p> <p><u>für die CO<sub>2</sub>-Wäsche</u></p> <p><u>Apparate-Konto</u> ..... 1 756 210,--<br/><u>Fabrikgebäude-Konto</u> ..... 773 000,--<br/>Unvorhergesehenes ..... 320 790,--</p> <hr/> <p>2 850 000,--</p> |            |
|          | <p><u>Für Pumpenhaus und Wasserregeneration</u></p> <p><u>Apparate-Konto</u> ..... 236 000,--<br/><u>Fabrikgebäude-Konto</u> ..... 393 010,--<br/>Unvorhergesehenes ..... 30 990,--</p> <hr/> <p>650 000,--</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
|          | <p><u>Zusammen:</u> ..... RM 3 500 000,--</p> <hr/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |

| App.-Nr. | Gegenstand                                                                                                                                           | Wert<br>RM  |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|          | <p><u>Gaserzeugung mit Druckloser Konvertierung</u></p>                                                                                              |             |
|          | <p><u>CO-Reinigung</u> zur Auswaschung von ca. 5 % CO aus 61.74% <math>\text{Nm}^3</math> Rohgas auf ca. 0,2 % CO im Reingas. Erforderlich sind:</p> |             |
|          | <p>5 Wascher 800 x 15<br/>2 + 1. Entspannungsmaschinen<br/>1 + 1 Presspumpen<br/>Vakuum-Anlage.</p>                                                  |             |
|          | <p>Es ergeben sich folgende Anlagekosten:</p>                                                                                                        |             |
|          | <p><u>Apparate-Kosten</u></p>                                                                                                                        | 1 992 850,- |
|          | <p><u>Fabrikgebäude:</u></p>                                                                                                                         | 499 050,-   |
|          | <p><u>Unvorhergesehenes:</u></p>                                                                                                                     | 258 106,-   |
|          |                                                                                                                                                      | -----       |
|          |                                                                                                                                                      | 2 750 000,- |
|          | <p>Stromverbrauch: 1.420 kW</p>                                                                                                                      |             |
|          | <p>Frischwasser: 390 <math>\text{m}^3/\text{h}</math></p>                                                                                            |             |
|          | <p>Rückkühlwasser: 30 <math>\text{m}^3/\text{h}</math></p>                                                                                           |             |
|          | <p>Bedienung: 6 Mann/Schicht</p>                                                                                                                     |             |
|          | <p>Dampfverbrauch: 2,5 atü 12 to/h</p>                                                                                                               |             |

Fall 1 Drucklose Konvertierung, Ermittlung der Kosten der H<sub>2</sub>-Herstellung (100%) gerechnet ohne Undichtigkeitsverluste

Inschließlich Amortisation, Verzinsung und Reparaturen (17,3%) für 1000 Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>

|                                                                                                         | Gasbehälter | Trockenreinigung | Konvertierung | Gasbehälter         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|---------------|---------------------|
| Gasdruck atm                                                                                            | 0,3         | 0,2              | 0,1           | 200 Nm <sup>3</sup> |
| angez. Nm <sup>3</sup> / h                                                                              | 58.200      | 62.700           | 58.000        | 91.400              |
| CO+H <sub>2</sub> Menge l/Gas                                                                           | 61.577      | 57.150           | 61.577        | 61.577              |
| CO+H <sub>2</sub> Menge Nm <sup>3</sup> bei 1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> in Reingase bei 325 atm | 1.124       | 1.042            | 1.124         | 1.124               |
| Anlagekosten RM                                                                                         | 500.000     | 1.120.000        | 3.000.000     | 540.000             |
| Verbr. Kosten p. Std. 1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub>                                               |             |                  |               |                     |
| Strom 1,5 kWh                                                                                           | 950         | 26,02            | 120           | 3,29                |
| Zit. Wasser 2,5 l/h                                                                                     | 3           | 0,10             |               | 792                 |
| Elektr. 1,0 "                                                                                           | 150         | 2,55             | 30            | 0,55                |
| Bedienung 140 h/Std                                                                                     | 1           | 2,58             | 3             | 7,69                |
| Reifen 20 "/h                                                                                           |             |                  |               |                     |
| Sauerstoff 2 l/h                                                                                        |             | 250              | 9,13          |                     |
| Druck 10 Nm <sup>3</sup> / h                                                                            |             |                  |               |                     |
| " 2,5 " 1,50 "                                                                                          |             | 0,5              | 1,46          | 31                  |
| Kontakverbr. 1,00 "                                                                                     |             |                  |               | 15,5                |
| Condens. 200 "                                                                                          |             |                  |               | 32                  |
| Cu-Länge 24 " / h                                                                                       |             |                  |               |                     |
| Behälter 1,50 "                                                                                         |             |                  |               |                     |
| Betriebskosten o. Güter                                                                                 | 31,23       | 31,41            | 215,47        | 2,7                 |
| Kinderg. Anfall 0,25 R/h                                                                                |             | 0,5              | 0,30          | 0,30                |
| Schwef. Anfall 23, " / h                                                                                |             | 250              | 10,50         |                     |
| Fri. Wass. " 2,5 R/h                                                                                    |             |                  |               |                     |
| Gesamte Betriebskosten                                                                                  | 31,23       | 31,41            | 215,47        | 2,7                 |
| Amortisation                                                                                            |             |                  |               |                     |
| Verzinsung 17,3%                                                                                        | 11,48       | 44,10            | 118,40        | 11,13               |
| Reparaturen                                                                                             |             |                  |               |                     |
| Kosten 1.000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> (100%)                                                      | 42,71       | 75,51            | 333,87        | 13,57               |

| Kompressoren                                         | CO <sub>2</sub> -Wäsche | CO-Wäsche   | Außenrohrltg.                                  | Gesamtkosten |
|------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|------------------------------------------------|--------------|
| 20 v. 0-20,5 atm<br>ND 26,5-325 "                    | 28 atm                  | 325 atm     |                                                |              |
| ND 91.400                                            | 91.400                  | 61.745      | 56.246 hinter CO-Wäsche                        |              |
| ND 61.745                                            |                         |             |                                                |              |
| ND 61.577                                            | 61.577                  | 59.346      | m-54.730 Nm <sup>3</sup> /h<br>Reinwasserstoff |              |
| ND 59.346                                            |                         |             |                                                |              |
| ND 1.124                                             | 1.124                   | 1.065       |                                                |              |
| ND 1.065                                             |                         |             |                                                |              |
| 3.000.000,-                                          | 3.500.000,-             | 2.750.000,- | 575.000,-                                      | 17.185.000,- |
| Verbr. Kosten p. 1000 Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> |                         |             |                                                |              |
| 2.300 637,50                                         | 2200 126,50             | 1420 30,20  |                                                | 3000 844,19  |
|                                                      | 6500 296,50             | 390 17,80   |                                                | 768 251,20   |
| 300 17,80                                            |                         | 30 0,55     |                                                | 2600 47,38   |
|                                                      | 7,5 19,20               | 5 17,35     | 0,5 1,20                                       | 26,5 97,41   |
|                                                      |                         |             |                                                | 0,55 20,09   |
|                                                      |                         |             |                                                | 250 9,13     |
|                                                      |                         |             |                                                | 0            |
| ND 0,30                                              | 1 2,92                  | 32 -35,40   | 2 5,84                                         | 48 140,70    |
|                                                      |                         |             |                                                | 15,5 54,24   |
|                                                      |                         |             |                                                | 32 1,30      |
|                                                      |                         | 0,7746,75   |                                                | 20,47 66,25  |
| 20 27,40                                             |                         |             |                                                | 20 27,40     |
| 762,55                                               | 425,72                  | 154,55      | 7,22                                           | 1.641,29     |
| 1 0,60                                               | 1 0,60                  | 9,5 4,32    | 2 0,91                                         | 14,5 5,09    |
|                                                      |                         |             |                                                | 250 10,50    |
|                                                      | 6300 291,50             |             |                                                | 6300 291,50  |
|                                                      |                         |             |                                                |              |
| 763,75                                               | 155,82                  | 150,25      | 6,21                                           | 1.334,51     |
|                                                      |                         |             |                                                |              |
| 244,80                                               | 158,20                  | 108,60      | 22,70                                          | 599,41       |
| 1.006,55                                             | 272,02                  | 250,63      | 28,91                                          | 2.055,92     |

| App.-Nr. | Gegenstand                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Wert<br>RM                                                                        |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|          | <p style="text-align: center;"><b>Gaserzeugung mit Druck-Konvertierung</b></p> <p><u>Druck-Entschwefelung</u> zur Auswaschung von <math>H_2S</math> aus dem Null-Wassergas bei 12 atü mittels <math>CO_2</math>-haltigem Druckwasser. Dieses Wasser wird den <math>CO_2</math>-Waschtürmen an der Stelle entnommen, an der das zu waschende Kontaktgas ca. 8 % <math>CO_2</math> enthält. Das Waschwasser wird nach der Auswaschung von <math>H_2S</math> in besonderen Turbinen auf 1 ata entspannt und in einer Vakuum-Entgasungs-Anlage bei etwa 90 % Vakuum entgast. Das Entgasergas besitzt durch den <math>H_2</math>-CO und <math>H_2S</math>-Gehalt einen Heizwert von ungefähr <math>700 \text{ WE}/m^3</math>; zur Entschwefelungsanlage gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10 Wascher 1400 <math>\varnothing</math></li> <li>4 Pumpen je <math>1000 \text{ m}^3/h</math> zur Förderung von kondensäurehaltigem Wasser</li> <li>4 Francis-Turbinen, je <math>1000 \text{ m}^3/h</math></li> <li>1 Vakuum-Entgasungsanlage mit Vakuum-Pumpen</li> </ul> |                                                                                   |
|          | <p><u>Die Anlagekosten betragen:</u></p> <p>Apparate-Konto:</p> <p>Elektrische Installation:</p> <p>Fabrikgebäude-Konto:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>1 200 000,--</p> <p>150 000,--</p> <p>300 000,--</p> <hr/> <p>1 650 000,--</p> |
|          | <p>Stromverbrauch: 1.380 kW</p> <p>Frischwasserverbr.: 30 <math>m^3/h</math></p> <p>Bedienung: 5 Mann/Schicht</p> <p>Entgaser-Gasenfall: 3.500 <math>m^3/h</math> mit einem Heizwert von <math>700 \text{ WE}/m^3</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                   |

| App-Nr. | Gegenstand                                                                                                                    | Wert<br>RM         |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|         | <b><u>Gaserzeugung mit Druckkonvertierung.</u></b>                                                                            |                    |
|         | <b><u>Turbo-Kompressoren-Anlage</u></b>                                                                                       |                    |
|         | zur Verdichtung von 68.500 Nm <sup>3</sup> /h eines Gemisches von Hall-Wassergas und CO-Rückgas von Gasometerdruck auf 13 ata |                    |
|         | spez. Gewicht des Gases je = 0,626 kg/m <sup>3</sup>                                                                          |                    |
|         | 15° 735 mm Hg.                                                                                                                |                    |
|         | Es sind erforderlich                                                                                                          |                    |
|         | 2 Turbo-Verdichter für je 35.000 Nm <sup>3</sup> /h und                                                                       |                    |
|         | 1 Reservemaschine.                                                                                                            |                    |
|         | Es ergeben sich folgende Anlagekosten:                                                                                        |                    |
|         | <b><u>Apparate-Konto</u></b>                                                                                                  |                    |
|         | 3 Verdichter mit Getriebe                                                                                                     | 810 000,--         |
|         | 3 Motoren 5000 KW 1450 Upm                                                                                                    | 300 000,--         |
|         | 1 Kran                                                                                                                        | 30 000,--          |
|         | Rohrleitung, Armaturen,                                                                                                       |                    |
|         | Heizung, Lüftung, Meßinstrumente, Kabel                                                                                       |                    |
|         | Beleuchtung und sanit. Einrichtungen                                                                                          | 300 000,--         |
|         | <b>Unvorhergesehenes:</b>                                                                                                     | 160 000,--         |
|         |                                                                                                                               | <hr/> 1 600 000,-- |
|         | <b>Fabrikgebäude</b>                                                                                                          | 250 000,--         |
|         | 20,7 m lang                                                                                                                   |                    |
|         |                                                                                                                               | <hr/> 1 850 000,-- |
|         | <b>Stromverbrauch 9700 kW</b>                                                                                                 |                    |
|         | <b>Kühlwasserverbr. 800 m<sup>3</sup>/h</b>                                                                                   |                    |
|         | <b>Bedienung: 4 Mann/Schicht</b>                                                                                              |                    |



| App.-Nr.             | Gegenstand                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Wert<br>RM      |              |                |           |                      |            |                    |            |  |                     |  |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|----------------|-----------|----------------------|------------|--------------------|------------|--|---------------------|--|
|                      | <b><u>Gaserzeugung mit Druck-Konvertierung</u></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |              |                |           |                      |            |                    |            |  |                     |  |
|                      | <p><u>Druck-Konvertierung</u> zur Konvertierung von ca. 68.000 Nm<sup>3</sup>/h Mullwassergas auf einen CO-Gehalt von 3,53 % im Kontaktgas.</p> <p>Die Anlage enthält:</p> <p style="padding-left: 40px;">5 + 1 Kontaktöfen, sowie die dazugehörigen Sättiger, Wärmeaustauscher und Kühler und Pumpen</p> <p style="padding-left: 40px;">Kontaktinhalt jedes Ofens 10 / to.</p> <p><u>Die Anlagekosten betragen:</u></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Apparate-Konto:</td> <td style="text-align: right;">1 900 000,--</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">50 to-Kontakt:</td> <td style="text-align: right;">90 000,--</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Fabrikgebäude-Konto:</td> <td style="text-align: right;">360 000,--</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Unvorhergesehenes:</td> <td style="text-align: right;">300 000,--</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;"><b>2 650 000,--</b></td> </tr> </table> | Apparate-Konto: | 1 900 000,-- | 50 to-Kontakt: | 90 000,-- | Fabrikgebäude-Konto: | 360 000,-- | Unvorhergesehenes: | 300 000,-- |  | <b>2 650 000,--</b> |  |
| Apparate-Konto:      | 1 900 000,--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |              |                |           |                      |            |                    |            |  |                     |  |
| 50 to-Kontakt:       | 90 000,--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |              |                |           |                      |            |                    |            |  |                     |  |
| Fabrikgebäude-Konto: | 360 000,--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |              |                |           |                      |            |                    |            |  |                     |  |
| Unvorhergesehenes:   | 300 000,--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |              |                |           |                      |            |                    |            |  |                     |  |
|                      | <b>2 650 000,--</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |              |                |           |                      |            |                    |            |  |                     |  |
|                      | <p>Stromverbrauch: 240 kW</p> <p>Rückkühlwasser: 450 m<sup>3</sup>/h</p> <p>Bedienung: 4 Mann/Schicht</p> <p>Dampf-Verbrauch: 18 atü 34 t/h</p> <p>Kontakt-Verbrauch: 16,5 kg/h</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |              |                |           |                      |            |                    |            |  |                     |  |

| App.-Nr. | Gegenstand                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Wert<br>RM |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|          | <p><b>Wasserstoffersengung mit Druckkonvertierung</b></p> <hr/> <p><b><u>CO<sub>2</sub>-Wäsche</u></b></p> <p>Zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91.000 Nm<sup>3</sup>/h Kontaktgas bis auf 1,7% bei 12 abs mittels Druckwasser von max. 25° C im Sommer.</p> <p>Es sind erforderlich 3 Wascher 2800 Ø ca. 19 m hoch ohne Reserve bei max. Wassertemperatur.</p> <p><b><u>Die Anlagekosten betragen für die CO<sub>2</sub>-Wäsche</u></b></p> <p><b><u>Apparate-Konto</u></b> 2 575 000,--</p> <p><b><u>Fabrikgebäude-Konto</u></b> 755 000,--</p> <p><b>Unvorhergesehenes</b> 339 000,--</p> <hr/> <p>3 670 000,--</p> <hr/> |            |
|          | <p><b>Stromverbrauch: 4.250 kW</b></p> <p><b>Frischwasserverbr.: 6.500 m<sup>3</sup>/h</b></p> <p><b>Bedienung: 7 Mann/Shift</b></p> <p><b>Frischwasserabgabe: 6.260 m<sup>3</sup>/h</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |

| App.-Nr. | Gegenstand                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Wert<br>RM |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|          | <p><b>Gaserzeugung mit Druckkonvertierung.</b></p> <p><u>Kolbenkompressor-Anlage</u><br/>zur Verdichtung von <math>61.732 \text{ m}^3/\text{h}</math> von 10,5 ata auf 325 ata in 3-stufigen Kolbenverdichtern mit einer Fördermenge von je <math>11.000 \text{ m}^3/\text{h}</math>. Erforderlich sind 6 Betriebsmaschinen und 1 Maschine zur Reserve. Es ergeben sich folgende Anlagekosten.</p> <p><u>Apparate-Konto</u></p> <p>7 Verdichter <math>11.000 \text{ m}^3/\text{h}</math> von 10,5 ata auf 325 ata 910.000,--</p> <p>7 Motoren 630.000,--</p> <p>Rohrleitungen, Armaturen, Instrumente, Kabel, Beleuchtung, sanit. Einrichtungen 350.000,--</p> <p>Kran 50.000,--</p> <p>Invorhergesehenes: 180.000,--</p> <hr/> <p>2.100.000,--</p> |            |
|          | <p>Fabrikgebäude für 7 Maschinen und Montagefeld 550.000,--</p> <hr/> <p>2.650.000,--</p> <p>Stromverbrauch 10,800 KW<br/>Kühlwasserverbrauch <math>900 \text{ m}^3/\text{h}</math><br/>Bedienung: 10 Mann/Schicht.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |

Fall II Wasserdampfherstellung aus G.W.G. mit Druckkonvertierung, Kraftübertragung u. Betriebskosten für die Herstellung von Wasserstoff (97%) von 325 atm (17,3%) bezogen auf  $N_2$  (100%) gerechnet ohne Undichtigkeitsverluste.

|                                                                                        |                      | Turbo-Kompressor                                             | Druck-Erschw.                                                | Druckkonvertierung                                           | CO <sub>2</sub> -Wäsche                                      | Hochdr.-Kompress.                                            | CO-Wäsche                                                    | Außenrohrnetz                                                | Gesamtkosten                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Gasdruck am Eintritt                                                                   | atm                  | 200 mm WS                                                    | 12 atü                                                       | 11,6                                                         | 11                                                           | 10,5 auf 325                                                 | 325                                                          |                                                              |                                                              |
| Zugmenge                                                                               | m <sup>3</sup> /h    | 60.200                                                       | 60.200                                                       | 57.765                                                       | 61.000                                                       | 61.732                                                       | 61.732                                                       | hinter CO-Wäsche                                             | 56.232                                                       |
| CO <sub>2</sub> -Menge im Gas                                                          | m <sup>3</sup> /h    | 61.577                                                       | 61.577                                                       | 61.362                                                       | 61.234                                                       | 59.352                                                       | 59.352                                                       | mit 54.820 Rein-N <sub>2</sub>                               |                                                              |
| CO <sub>2</sub> -Menge für 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub>                          | m <sup>3</sup> /h    | 1.123                                                        | 1.123                                                        | 1.119                                                        | 1.117                                                        | 1.082                                                        | 1.082                                                        |                                                              |                                                              |
| Anlagekosten                                                                           | RM                   | 1.650.000,--                                                 | 1.650.000,--                                                 | 2.650.000,--                                                 | 3.670.000,--                                                 | 2.650.000,--                                                 | 2.750.000,--                                                 | 500.000,--                                                   | 15.720.000,--                                                |
|                                                                                        |                      | Verbr. Kosten, f. p. Std. 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | Verbr. Kosten, f. p. Std. 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | Verbr. Kosten, f. p. Std. 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | Verbr. Kosten, f. p. Std. 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | Verbr. Kosten, f. p. Std. 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | Verbr. Kosten, f. p. Std. 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | Verbr. Kosten, f. p. Std. 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> | Verbr. Kosten, f. p. Std. 1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> |
| Kerosinverbrauch                                                                       | 1,5 Pf./Twh          | 9700 269,40                                                  | 1380 37,--                                                   | 240 5,56                                                     | 4280 116,20                                                  | 3080 295,--                                                  | 1420 39,8                                                    |                                                              | 27790,-- 758,96                                              |
| Frischwasser                                                                           | 2,5 "/m <sup>3</sup> |                                                              | 50 1,25                                                      |                                                              | 5500 296,--                                                  |                                                              | 390 17,72                                                    |                                                              | 5920,-- 315,34                                               |
| Rückkühlwasser                                                                         | 1 "/m <sup>3</sup>   | 300 14,00                                                    |                                                              | 450 9,00                                                     |                                                              | 900 16,41                                                    | 30 0,53                                                      |                                                              | 2180,-- 39,76                                                |
| Bedienungsfuschl.                                                                      | 1,40 RM/Std          | 4 10,20                                                      | 5 12,75                                                      | 10 20,00                                                     | 7 17,90                                                      | 10 23,00                                                     | 6 15,30                                                      | 0,5 1,27                                                     | 36,5 93,28                                                   |
| Dampf 1,5 atü                                                                          | 1,80 "/h             |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              | 64,-- 131,60                                                 |
| Dampf 2,5 "                                                                            | 1,60 "/h             | 0,5 2,46                                                     | 0,5 1,46                                                     |                                                              | 0,5 2,46                                                     | 0,5 1,46                                                     | 12 35,--                                                     | 2 5,83                                                       | 16,-- 46,67                                                  |
| Kondensat                                                                              | 0,25 "/h             |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              | 0                                                            |
| Kontaktverbr.                                                                          | 1,60 Pf./kg          |                                                              |                                                              | 14,7 30,00                                                   |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              | 16,5 54,30                                                   |
| Öl-Lagerverbr.                                                                         | 0,4 "/m <sup>3</sup> |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              | 0,27 40,20                                                   |                                                              | 0,27 46,40                                                   |
| Schmieröl                                                                              | 1,30 "/h             |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              | 4,5 12,31                                                    |                                                              |                                                              | 4,5 12,31                                                    |
| Stromkosten ohne Abschreibung                                                          |                      | 291,66                                                       | 29,22                                                        | 19,66                                                        | 431,36                                                       | 350,73                                                       | 153,63                                                       | 7,10                                                         | 1477,96                                                      |
| Wärmedeharstellung                                                                     | 0,5 Pf./kWh          | 0,5 0,42                                                     | 0,5 0,42                                                     |                                                              | 0,5 0,22                                                     | 0,5 0,22                                                     | 0,5 4,32                                                     | 1 0,91                                                       | 17,5 6,11                                                    |
| Wärmeabgabe                                                                            | 2,5 "/m <sup>3</sup> |                                                              | 2,40 13,12                                                   |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              | 2,40 13,12                                                   |
| Gesamte Betriebskosten                                                                 |                      | 291,44                                                       | 29,22                                                        | 19,66                                                        | 146,34                                                       | 350,56                                                       | 149,31                                                       | 6,19                                                         | 1173,72                                                      |
| Amortisation                                                                           |                      |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |                                                              |
| Verzinsung und Reparaturen                                                             | 17,3%                | 75                                                           | 66,70                                                        | 100,5                                                        | 144,70                                                       | 104,50                                                       | 108,40                                                       | 19,70                                                        | 620,20                                                       |
| Kosten für 1000 m <sup>3</sup> Wasserstoff 1000 Pf./1000 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> |                      | 364,44                                                       | 194,62                                                       | 292,16                                                       | 291,04                                                       | 455,06                                                       | 257,71                                                       | 25,89                                                        | 1793,92                                                      |

| App.-Nr. | Gegenstand                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Wert<br>RM                                                        |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|          | <p><b>Gaserzeugung mit Druck-Konvertierung</b></p> <p><u>CO-Reinigung zur Auswaschung von ca. 5 % CO aus 61.732 Nm<sup>3</sup>/Rohgas auf ca. 0,2 % CO im Reingas. Erforderlich sind:</u></p> <p>5 Wascher 800 x 15<br/> 2 + 1 Entspannungsmaschinen<br/> 1 + 1 Presspumpen<br/> Vakuum-Anlage.</p> <p>Es ergeben sich folgende Anlagekosten:</p> <p><u>Apparate-Konto:</u><br/> <u>Fabrikgebäude-Konto:</u><br/> Unvorhergesehenes:</p> | <p>1 992 850,-<br/> 499 050,-<br/> 258 100,-<br/> 2 750 000,-</p> |
|          | <p>Stromverbrauch: 1.420 kW<br/> Frischwasser: 390 m<sup>3</sup>/h<br/> Rückkühlwasser: 30 m<sup>3</sup>/h<br/> Bedienung: 6 Mann/Schicht<br/> Dampfverbrauchs: 2,5 atü 12 to/h</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                   |

Fall 5

420000263

62700 Nm<sup>3</sup>/h

CO<sub>2</sub> = 6,8 %  
O<sub>2</sub> = 0,2 %  
CO = 37,4 %  
H<sub>2</sub> = 53,7 %  
CH<sub>4</sub> = 0,2 %  
N<sub>2</sub> = 1,7 %

4 = 5gr H<sub>2</sub>S/Nm<sup>3</sup>  
200 Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S

(KW) Beh.

Gebläse

Entschwefelung

62500 Nm<sup>3</sup>/h

Rückgas

68000 Nm<sup>3</sup>/h

Konvertierung

CO<sub>2</sub> = 7,48 %  
O<sub>2</sub> = 0,79 %  
CO = 38,92 %  
H<sub>2</sub> = 51,63 %  
CH<sub>4</sub> = 0,79 %  
N<sub>2</sub> = 1,59 %

5500 Nm<sup>3</sup>/h

CO<sub>2</sub> = 15,2 %  
O<sub>2</sub> = 0,1 %  
CO = 56,8 %  
H<sub>2</sub> = 27,5 %  
CH<sub>4</sub> = -  
N<sub>2</sub> = 0,4 %

(KW) Beh.

91400 Nm<sup>3</sup>/h

Kompressoren I

CO<sub>2</sub> = 37,1 %  
O<sub>2</sub> = 0,74 %  
CO = 3,52 %  
H<sub>2</sub> = 63,92 %  
CH<sub>4</sub> = 0,74 %  
N<sub>2</sub> = 1,78 %

28a2ü

29631 Nm<sup>3</sup>/h

CO<sub>2</sub> Druckwasserwäsche

CO<sub>2</sub> = 92,45 %  
O<sub>2</sub> = 0,035 %  
CO = 0,855 %  
H<sub>2</sub> = 6,9 %  
CH<sub>4</sub> = 0,03 %  
N<sub>2</sub> = 0,73 %

(CO<sub>2</sub>) Beh.

61745 Nm<sup>3</sup>/h

Kompressoren II

CO<sub>2</sub> = 1,78 %  
O<sub>2</sub> = 0,79 %  
CO = 5,0 %  
H<sub>2</sub> = 98,74 %  
CH<sub>4</sub> = 0,795 %  
N<sub>2</sub> = 1,695 %

300a2ü

CO Reinigung

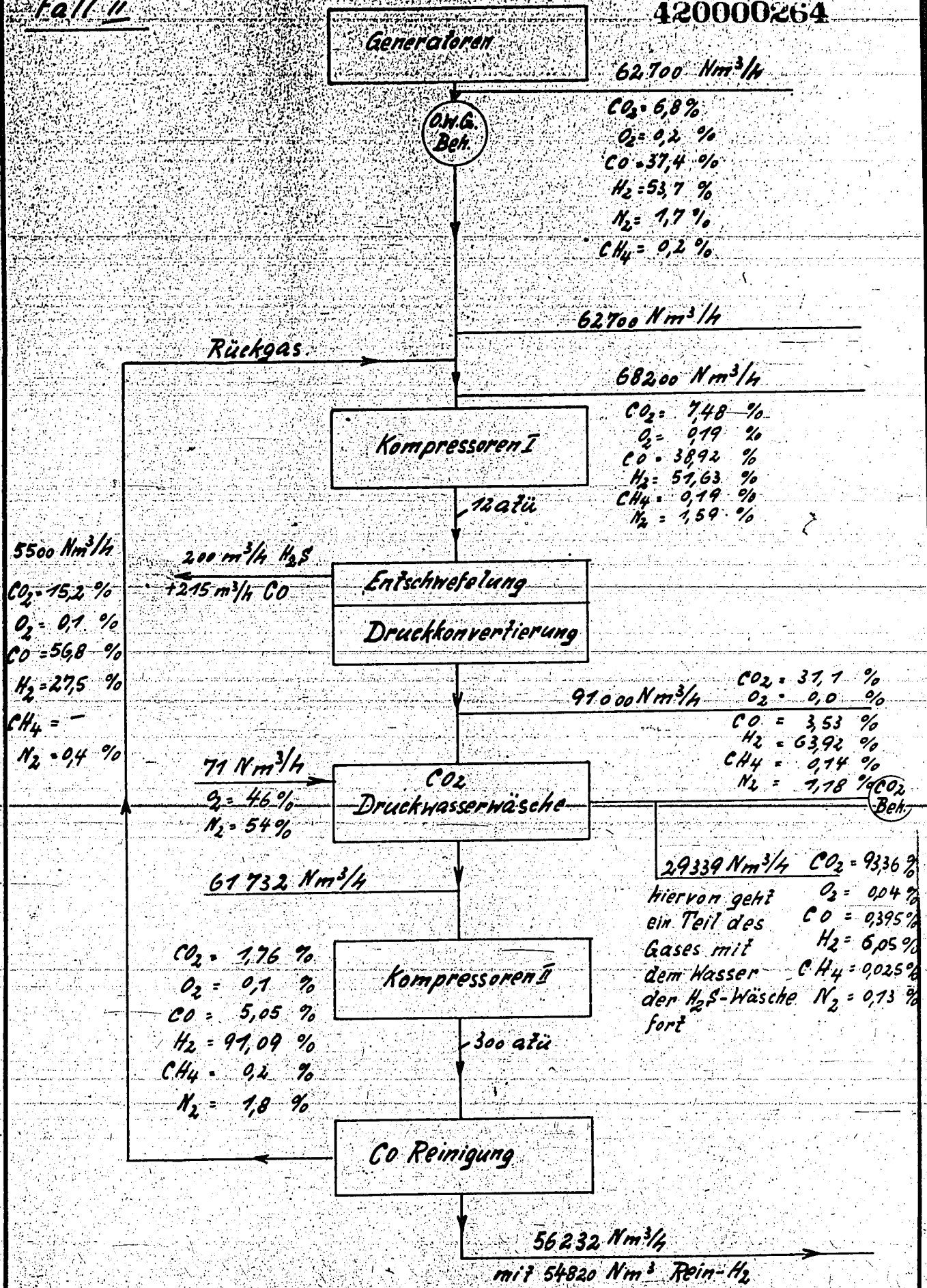
56246 Nm<sup>3</sup>/h

mit 54750 Nm<sup>3</sup> Rein-H<sub>2</sub> (100%)

|       |     |
|-------|-----|
| Wärme | Gas |
|       |     |

Fall II

420000264



62.700 Nm³/h  
 CO<sub>2</sub> = 6,8 %  
 O<sub>2</sub> = 0,2 %  
 CO = 37,4 %  
 H<sub>2</sub> = 53,7 %  
 N<sub>2</sub> = 1,7 %  
 CH<sub>4</sub> = 0,2 %

68.200 Nm³/h  
 CO<sub>2</sub> = 7,48 %  
 O<sub>2</sub> = 0,19 %  
 CO = 38,92 %  
 H<sub>2</sub> = 51,63 %  
 CH<sub>4</sub> = 0,19 %  
 N<sub>2</sub> = 1,59 %

5500 Nm³/h  
 CO<sub>2</sub> = 15,2 %  
 O<sub>2</sub> = 0,1 %  
 CO = 56,8 %  
 H<sub>2</sub> = 27,5 %  
 CH<sub>4</sub> = -  
 N<sub>2</sub> = 0,4 %

91.000 Nm³/h  
 CO<sub>2</sub> = 37,1 %  
 O<sub>2</sub> = 0,0 %  
 CO = 3,53 %  
 H<sub>2</sub> = 63,92 %  
 CH<sub>4</sub> = 0,14 %  
 N<sub>2</sub> = 1,18 %

61.732 Nm³/h  
 CO<sub>2</sub> = 1,76 %  
 O<sub>2</sub> = 0,1 %  
 CO = 5,05 %  
 H<sub>2</sub> = 91,09 %  
 CH<sub>4</sub> = 0,2 %  
 N<sub>2</sub> = 1,8 %

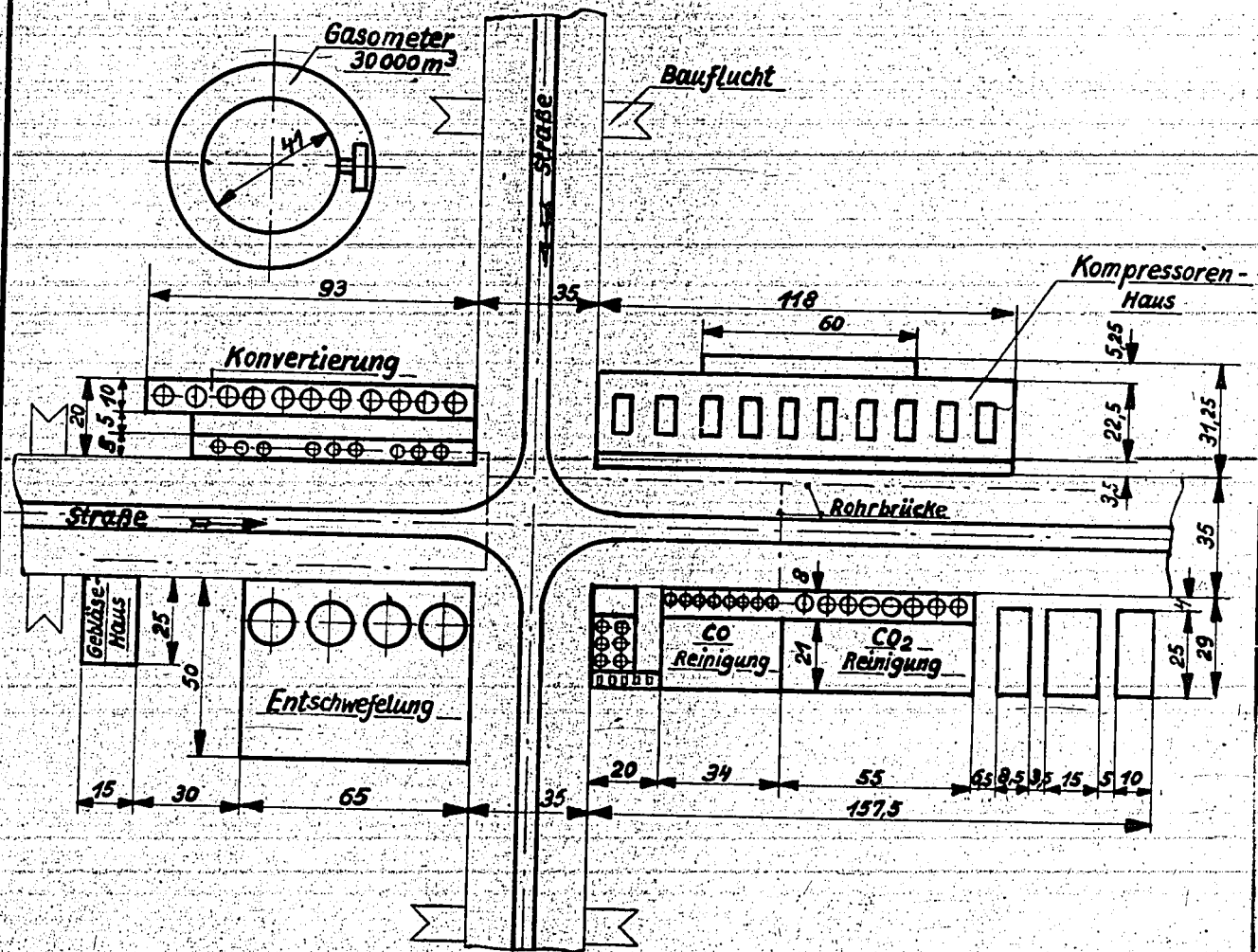
29.339 Nm³/h  
 CO<sub>2</sub> = 93,36 %  
 O<sub>2</sub> = 0,04 %  
 CO = 0,395 %  
 H<sub>2</sub> = 6,05 %  
 CH<sub>4</sub> = 0,025 %  
 N<sub>2</sub> = 0,13 %  
 davon geht ein Teil des Gases mit dem Wasser der H<sub>2</sub>S-Wäsche fort

|                                  |         |     |           |
|----------------------------------|---------|-----|-----------|
| Werk                             | Bau Nr. |     |           |
| Mineralöl-Baugesellschaft m.b.H. |         | -16 | 32.74 -16 |

420000265

# Lageplan der Wasserstofferzeugungsanlage aus Null-Wassergas mit druckloser Konvertierung

Fall I



**Bebaute Fläche: 23 000 m²**

Maßstab 1:2000  
Maße in mtr.

|                                           |                |
|-------------------------------------------|----------------|
| <b>Allgemein</b>                          |                |
| <b>Werk</b>                               | <b>Bau Nr.</b> |
| <b>Mineralöl-Baugesellschaft m. b. H.</b> |                |

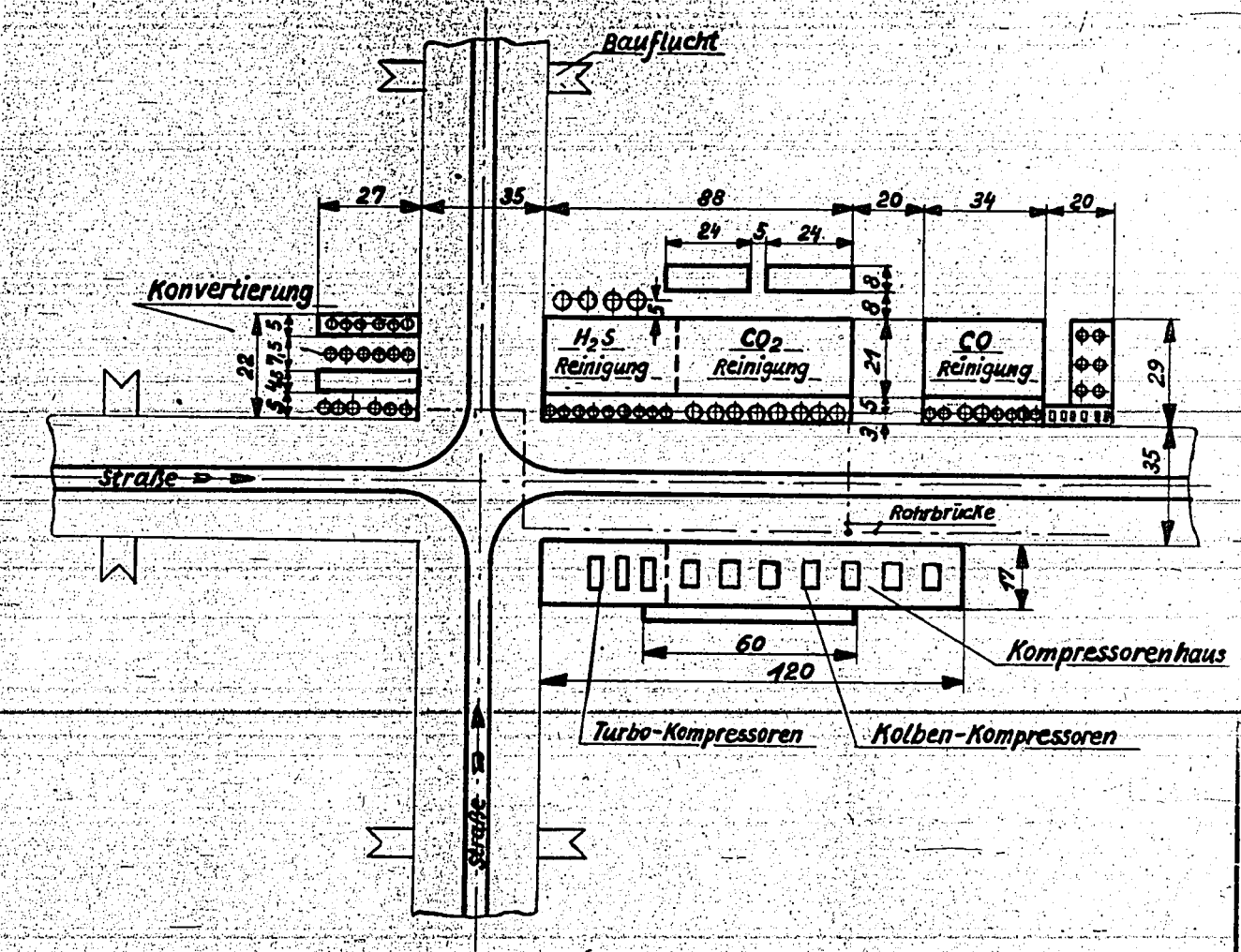


420000266

# Lageplan der Wasserstofferzeugungsanlage

aus Null-Wassergas mit Druck-Konvertierung

Fall II



Bebaute Fläche: 15000 m<sup>2</sup>

Maßstab 1:2000

Masse in mtr

|                                           |                |
|-------------------------------------------|----------------|
| <b>Allgemein</b>                          |                |
| <b>Werk</b>                               | <b>Bau Nr.</b> |
| <b>Mineralöl-Baugesellschaft m. b. H.</b> |                |

~~A~~0000267

(G.) Substances for Gas proofing  
of Textiles

2169

30/4.03

Ludwigshafen

2169-43

30/4.03

# I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

430000268

Unser Zeichen: G.Z. 50.

Ludwigshafen a/Rh., den 12. Februar 1937/HI-Be.

## Verfahren zur Steigerung der Wirksamkeit von Gasschutzstoffen.

Es ist bekannt, Gasschutzstoffe, die insbesondere auch gegen Hautgifte beständig sind und schützen, in der Weise herzustellen, dass man Gewebe oder ähnliche flächenförmige Faserstoffgebilde, z.B. Leder, Papier, mit den Schutzstoffen tränkt, bestreicht oder belegt.

Überraschenderweise wurde nun gefunden, dass die Wirksamkeit derartiger Gasschutzstoffe erheblich gesteigert werden kann, wenn man sie nachträglich einer Wärmebehandlung, gegebenenfalls unter gleichzeitiger Anwendung von Druck, unterzieht. Besonders günstige Leistungssteigerungen werden z.B. erzielt, wenn ein Stoff mit Schutzschichten aus hochpolymeren Isoolefinen, z.B. Polyisobutylen, einer nachträglichen Wärmebehandlung in einem Druckkessel bei 150° unter 5 at Druck unterworfen wird. Ein so behandelter Gasschutzstoff besitzt die dreifache Schutzzeit gegen SS'-Dichlordiäthyl-

sulfid wie ein gleicher, aber unbehandelter Gasschutzstoff.

Patentanspruch:

Verfahren zur Herstellung von Gasschutzstoffen durch Imprägnieren oder Überziehen von flächenhaften Faserstoffgebilden mit gegen Gase und Kampfstoffe beständigen filmbildenden Stoffen, dadurch gekennzeichnet, dass man die fertigen Gasschutzstoffe einer Wärmebehandlung, gegebenenfalls unter Anwendung von Druck, unterzieht.

I.G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

gez.: Holdermann ppa. Braun

430000270

2169-43a

30/4.03

# I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

Unser Zeichen: G.Z. 51.

Ludwigshafen a/Rh., den 12. Februar 1937/Kü.-  
Be.

## Gasschutzgewebe.

Es wurde gefunden, dass Gasschutzgewebe aus Schutzschichten von gegen Gase und Kampfstoffe beständigen, filmbildenden Stoffen, z.B. Kautschuk oder kautschukähnlichen Stoffen, wie künstlichem Kautschuk, polymeren Vinylverbindungen, wie Vinyl- oder Acrylestern, polymeren Olefinen, z.B. Isobutylen und Gewebezwisehenlagen, eine besonders gute Schutzwirkung besitzen, wenn die Gewebezwisehenlagen aus möglichst glatten Geweben bestehen.

Als sehr vorteilhaft haben sich feinfädige, knotenfreie Gewebe erwiesen, aus denen keine Härchen oder Fasern hervorstehen. Solche Gewebe können z.B. aus Baumwolle, Seide, Kunstseide oder Fasergemischen hergestellt sein. Bestehen diese Gewebe aus einem kurzfasrigen Garn, so müssen sie ganz besonders sorgfältig durch Sengen von den herausstehenden Fäserchen befreit werden. Reine Kunstseidengewebe bieten insofern einen Vorteil, als sie auch durch einfachere Massnahmen ausreichend faserfrei und glatt zugerichtet werden können.

Die so aufgebauten Gasschutzstoffe sind bei gleicher Schutzwirkung leichter und dünner als die bisher bekannten. Dieser Vorteil ist besonders dann sehr gross, wenn die Schutzmassen bereits in sehr kleiner Schichtdicke einen ausreichenden Schutz bieten. In diesem Fall wird nämlich bei der Verwendung sehr rauher Gewebe ein verhältnismässig hoher Anteil der Schutzmassen für das Ausgleichen von Unebenheiten der Gewebe benötigt und geht der eigentlichen Schutzwirkung verloren.

Patentanspruch:

Gasschutzgewebe, die aus Schutzschichten von gegen Gase und Kampfstoffe beständigen filmbildenden Stoffen und sehr glatten Gewebezwischenlagen bestehen.

I.G.FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

gez.: ~~Holdermann~~ ppa. ~~Braun~~

440000272

2169-44

30/4.03

# I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

Unser Zeichen: G.Z. 52.

Ludwigshafen a/Rh., 12. Februar 1937  
Ku/Sp.

## Gasschutzstoff.

Es sind Gasschutzgewebe bekannt, bei denen gegen Gas-kampfstoffe und Hautgifte besonders beständige hochpolymere Stoffe als Schutzstoffe verwendet werden, die in üblichen organischen Lösungsmitteln verhältnismässig leicht löslich, in Hautgiften, z.B.  $\beta$ - $\beta'$ -Dichlordiäthylsulfid, dagegen nahezu unlöslich sind. Um die gegen Hautgifte wirksamen Schutzschichten lösungsmittel-fest zu machen, wurde bereits vorgeschlagen, sie mit in Lösungs-mitteln verhältnismässig unlöslichen vulkanisierbaren Kohlen-wasserstoffen, wie Kautschuk, zu überziehen. Diese Vereinigung zeigt aber den Nachteil, dass bei längerer Einwirkung doch geringe Mengen von Lösungsmitteln durch die vulkanisierte Schutzschicht hindurchdringen und dabei eine Verminderung der Schutzwirkung, wenn nicht gar eine Zerstörung des ganzen Gasschutzgewebes, her-beiführen.

Es wurde nun gefunden, dass Gasschutzstoffe diese Nach-teile nicht besitzen, vielmehr besonders fest und widerstands-fähig sind, wenn sie aus einem flächenhaften Faserstoffgebilde bestehen, das auf der einen Seite eine Schicht aus einem gegen Gase und Kampfstoffe beständigen, filmbildenden Stoff und auf der anderen Seite eine Schicht aus einem weitgehend lösungsmittel-

festen filmbildenden Stoff besitzt. Als flächenhafte Faserstoffgebilde lassen sich dabei Gewebe aller Art verwenden, insbesondere solche mit nicht zu glatter Oberfläche, ferner Spaltleder und Papier. Als gegen Gase und Kampfstoffe beständige filmbildende Stoffe seien insbesondere Polyvinylverbindungen, wie Polyvinyl- oder -acrylester und Polyisobutylen genannt. Als lösungsmittelfeste Stoffe kommen in erster Linie Kautschuk und vulkanisierbare kautschukähnliche Stoffe, ferner auch die Umsetzungsprodukte aus Alkylenchloriden und Polysulfiden in Betracht.

Ein Beispiel der Erfindung ist in der beiliegenden Zeichnung in Abb. 1 im Schnitt dargestellt. 1 bezeichnet darin ein Gewebe, auf dessen nach aussen liegender Seite eine Schicht 2 aus synthetischem Kautschuk aufgebracht ist. Die an der anderen Seite des Gewebes liegende Schutzschicht 3 besteht aus hochpolymerem Isobutylen.

Da die gegen Kampfstoffe hochwirksamen Schutzstoffe gelegentlich dazu neigen, beim Lagern zusammenzukleben, ist es häufig vorteilhaft, sie zu pudern, z.B. mit Talkum, Maismehl, Glimmer, Aluminiumpulver und dgl., oder sie mit einem nicht klebenden Schutzlack oder mit vulkanisierbaren Schutzschichten zu versehen.

Ein Beispiel für die letztere Ausführungsart ist in der Abb. 2 dargestellt. In dieser Darstellung sind die Schichten 1, 2 und 3 die gleichen wie in dem Beispiel der Abb. 1. Die Schicht 4 besteht aus einem Lacküberzug oder einem aufvulkanisierten Kautschuküberzug.



Patentanspruch:

Gasschutzstoff, bestehend aus einem flächenhaften Faserstoffgebilde, das auf der einen Seite eine Schicht aus einem gegen Gase und Kampfstoffe beständigen filmbildenden Stoff und auf der anderen Seite eine Schicht aus einem lösungsmittelfesten filmbildenden Stoff besitzt.

I.G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

gez.: Holdermann ppa. Braun

Zeichnung.

450000276

2169-45

30/4.03

# I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT

Unser Zeichen: G.Z. 53.

Ludwigshafen a/Rh., 12. Februar 1937  
Ku/Sp.

## Gasschutzstoff.

Gasschutzstoffe, die als wirksames Schutzmaterial weiche, kautschukartige, hochpolymere filmbildende Stoffe, z.B. Polyisobutylen, enthalten, zeigen häufig den Mangel, in zusammengelegtem Zustand mehr oder minder stark miteinander zu verkleben. Auch wenn die Stoffe oberflächlich mit Talkum oder Maismehl gepudert werden, verschwindet häufig die Klebrigkeit noch nicht.

Es wurde nun gefunden, dass Gasschutzstoffe aus flächenhaften Faserstoffgebilden und Schutzschichten aus weichen, filmbildenden Stoffen nicht kleben, wenn die Schutzschichten mit einem Überzug versehen sind, der aus dem gleichen oder ähnlichen Stoff besteht und mit Füllstoffen stark gefüllt ist. Der Überzug muss mindestens so viel Füllstoff enthalten, dass nachträglich aufgebrauchte Puder nicht mehr aufgesaugt werden. Zur Erzielung einer besonders guten Verbindung der einzelnen Schichten in sich wird zweckmässig ein sprunghafter Übergang von ungefüllten Schutzschichten zu hochgefüllten Schutzschichten durch die Einschaltung von Übergängen vermieden, d.h. man kann auf einer ungefüllten Schicht zunächst eine schwach gefüllte und darauf dann stärker gefüllte Schichten anordnen.

Die Zeichnung zeigt ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes im Schnitt. Hierin ist 1 eine flächenhafte Unterlage wie Leder, Papier, Gewebe. Auf diese Unterlage sind Schutzschichten 2 aufgebracht, die <sup>aus</sup> Polyisobutylene bestehen und in denen die Teile, die der Unterlage am nächsten liegen, frei sind von Füllstoffen, während nach aussen hin der Gehalt an Füllstoffen zunimmt. Dabei kann der Gehalt an Füllstoffen so groß sein, dass mehrere Teile Füllstoffe auf einen Teil Schutzschichtmasse kommen.

Patentansprüche:

- 1.) Gasschutzstoffe aus flächenhaften Faserstoffgebilden und gegen Gase und Kampfstoffe beständigen weichen, filmbildenden Stoffen, bei denen die äusseren Schichten der filmbildenden Stoffe stark mit Füllstoffen gefüllt sind.
- 2.) Gasschutzstoffe nach Anspruch 1, bei denen die Menge der gebundenen Füllstoffe nach aussen zunimmt.

I.G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT  
gez.: *Holdermann ppa. Braun*

Zeichnung.

450000-78

