

TITLE PAGE

3. Synthese-Anlage Ludwigshafen.
Synthesis - plant Ludwigshafen.

Frame Nos. 713 - 726

Zur Kostenschätzung für Synthesegas

Beiliegende Kostenschätzung bezieht sich auf eine Anlage zur Erzeugung von 11 000 m³ entschwefeltes und auf 21,5 atü komprimiertes Wassergas etwa folgender Zusammensetzung:

| | |
|-----------------------|-----------|
| H ₂ | 50 Vol.-% |
| CO | 40 Vol.-% |
| CO ₂ | 5 Vol.-% |
| N ₂ | 5 Vol.-% |

Dieses Gas ist für eine Synthes-Anlage nach Michael genügend rein. Die Gestehkosten bei Erzeugung in Oppau und Fremdenergiebezug aus dem Oppauer Grossbetrieb betragen 3,165 Pfg. je m³ CO + H₂. Der Gestehpreisrechnung liegen Schätzungen von 0'ing. Lampe von 4.7. bzw. 7.5.40 zu Grunde; es sind den Anlagekosten 25% für Nebenanlagen zugeschlagen.

Hierbei ist angenommen, dass der organische Schwefel nach dem M-Kohle-Verfahren entfernt wird. Bei Anwendung des Redund-ZnO-Verfahrens würde der Preis je m³ CO + H₂ etwa 0,23 Pfg. höher liegen. CO₂-Entfernung würde das m³ CO + H₂ um etwa 0,3 Pfg. verteuern. 3,165 Pfg./m³ CO + H₂ stellt demnach einen Minimalpreis dar, 3,9 Pfg. einen Maximalpreis.

Bei einer Ausbeute von 165 gr Primärprodukt je m³ CO + H₂ bei der Fahrweise auf Mittelöl und Paraffin in der Schaumphase könnten aus 11 000 m³ Wassergas obiger Zusammensetzung etwa 13 200 Jato Primärprodukt erzeugt werden.

7857/41

Kostenschätzung
für Synthesegas 1. Oppan.

Kapazität: 10 000 m³ CO + H₂/h = 11 000 m³ Wassergas 90%ig.

I. Nullwassergas-Anlage System Pintsch-Bräusert.

| | m/1000 | m ³ CO + H ₂ |
|--|--------|------------------------------------|
| 0,59 t Ruhrkoks à 24.- | 14,20 | |
| 32 KW Strom à 1,5 Pfg. | 0,48 | |
| 0,77 t N-dr. Dampf à 4.- | 3,08 | |
| 22 m ³ Wasser à 0,8 Pfg. | 0,18 | |
| 0,8 m ³ Kesselpeisewasser à 35 Pfg. | 0,28 | |
| a) 0,66 Arb'std. à 1,20 | 0,79 | |
| b) 50% Zuschläge f. Gehälter | 0,40 | |
| 12% von a) Laborkosten etc. | 0,10 | |
| 8% Reparaturen von 2,5 Mill. | 2,50 | |
| 1,8% Feuerschutz + Stauern v. 2,5 Mill. | 0,56 | |
| 10% Amortisation v. 2,5 Mill. | 3,10 | |
| | <hr/> | |
| | 25,67 | |
| Generalia 2,5% | 0,64 | } 27,48 |
| Versicherung 3% v. 2,5 Mill. | 0,94 | |
| Versicherung 5% v. 0,37 Mill. | 0,83 | |
| Gutschriften 0,103 t N-DR.-Dampf à 4.- | | |
| 0,67 t N-Dr.-Dampf à 5,10 | | |
| | <hr/> | |
| | 23,65 | |

Spesen pro m³ CO + H₂ = 2,365 Pfg.

II. Gasbehälter:

| | |
|---|-------|
| 2,4% Reparaturen von 0,29 Mill. | 0,09 |
| 1,8% Feuerschutz + Stauern v. 0,29 Mill. | 0,07 |
| 10% Amortisation v. 0,29 Mill. | 0,36 |
| | <hr/> |
| Generalia: 2,5% | 0,52 |
| Versicherung: 3% v. 0,29 Mill. | 0,01 |
| 5% v. 0,043 Mill. | 0,01 |
| | <hr/> |
| Spesen pro m ³ CO + H ₂ = 0,055 Pf. | 0,55 |

III. P-Kohle-Schwefelreinigung:Schwefelgehalt des Rohgases 3 g H₂S/Nm³M/1000 m³ CO + H₂

| | | |
|--|-------|--------|
| Chemikalien: | 0,10 | |
| 0,028 t H-Dr. Dampf à 4.- | 0,11 | |
| 1,2 m ³ Wasser à 0,9 Pfg. | 0,01 | |
| 1,4 m ³ O ₂ à 2,4 Pfg. | 0,03 | |
| 0,13 Arb' std. à 1,20 | 0,16 | |
| Zuschläge | 0,10 | |
| 4% Reparaturen v. 0,56 Mill. | 0,28 | |
| 1,8% Feuerschutz + Steuern v. 0,56 Mill. | 0,13 | |
| 10% Amortisation v. 0,56 Mill. | 0,70 | |
| | <hr/> | |
| | 1,62 | } 1,92 |
| Generalia: 2,5% | 0,07 | |
| Verzinsung: 3% v. 0,56 Mill. | 0,21 | |
| 5% v. 0,084 Mill. | 0,05 | |
| Gutschriften: 5 kg Schwefel à 8 Pfg. | | |
| | <hr/> | |
| | 1,68 | |

Spesen pro m³ CO + H₂ = 0,168 Pfg.IV. Organische Schwefelreinigung mit H-Kohle:

| | |
|--|-------|
| H-Kohle 0,12 kg à 1.- | 0,12 |
| Sauerstoff 1 m ³ à 2,4 Pfg. | 0,02 |
| Ammoniak 0,5 kg à 10 Pfg. | 0,05 |
| 1,2 KW Strom à 1,5 Pfg. | 0,02 |
| 0,004 t H-Dr. Dampf à 4.- | 0,02 |
| 4% Reparaturen v. 0,25 Mill. | 0,13 |
| 1,8% Feuerschutz + Steuern v. 0,25 Mill. | 0,06 |
| 10,0% Amortisation v. 0,25 Mill. | 0,31 |
| | <hr/> |
| | 0,73 |
| Generalia: 2,5% | 0,02 |
| Verzinsung: 3% v. 0,25 Mill. | 0,09 |
| " 5% v. 0,037 Mill. | 0,02 |
| | <hr/> |
| | 0,86 |

Spesen pro m³ CO + H₂ = 0,086 Pfg.

V. Kompression auf 21,5 atm. (Turbokompressoren)

| | <u>M/1000 m³ CO + H₂</u> |
|---|--|
| 230 KW Strom à 1,5 Pfg. | 3,45 |
| 21 m ³ Wasser à 0,8 Pfg. | 0,17 |
| 0,01 kg Maschinenöl à 1,50 | 0,02 |
| 0,12 Arb'std. à 1,20 | 0,14 |
| Zuschläge 62% | 0,09 |
| 4% Reparaturen v. 0,375 Mill. | 0,19 |
| 1,8% Feuerschutz + Steuern v. 0,375 Mill. | 0,08 |
| 10,0% Amortisation v. 0,375 Mill. | 0,47 |
| | <hr/> |
| | 4,61 |
| Generalia: 2,5% | 0,12 |
| Verzinsung: 3% v. 0,375 Mill. | 0,14 |
| 5% v. 0,956 Mill. | 0,04 |
| | <hr/> |
| | 4,91 |

Spesen pro m³ CO + H₂ = 0,491 Pfg.

| | |
|-----------------|--|
| Wassergas | 2,365 |
| Gasbehälter | 0,255 |
| P-Kohle 8" | 0,168 |
| H-Kohle org. 8" | 0,036 |
| Kompression | 0,491 |
| | <hr/> |
| | 3,315 Pfg/m ³ CO+H ₂ . |

Reiner Vergleich: Fischer vs. I. G.: CO-H₂ Synthese

Frl. Dr. Hering

| Verfahren | Fischer - Rohrreaktion | | | I.G. Synthesöl-Verfahren | |
|--|------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | drucklos | unter Druck | drucklos | 20 atz | |
| Temperatur °C | | 180 - | 195 | 250 ¹⁾ | 325 ²⁾ |
| CO : H ₂ | 1:2 | 1:2 | 1,1: 1 | 1:1 | 1:1,2 |
| g fl. Prod./Kobn Reingas | 120 (?) | 145 (?) | 125 (?) | 150 ¹⁾ | 115 ²⁾ |
| g Flüssiggas/° | 10 | 10 (?) | 15 (?) | 20 | 45 |
| Aufteilung der flüssigen Produkte: | | | | nach Paraffin- krackung | |
| % Benzin -210°C | 62 | 42 | 60 | 35 | 40 |
| % Dieselöl $210-350^{\circ}\text{C}$ | 27 | 52 | 33 | 27 | 50 |
| $230-350^{\circ}\text{C}$ | | | | 21 | 41 |
| $200-320^{\circ}\text{C}$ | | | 30 | | |
| % Paraffin über 350°C | 11 | 27 (?) | 7 | 33 | 3 |
| % Alkohole | - | - | - | 7 | 7 |
| Benzin O.E. Research | 30-40 | etwa 30 | fast flüssigbl. (50-60°) | 68 | 64 |
| Oberingehalt in Mittelöl % | | | 40 | 45 +10% Alkohole u. Ester | 51 +5% Alkohole u. Ester |

1) Dreistufenverfahren; 2. Stufe: Benzinstufe
 2) Zweistufenverfahren.

Zusammenstellung der Anlagekosten für die
Errichtung einer Syntheseanlage in Ludwig-
hafen mit einer Produktion von 10000 t/Jahr
Ethylprodukten.

| | |
|--|-----------------------|
| 1) Synthesegaserzeugung | 3 800 000.- RM |
| 2) Eigentliche Synthese und Gaselgewinnung | 1 825 000.- RM |
| 3) Produktaufarbeitung | 500 000.- RM |
| 4) Energieverteilung | 300 000.- RM |
| 5) Nebenanlagen | 150 000.- RM |
| 6) Geländeanschluss | 100 000.- RM |
| Unvorhergesehenen | 325 000.- RM |
| | <u>7 000 000.- RM</u> |

| | | |
|---|--|----------------|
| 1) Synthesegaserzeugung für 9 200 Nm ³ /h CO+H ₂ 10% | | |
| Wassergasanlage Fintsch-Branger-Drehrostgenerator für 10300 Nm ³ /h Gesamtwassergas 2+1 Generator 3 000/3250 p Herstellung aus Koks | | 2 000 000.- RM |
| P-Kohle-Schwefelreinigung mit Schwefelgewinnungsanlage für 10300 Nm ³ /h Wassergas mit ca. 3 g H ₂ S/ Nm ³ Gas; 2+1 Absorber je 4,5 m l. B. Endanheit des Gases ca. 2 mg/Nm ³ . | | 450 000.- RM |
| K-Kohle-Schwefelreinigung für 10300 Nm ³ /h Wassergas, H ₂ S-Reinigung bis zu einem max. Gehalt von 1,5 mg/Nm ³ Wassergas. 2+1 Absorber 4,5m l. B. | | 200 000.- RM |
| Gasbehälter 2 Behälter à 40 000 cbm für Wassergas 1 " " à 40 000 cbm für H ₂ S-haltiges Wassergas 1 " " à 40 000 cbm für entschwefel- tes Wassergas | | 230 000.- RM |
| Kompression 1 auf 21 atü 2+1 Kompressor à 5000 Nm ³ /h 2+1 Motor dazu 125 kW einschließlich Schaltger | | 270 000.- RM |
| Rohrleitungen und Armaturen ausserhalb der Bauten u.a.m., Unvorbergschene | | 650 000.- RM |
| | | <hr/> |
| | | 3 600 000.- RM |

2) Kinetische Synthese

a) Ofensysteme

| | |
|--|----------------|
| 1. und 2. Stufe Teil Systeme à 4000 Fundamentierungs- und Baukosten für Ofengerüst und Bedienungsraum | 120 000.- RM |
| 6 Ofen à 20 atm Reaktionsraum für 20 atm Betriebsdruck und 350°C | 240 000.- RM |
| Verbindungsrohrstücke zu den Umwälz- gebläse | 45 000.- RM |
| Montage für Ofen und Verbindungsrohrstücke | 30 000.- RM |
| 3 Dampferzeuger 20 atm Betriebsdruck gleichzeitig aus Aufblasen benutzbar à 250 qm | 120 000.- RM |
| Montage | 10 000.- RM |
| 3 Umwälzgebläse für 600 000 m ³ /h 20 atm 350°C | 240 000.- RM |
| 3 Elektromotoren N= 620 KW; n=1500 zur Kupplung mit dem Gebläse, explosionssicher, 1000 Volt einschl. Schalter. | 66 000.- RM |
| Montage | 10 000.- RM |
| 3 Hochdruckkreiselpumpen für die Flüssigkeitstopfbüchse à 300m ³ /std. 30 atm | 4 000.- RM |
| 3 Elektromotoren dazu à 70 PS einschl. Schalter | 9 000.- RM |
| Montage | 2 000.- RM |
| 3 Speisepumpen à 10 cbm/h für 60 atm zum Speisen der Dampferzeuger einschl. Motoren | 6 000.- RM |
| Montage | |
| 3 Regeneratoren à 150 qm für 20 atm Betriebsdruck einschl. Unterzüge | 75 000.- RM |
| Montage | 4 000.- RM |
| 3 Kühler à 150 qm für 20 atm Betriebs- druck einschl. Unterzüge | 60 000.- RM |
| Montage | 3 000.- RM |
| 3 Produktzwischenabstreifer à 1 cbm, 20 atm einschl. Unterzüge und Standmessung | 5 000.- RM |
| 3 Produktabstreifer à 5 cbm, 20 atm einschl. Unterzüge und Standmessung | 20 000.- RM |
| Montage | 2 000.- RM |
| | <hr/> |
| | 1 125 000.- RM |

Übersicht

| | |
|---|-------------------------|
| | 1 125 000,-RM |
| 2 Spitzgefäße à 30 cm zur Aufnahme des Produktes Montage | 10 000,-RM 800,- |
| 2 Produktammelgefäße à 30 cm als Zwischentanks für die Destillation Montage | 30 000,-RM 2 000,-RM |
| 1 Ansaugbehälter 3 cm für die Speisewasser- pumpe Montage | 2 000,-RM 100,-RM |
| Leitungen ED 50 für die Dampferzeugung | 5 000,-RM |
| Leitungen ED 25 Verbindungsleitungen zwischen den Apparaten und Bedienungsstand einschl. Armaturen | 50 000,-RM |
| Leitungen ED 10 und 1 für entspanntes Nah-, Produkt und Wasser | 15 000,-RM |
| Elektr.-Kraftleitungen für Hoch- und Niederspannung und Beleuchtung | 9 000,-RM |
| Signal- und Lichtleitungen, Telefon | 5 000,-RM |
| Messinstrumente Ringwangen, Dichteschreiber, Sechsfarbenschräber, Messpulte | 45 000,-RM |
| Unvorhergesehenes | 151 100,-RM |
| | <hr/> 1 450 000,-RM |

b) CO₂-Fläche zwischen I. und II. Stufe.

| | |
|---|------------|
| 2 Waschtürme 1100 g, 21 m hoch für einen Betriebsdruck von 21 ata | 44 000.-RM |
| 2 Pumpen zum Pressen des Waschwassers mit einer Leistung von je 220 cbm/h | 8 000.-RM |
| 2 Turbinen zur Gewinnung der Energie beim Entspannen des Waschwassers mit einer Leistung von je 200 cbm/h | 14 000.-RM |
| 2 Motoren getrieben aus Maschinenanta Pumpe und Turbine je 100 kW | 28 000.-RM |
| Abscheider und Zwischengefäße | 14 000.-RM |
| Rohrleitungen und Armaturen | 90 000.-RM |
| Meßinstrumente | 5 000.-RM |
| Montage | 15 000.-RM |
| Wasserpumpenfundamente, Bauten, Rohrstützen usw. | 70 000.-RM |
| Verschiedenes und Unvorhergesehenes | 52 000.-RM |

340 000.-RM

~~340 000.-RM~~

c) Tiefkühlung der Gase nach der I. und II. Stufe.

Kühlfläche für Wärmeaustausch zwischen gekühltem und zu kühlendem Gas

3 000.- RM

Kälteanlage betrieben mit NH₃, Verdampfer Temperatur -15°, Leistung 50 000 - 60 000 kcal/h bestehend aus:

Verdichter, Verflüssiger, Verdampfer Rohrleitungen

15 000.- RM

Motor und Schalter

3 000.- RM

Fundamente

1 500.- RM

Aufstellung

3 000.- RM

Maschinenhaus Anteil

4 000.- RM

Bonstiges und Unvorhergesehenes

5 500.- RM

35 000.- RM

S u m m e :

a) 1 450 000.- RM

b) 340 000.- RM

c) 35 000.- RM

1 825 000.- RM

5) Produkte-fabrikation

a) Alkoholdestillation

Durchsatz ca. 1,2 t/h Alkoholdestillat

- 1 Kolonne aus Aluminium
- Gasheizer
- Brannkammer
- Wärmeaustauscher
- Kühlschlangen
- Kohrleitungen einschl.
- Armaturen
- Meßinstrumente
- Pumpen
- El. Kraftverteilung
- Verschiedenes

150000.-

b) Rohöldestillation

Durchsatz 1,2 - 1,4 t/h Rohöl

Fraktion: Benzin, Mittelöl, Schweröl

- 1 Kolonne aus Aluminium
- gasbeheizter Vorwärmer
- Brannkammer
- Wärmeaustauscher
- Kühlschlange
- Kohrleitungen, Armaturen
- Meßinstrumente
- Pumpen
- El. Kraftverteilung
- Verschiedenes

150000.-

c) Refination

Durchsatz ca. 0,8 t/h Benzin

- 4 Kolonnen
- el. Vorwärmer
- Wärmeaustauscher
- Kühlschlangen
- Zwischenrefinerie
- Kohrleitungen
- Pumpen
- Meßinstrumente
- el. Kraftverteilung
- Verschiedenes

170000.-

S a m m t :

a) 150 000.-

b) 150 000.-

c) 170 000.-

500 000.-

4) Energieverteilung

Es ist zunächst angenommen, dass die Energie bis an das Baugelände geliefert wird.

| | |
|--|---------------------|
| Dampf- und Kondensatleitungen | 70 000,- RM |
| Gebrauchswasserleitungen | 50 000,- RM |
| Kanalisation | 50 000,- RM |
| Trinkwassernetz | 3 000,- RM |
| Pressluftnetz | 5 000,- RM |
| Stickstoffnetz | 7 000,- RM |
| Verteilungsleitungen für Kraft und Licht | 40 000,- RM |
| Sonstige Leitungen | 10 000,- RM |
| Rohrbrücken und Kanäle | 65 000,- RM |
| | <u>300 000,- RM</u> |

5) Nebenanlagen

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| Betriebsbüro | 40 000,- RM |
| Wachhaus und Unfalldebarcad | 30 000,- RM |
| Werkstatt für die Montage | 30 000,- RM |
| Fernsprechanlage, Schwachstromanlage | 3 000,- RM |
| Lagerschuppen | 5 000,- RM |
| Baustelleneinrichtung | 30 000,- RM |
| Verschiedenes | 22 000,- RM |
| | <u>150 000,- RM</u> |

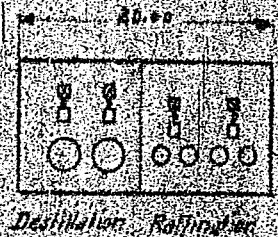
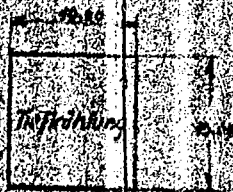
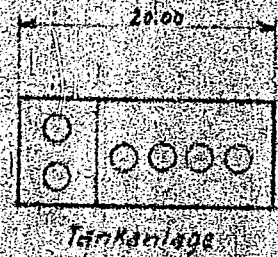
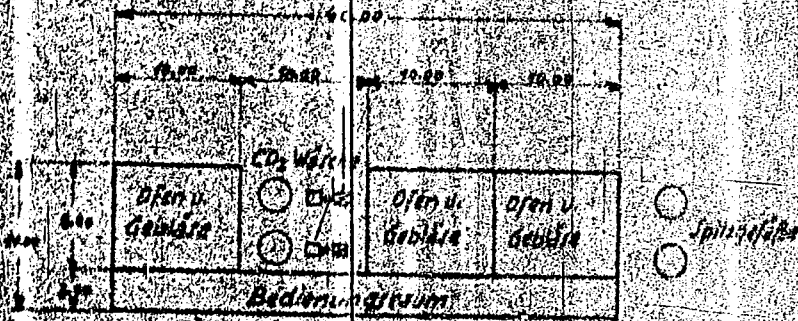
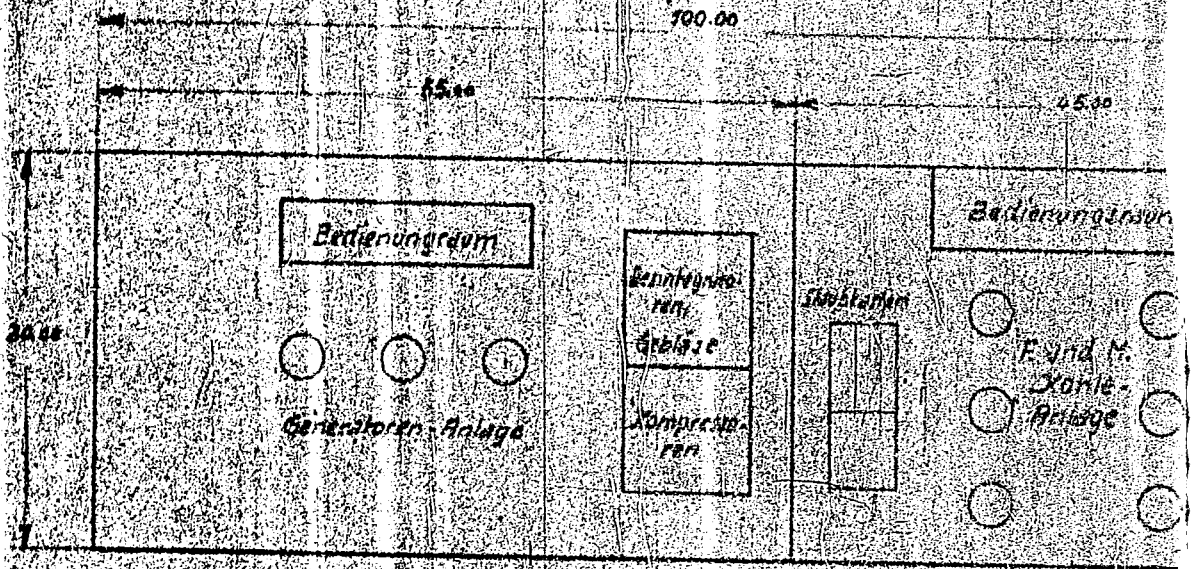
6) Geländeaufschluss

Es ist angenommen, dass nur geringe Planierungsarbeiten vorgenommen werden müssen und Bahnanschluss vorhanden ist.

| | |
|---------------------|---------------------|
| Planierungsarbeiten | 50 000,- RM |
| Gleisanlagen | 50 000,- RM |
| | <u>100 000,- RM</u> |

Synthese-Anlage Luft

Lageplan Maßstab



Anlage Ludwigshafen a.Rh.

Gepl. Maßst. 1:500

Bedienungsdamm

E und M.
Anlage

Gasbehälter 4000 m³
Wassergas

Gasbehälter 4000 m³
H₂O haltiges Wassergas

Gasbehälter 4000 m³
Wassergas

Gasbehälter 4000 m³
entschwefeltes
Wassergas

27,00

2,00

Trasse

11,50

Re. Station

1:500

Phil. Dr. Harina

3

Synthese - Anlage Ludwigshafen.

Produktion: 10 000 t/Jahr
Primärprodukte.

Mitteltemp. = 230 - 350°.

35%

= 3 500 t

zu 90% Olefinen

= 2 450 t Olefinen

(unter Paraffin-
Kondensierung)

Inhaltsverzeichnis:

- 1.) Kurze Beschreibung der Anlage.
- 2.) Gesamtschema.
- 3.) Bauart der Synthesekammer.
- 4.) Anlagekostenschätzung.
- 5.) Lageplan.

WMA

Beschreibung der Synthese-Anlage.

1. Gaserzeugung.

Da es nicht möglich ist, aus der Oppauer Gasfabrik Synthesegas zu beziehen und eine Erweiterung der Anlage dort aus Platzmangel nicht mehr vorgenommen werden kann, ist es erforderlich, eine besondere Gaserzeugungsanlage aufzustellen.

Es wurde vorgesehen, daß die erforderliche Menge Synthesegas ($9200 \text{ Nm}^3/\text{h}$ (CO + H₂ 100 %) in 3 Pilsener - Brauerei - Drehrostgeneratoren aus Koks hergestellt wird. Es läßt sich ein Wassergas mit etwa 90 % CO + H₂ erzeugen.

Die Schwefelreinigung soll in einer F- und M-Kohle-Reinigungsanlage vorgenommen werden. Das Gas wird auf einen maximalen Schwefelgehalt von $1,5 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ Wassergas gereinigt.

Das in einem Gasbehälter gespeicherte Gas wird von Kompressoren angesaugt und auf 21 atm komprimiert.

2. Synthese-Anlage.

Die eigentliche Synthese besteht aus 2 - 1 Systemen mit einem Reaktionsraum von $\approx 40 \text{ m}^3$. Das Gas wird in zwei Stufen umgesetzt, in der ersten zu 50 %, in der zweiten zu 75 %. Die Systeme sind so geschaltet, daß jedes in erster und zweiter Stufe gefahren werden kann. Zwischen erster und zweiter Stufe ist eine CO₂-Flüße zum Abwaschen des gebildeten CO₂ und eine Tieftemperaturkühlung zum Herunternehmen der niedrigen Kohlenwasserstoffe. Das anfallende Produkt wird in einem Trenngefäß in Rohöl und Alkohol plus Wasser getrennt, dann in zwei verschiedenen Destillationen destilliert und das Benzin in einer weiteren Kolonne raffiniert.

117C

- 2 -

In der Anlage werden 10 000 Tons Primärprodukte erzeugt,
die sich in

| |
|--------------------------------|
| 600 t Gasöl |
| 2 700 t Benzin bis 200° |
| 2 800 t Mittelöl 200-330° |
| 3 500 t Paraffin 330° |
| 200 t Äthyl- und Propylalkohol |
| <hr/> |
| 10 000 t |

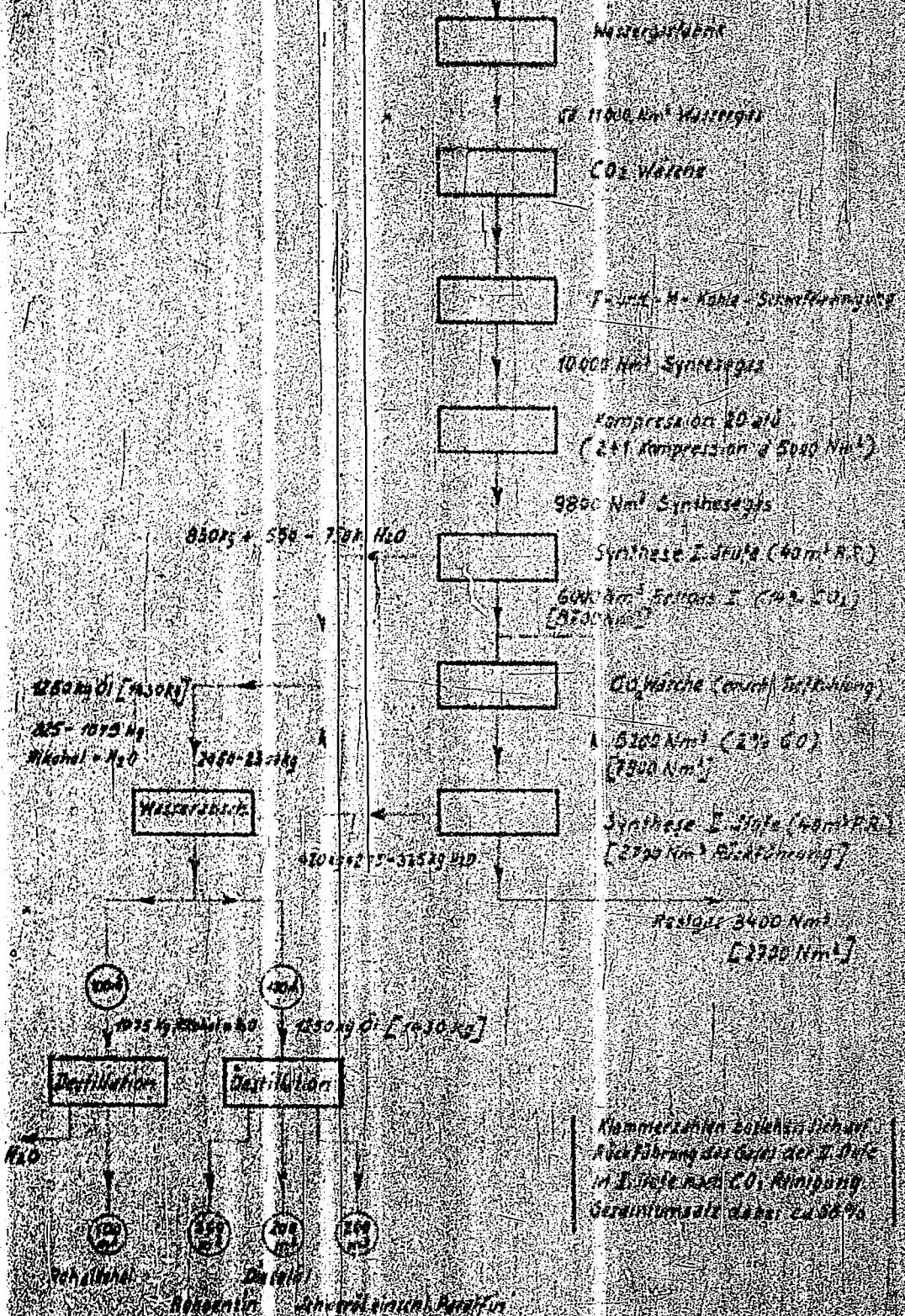
aufteilen.

Gen. K. B. M. S.

Syntheseanlage Ludwigshafen a Rh.

Gesamtverfahren

62.410 Takt



Klammerzahlen zeigen die
 Rückführung des Gases der II. Stufe
 in die Stufe nach CO₂-Anreicherung
 Gesamtumsatz dabei ca. 90%

Systeme zur Luftreinigung

Luft mit 20% Staubgehalt

bei Raumtemperatur (20°C & 1013 hPa)

mit Kompression

5000 Nm³ Luft bei 10 bar (20°C)

