

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:
Sammelaummer
19 51 91
Drahtwort:
Ölbau

Postcheckkonto:
Berlin 40862

Bankkonto:
Dresdner Bank,
Dep.-Kasse 90,
Berlin SW 61,
Belle-Alliance-Straße 10.

An die

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

Ludwigshafen/Rhein.

Masch. Techn.

Abteilung

Einkauf Lu.		
12. APR 39	11-12	50293
EK	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:

TE
TE/N
Ma
Wtz
B
Fu
Lsp
Rz
Rdz
Le
Ldg
Ph
Eng
Lör
TE/Kit
TE/Ph

20. Februar 1939
Hg/Wd.

420000240

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

Es wurden aufgrund ausgeführter Anlagen bzw. vorliegenden Angebote und Kostenschätzungen die Betriebskosten, die Anlagekosten und der Eisenbedarf von Wasserstoffherstellungsanlagen 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 $4 - 5 \text{ g H}_2\text{S pro Nm}^3$.

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. CO₂-Wäsche

zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91400 Nm³/h Kontaktgas auf 1.7 % CO₂ in Reingas.

Bei der Bemessung dieser Anlage wurde angenommen, daß 6500 m³/h Frischwasser mit einer maximalen Temperatur von 25° C im Sommer zur Verfügung stehen. Das aus der CO₂-Wäsche kommende CO₂-haltige Wasser wird bis auf 780 m³/h, die zur Konvertierung gehen, in einem Belüftungswerk entgast und mit einem Druck von 45 m Wasser-säule als Reinwasser zu Kühlzwecken an das Werk abgegeben.

7. CO-Wäsche

bemessen für 56246 Nm³/h Reingas mit einem Reinwasserstoffgehalt von 54750 Nm³/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 RM	Betriebskosten einschl. Amortisat., Verzinsung, Reparaturen für 1000 Nm ³ H ₂ in Pfg.	Eisen- bedarf in to.
Gebäudehaus	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	630
Kompressorenbau	6. 200 000.-	1006.55	4 900
CO ₂ - 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 Nm ³ H ₂	15 170 to.

Anlage

Pall II

Herstellung von Rein-Wasserstoff 97%ig aus Nullwassergas mit Druckkonvertierung und H_2S 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_2 -Wäsche wurde mit 13 ata bzw. unter Berücksichtigung des Druckabfalles mit 12 ata in der CO_2 -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_2 -Wäsche mit diesem Druck noch wirtschaftlich betrieben werden kann.

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

- 1.) Turbo-Kompressoren fördern $68.200 \text{ Nm}^3/\text{h}$ eines Gemisches, bestehend aus $62.700 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Nullwassergas und $5.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ CO-Rückgas von Gasometer Druck auf 13 ata.
- 2.) Entschwefelung durch Druckwasserwäsche zur Auswaschung von Schwefelwasserstoff aus $68.200 \text{ Nm}^3/\text{h}$ mit einem Schwefelwasserstoffgehalt von etwa $4 \text{ g H}_2\text{S}/\text{Nm}^3$. Das Waschwasser für diese Wäsche wird der CO_2 -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 $3.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ eines Gasgemisches gewonnen mit einem Heizwert von $700 \text{ WE}/\text{Nm}^3$.
- 3.) Druck-Konvertierung für $67.785 \text{ Nm}^3/\text{h}$ unter einem Druck von 13 ata zur Konvertierung auf 5,5% CO im Kontaktgas.
- 4.) CO_2 -Wäsche zur Auswaschung von Kohlensäure aus $91.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ Kontaktgas bei einem Druck von 12 ata. Für diese Wäsche wurde

die gleiche Annahme gemacht, daß 6.500 m³/h Frischwasser mit einer maximalen Wassertemperatur von 25° im Sommer zur Verfügung steht. Das aus der CO₂-Wäsche und zum Teil aus der H₂S-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 CO₂-Wäsche zusammen mit Frischwasser verwendet.

- 5.) Kompressoren-Anlage zur Verdichtung von 61.732 Nm³/h von 10,5 ata auf 325 ata in 3-stufigen Kolbenverdichtern mit einer Förderleistung von je 11.000 Nm³/h.
- 6.) CO-Wäsche für eine Reingasmenge von 56.232 Nm³/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>Bau</u>	<u>Anlagekosten</u> RM	<u>Betriebskosten, einschl.</u> <u>Amortisation, Verzinsung</u> <u>u. Reparaturen für</u> <u>1000 Nm³ H₂ 1/Pfg.</u>	<u>Eisenbe-</u> <u>darf</u> t/c
Turbo-Kompres-	1 850 000,--	362,44	1.250
soren			
Druck-Ent-	1 650 000,--	104,62	1.450
schwefelung			
Druck-Kon-	2 650 000,--	295,16	1.000
vertierung			
CO ₂ -Wäsche	3 670 000,--	291,04	3.450
Hochdruck-	2 650 000,--	455,06	1.700
Kompressoren			
CO-Wäsche	2 750 000,--	257,71	2.000
Außenrohr-	500 000,--	25,89	600
leitungen			
	15 720 000,--	1 793,92	11.450

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 H₂S Druckwasser-Wäsche höhere Anlagekosten bedingt als die Trocken-Reinigung wurde noch folgender Verarbeitungsgang untersucht:

- 1.) Gebälsehaus zur Förderung von 62.700 Nm³/h Nullwassergas durch Trockenreinigung zu den Kompressoren und 5.500 Nm³/h CO-Rückgas
- 2.) Trocken-Reiniger-Anlage für 62.700 Nm³/h Wassergas mit 4 g H₂S/Nm³
- 3.) Turbo-Kompressoren zur Verdichtung von 68.000 Nm³/h auf 13 ata
- 4.) Druck-Konvertierung zur Konvertierung von 68.000 Nm³/h auf einen CO-Gehalt von 3,5 % im Kontaktgas.
- 5.) CO₂-Wäsche zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91.000 Nm³/h Kontaktgas bei einem Druck von 12 ata.
- 6.) Hochdruck-Kompressoren zur Verdichtung von 61.732 Nm³/h von 10,5 ata auf 325 atü
- 7.) CO-Wäsche für eine Reingasmenge von 56.232 Nm³/h.

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

<u>Teil</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>Nm³ H₂ 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 ₂ -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 Nullwasser-
gases 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 H_2S -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 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 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>H₂S-Wäsche unter 12 atü</u>	<u>Gebälsehaus und Trockenreinigung</u>
Betriebskosten Pf/1000 Nm ³ H ₂	118,22	104,62	118,22
Anlagekosten RM	1 420 000,--	1 650 000,--	1 420 000,--
<u>Konvertierung</u>	<u>Konvertg. u. Gasbehälter</u>	<u>Druckkonvertg.</u>	<u>Druckkonvertg.</u>
Betriebskosten Pf/1000 Nm ³ H ₂	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 ³ H ₂	1 006,55	819,50	819,50
Anlagekosten RM	6 200 000,--	4 500 000,--	4 500 000,--

420000247

CO₂-Wäsche

Betriebskosten Pf/1000 Nm ³ H ₂	272,02	291,04	291,04
Anlagekosten RM	3 500 000,--	3 670 000,--	3 670 000,--

CO-Wäsche

Betriebskosten Pf/1000 Nm ³ H ₂	258,83	257,71	257,71
Anlagekosten RM	2 750 000,--	2 750 000,--	2 750 000,--

Außenrohrleitungen

Betriebskosten Pf/1000 Nm ³ H ₂	28,91	25,89	28,91
Anlagekosten RM	575 000,--	500 000,--	575 000,--

Gesamtkosten

Betriebskosten Pf/1000 Nm ³ H ₂	2 033,92	1 793,92	1 810,54
Anlagekosten RM	17 785 000,--	15 720 000,--	15 565 000,--
Eisenbedarf to	15.170	12.400	12.590
		11.450	11.640

App.-Nr.	Gegenstand	Wert RM
<u>Gaserzeugung mit druckloser Konvertierung</u>		
<u>Gebälsehaus zur Förderung von 62.700 Nm³/h Wasser- gas und 5.500 Nm³/h CO-Rückgas durch die Trok- ken-Reinigung und Konvertierung in den Kontakt- gas-Behälter.</u>		
<u>Die Anlagekosten betragen:</u>		
	3 Gebläse, je 35.000 Nm ³ /h, 3 m WS	45 000,--
	3 Motoren je 500 kW mit Schalter	42 000,--
	2 Gebläse je 5.500 Nm ³ /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 m³/hRückkühlwasserverbr.: 140 m³/h

Bedienung: 1 Mann/Schicht

App.-Nr.	Gegenstand	Wert RM
	Gasergzeugung mit druckloser Konvertierung	
	Trockenreiniger-Anlage zur Entschwefelung von 62.700 Nm³/h Mull-Wassergas mit einem H₂S-Gehalt von 4 - 5 g/Nm³.	
	Die Anlagekosten betragen:	
	Reinigeranlage (4 Türme) einschl. Rohrleitungen 14 m Ø	690 000,--
	Bockkran	130 000,--
	Sauerstoffausatzanlage	5 000,--
	Meßinstrumente	6 000,--
	Elektr. Kraft und Lichtinstallation	15 000,--
	Einleitungen	15 000,--
	Meß- und Signalleitungen	4 000,--
	Sonstiges	20 000,--
	Sa.:	875 000,--
	B T A S	
	Fundamente, Kanäle: RM 150 000,--	
	Anstrich: " 15 000,--	165 000,--
		1 040 000,--
	Masserfüllung: 4.000 t à RM 20,--	80 000,--
		1 120 000,--

Reinigermasse: 0.55 t/h

Stromverbr.: 120 kW.

Rückkühlwasser: 30 m³/h

Bedienung: 3 Mann je Schicht

Schwefelanfall: 250 kg/h

Sauerstoffverbr.: 250 m³/h

Zu Progr.-Nr.....

Werk.....

Bau-Nr.....Seite.....

App.-Nr.

Gegenstand

Wert
RMGaserzeugung mit druckloser Konvertierung

Konvertierungsanlage zur Konvertierung von
68.000 Nm³ Nullwassergas einschließlich CO-Rück-
gas auf einen CO-Gehalt von 3,52 % im Kontakt-
gas. Hierfür sind erforderlich

10 + 1 Systeme.

Die Anlagekosten betragen:

Gesamtanlagekosten ohne Kontakt:	2 430 000,-
Kontaktfüllung:	570 000,-
	<hr/>
Sa.:	3 000 000,-
	<hr/>

Stromverbrauch:	430 kW
Dampfverbrauch:	2,5 atü 31/t/h
Bedarf an Wasser:	
CO ₂ -haltiges Wasser:	780 m ³ /h
Frischwasser:	12 "
<u>Kondensat:</u>	<u>12 "</u>
Kontakt:	16,5 kg/h
Bedienung:	6 Mann je Schicht

Zu Progr.-Nr

Werk

Bau-Nr

Seite

App.-Nr

Gegenstand

Wert

RM

Gaserzeugung mit druckloser Konvertierung

Gasbehälter von 30.000 m³ Inhalt

Die Anlagekosten betragen:

Behälterkosten	250 000,--
2 Stauraohre, 2 Glockenventile	15 000,--
2 Winden mit el. Installation	3 000,--
Inhalts- und Druckanzeiger	2 000,--
Fahrlampen, Blitzschutz	1 000,--
Kleinleitungen, Tauchtöpfe	2 000,--
Immunolfüllung	5 000,--
Sonstiges	4 000,--
Sa.:	282 000,--

B T A :

Fundierung, Isolierung RM	32 000,--	
Anstrich	"	24 000,--
Maxitumenschicht:	"	2 000,--
		58 000,--
		340 000,--

Heizdampf im Winter : 1 t/h

Bedienung: 1-2 Mann in einer Schicht

Gaserzeugung mit druckloser KonvertierungKompressoren-Anlage

zur Verdichtung von 91.400 Nm³/h Kontaktgas
von 1 auf 28 ata und von
61.745 Nm³/h von 26,5 auf 325 ata.

Hierfür sind erforderlich

7 Einheitsmaschinen
mit 13.500 Nm³/h in der 1.-3. Stufe
und 8.900 " " " 4.-6. " "
und 1 Reservemaschine.

~~Unter Berücksichtigung der Kostenschätzung
Rheinbensen vom 29.11.38 ergeben sich fol-
gende Kosten:~~

Apparate-Konto

4 900 000,--

Gebäude einschl. Montagefeld
118 m lang

1 300 000,--

6 200 000,--

Stromverbrauch 24.000 kW

Kühlwasserverbr. 2.400 m³/h

Dampfverbrauch ca. 2 t/h im Winter

Wasserstoffherzeugung mit druckloser Konvertierung.

CO₂-Wäsche

zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91.400 Nm³/h Kontaktgas bis auf ca. 1,7 % bei 28 ata mittels Druckwasser von max. 25° C im Sommer.

Es sind erforderlich

8 Wäscher 2100 Ø, 19 m hoch ohne Reserve bei max. Wassertemperatur.

Die Anlagekosten betragen

nach der Kostenschätzung von Rheinbenzin

für die CO₂-Wäsche

Apparate-Konto

1 756 210,--

Fabrikgebäude-Konto

773 000,--

Unvorhergesehenes

320 790,--

2 850 000,--

Für Pumpenhaus und Wasserregeneration

Apparate-Konto

236 000,--

Fabrikgebäude-Konto

383 010,--

Unvorhergesehenes

30 990,--

650 000,--

Zusammen: RM 3 500 000,--

Zu Progr.-Nr.

420000254

Hg/Wd.

Werk.....

Bau-Nr. Seite

App.-Nr.

Gegenstand

Wer

RM

Gaserzeugung mit Druckloser Konvertierung

CO-Reinigung zur Auswaschung von ca. 5 % CO
aus 61.745 Nm³ Rohgas auf ca. 0,2 % CO im Rein-
gas. Erforderlich sind:

- 5 Wascher 800 x 15
- 2 + 1. Entspannungsmaschinen
- 1 + 1 Pressumpfen
- Vakuum-Anlage.

Es ergeben sich folgende Anlagekosten:

<u>Apparate-Konto:</u>	1 992 850,-
<u>Fabrikgebäude:</u>	499 050,-
<u>Unvorhergesehenes:</u>	258 100,-
	2 750 000,-

<u>Stromverbrauch:</u>	1.420 kW
<u>Frischwasser:</u>	390 m ³ /h
<u>Rückkühlwasser:</u>	30 m ³ /h
<u>Bedienung:</u>	6 Mann/Schicht
<u>Dampfverbrauch:</u>	2,5 atü 12 to/h

**Fall I Drucklose Konvertierung, Ermittlung der Kosten der H₂-Herstellung
(100%) gerechnet ohne Undichtigkeitsverluste**

	Gehäusenhals	Trockenreinigung	Konvertierg.	Gasbehälter
Gasdruck atm	0,3	0,2	0,1	200 mm Hg
Investition RM	58.200	62.700	58.000	91.400
CO+H ₂ Menge l/Gas	61.577	57.150	61.577	61.577
CO+H ₂ Menge Nm ³ bei 1000 mm ² H ₂ in Reingas bei 325 atm	1.124	1.042	1.124	1.124
Anlagekosten RM	500.000	1.120.000	3.000.000	440.000
	Var. Kosten trench 1000 Nm ³ p. Std. H ₂ 1/2	Var. Kosten 1000 Nm ³ H ₂ /H ₂	Var. Kosten 1000 Nm ³ H ₂ /H ₂	Var. Kosten 1000 Nm ³ H ₂
Strom 1,5 kWh	550	25,02	320	3,29
Fri. Wasser 2,5 m ³	?	0,10		792
Rühreröl 1,0 "	145	2,55	30	0,55
Bedienung 140 h/Std + Zuschl.	1	2,55	3	7,69
Bedienung 20 " / Std			9,02	
Sauerstoff bed. 2 m ³			250	9,13
Dampf 10 m ³ 1,50 m ³			0,5	1,46
Kontaktverf. 1,00 "				31
Kontakte 1000 "				15,5
Cu-Lauge 94,5 %				7,50
Bekanntes 1,50 "				
Betriebskosten o. Gutschr.	31,23	32,21	215,47	2,7
Künftige Anteil 0,25 R/H		0,5	0,30	0,5
Schwefel 25 "		250	10,50	
Fri. Wass. " 2,5 m ³				
Gesamte Betriebskosten	31,23	31,41	215,47	2,44
Amortisation				
Zinsen 17,3%	11,48	44,10	118,40	11,13
Reparaturen				
Kosten 1.000 Nm ³ H ₂ (100%)	42,71	75,51	333,87	13,57

420000255

Inschließlich Amortisation, Verzinsung und Reparaturen (17,3%) für 1000 Nm³ H₂

Compressoren	CO ₂ -Wäsche	CO-Wäsche	Außenrohrleitg.	Gesamtkosten
30 v. 0-20,5atü 10 "26,5-325"	28 atü	325 atü		
30 91.400 10 61.745	91.400	61.745	56.246 hinter CO-Wäsche	
30 61.577 10 59.346	61.577	59.346	n-54.730 Nm ³ /h Reinwasserstoff	
10 1.124 10 1.063	1.124	1.063		
5 200 000, --	5 500 000, --	2 750 000, --	575 000, --	17 155 000, --
Verbr. Kost. f. 1000 Nm ³ H ₂	Verbr. Kost. f. 1000 Nm ³ H ₂	Verbr. Kost. f. 1000 Nm ³ H ₂	Verbr. Kost. f. 1000 Nm ³ H ₂	Verbr. Kosten für p. Std. 1000 Nm ³ H ₂
2 300 651,50	200 106,50	1 420 30,20		3000 844,19
	6500 296,50	390 17,50		768 251,30
200 17,50		50 0,55		2500 47,48
12 30,70	7,5 19,20	6 15,55	0,5 1,20	36,5 93,43
				0,55 20,09
				250 8,13
				0
10 0,92	1 2,92	12 35,60	2 5,84	12 340,70
				16,5 54,24
				12 4,30
		0,7746,75		20,27 48,27
10 27,40				30 27,40
7 762,35	425,72	154,55	7,22	1 641,79
1 0,60	1 0,60	9,5 4,32	2 0,91	14,5 3,04
				250 10,50
	5780 291,50			6395 291,50
761,75	155,82	150,25	6,21	1 334,51
248,60	158,20	108,60	22,70	599,41
1 006,55	272,02	250,63	28,91	2 055,92

Gaserzeugung mit Druck-Konvertierung

Druck-Entschwefelung zur Auswaschung von H_2S aus dem Null-Wassergas bei 12 atü mittels CO_2 -haltigem Druckwasser. Dieses Wasser wird den CO_2 -Waschtürmen an der Stelle entnommen, an der das zu waschende Kontaktgas ca. 8 % CO_2 enthält. Das Waschwasser wird nach der Auswaschung von H_2S in besonderen Turbinen auf 1 ata entspannt und in einer Vakuum-Entgasungs-Anlage bei etwa 90 % Vakuum entgast. Das Entgasergas besitzt durch den H_2 -CO und H_2S -Gehalt einen Heizwert von ungefähr 700 WE/m^3 ; zur Entschwefelungsanlage gehören:

- 10-Wascher 1400 \varnothing
- 4 Pumpen je $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ zur Förderung von Kohlensäurehaltigem Wasser
- 4 Francis-Turbinen, je $1000 \text{ m}^3/\text{h}$
- 1 Vakuum-Entgasungsanlage mit Vakuum-Pumpen

Die Anlagekosten betragen:

Apparate-Konto:
Elektrische Installation:
Fabrikgebäude-Konto:

1 200 000,--
150 000,--
300 000,--
<hr/>
1 650 000,--

Stromverbrauch: 1.380 kW
 Frischwasserverbr.: 30 m^3/h
 Bedienung: 5 Mann/Schicht
 Entgaser-Gasanfall: 3.500 m^3/h mit einem Heizwert von 700 WE/m^3

App.-Nr.	Gegenstand	Wert RM
----------	------------	------------

Gaserzeugung mit Druckkonvertierung.

Turbo-Kompressoren-Anlage

zur Verdichtung von 68.500 Nm³/h eines Gemisches von Fall-Wassergas und CO-Rückgas von Gasometerdruck auf 13 ata
 spez. Gewicht des Gases je = 0,626 kg/m³
 15° 735 mm Hg.

Es sind erforderlich

- 2 Turbo-Verdichter für je 35.000 Nm³/h und
- 1 Reservemaschine.

Es ergeben sich folgende Anlagekosten:

Apparate-Konto

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,--

Unvorhergesehenes:

160 000,--

1 600 000,--

Fabrikgebäude
 20,7 m lang

250 000,--

1 850 000,--

Stromverbrauch 9700 kW
 Kühlwasserverbr. 800 m³/h

Bedienung: 4 Mann/Schicht

App.-Nr.

Gegenstand

Wert
RMGaserzeugung mit Druck-Konvertierung

Druck-Konvertierung zur Konvertierung von ca.
68.000 Nm³/h Mullwassergas auf einen CO-Gehalt
von 3,53 % im Kontaktgas.

Die Anlage enthält:

5 + 1 Kontaktöfen, sowie die dazugehörigen
Sättiger, Wärmeaustauscher und Kühler
und Pumpen

Kontaktinhalt jedes Ofens 10 / to.

Die Anlagekosten betragen:

Apparate-Konto:

1 900 000,--

50 to-Kontakt:

90 000,--

Fabrikgebäude-Konto:

360 000,--

Unvorhergesehenes:

300 000,--

2 650 000,--

Stromverbrauch: 240 kW

Rückkühlwasser: 450 m³/h

Bedienung: 4 Mann/Schicht

Dampf-Verbrauch: 18 atü 34 t/h

Kontakt-Verbrauch: 16,5 kg/h

App.-Nr.	Gegenstand	Wert RM
	<u>Wasserstoffersengung mit Druckkonvertierung</u>	
	<u>CO₂-Wäsche</u>	
	Zur Auswaschung von Kohlensäure aus 91.000 m ³ /h Kontaktgas bis auf 1,7% bei 12 ata mittels Druckwasser von max. 25° C im Sommer.	
	Es sind erforderlich 3 Wascher 2800 Ø ca. 19 m hoch ohne Reserve bei max. Wassertemperatur.	
	<u>Die Anlagekosten betragen für die CO₂-Wäsche</u>	
	<u>Apparate-Konto</u>	2 576 000,--
	<u>Fabrikgebäude-Konto</u>	755 000,--
	<u>Unvorhergesehenes</u>	339 000,--
		<u>3 670 000,--</u>

Stromverbrauch: 4.250 kW
 Frischwasserverbr.: 6.500 m³/h
 Bedienung: 7 Mann/Shift
 Frischwasserabgabe: 6.260 m³/h

App.-Nr.	Gegenstand	Wert RM
	Gaserzeugung mit Druckkonvertierung.	
	<u>Kolbenkompressor-Anlage</u> zur Verdichtung von $61.732 \text{ m}^3/\text{h}$ von $10,5 \text{ ata}$ auf 325 ata in 3-stufigen Kolbenverdichtern mit einer Fördermenge von je $11.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Erforderlich sind 6 Betriebsmaschinen und 1 Maschine zur Reserve. Es ergeben sich folgende Anlagekosten.	
	<u>Apparate-Konto</u>	
	7 Verdichter $11.000 \text{ m}^3/\text{h}$ von $10,5 \text{ ata}$ auf 325 ata	910.000,--
	7 Motoren	630.000,--
	Rohrleitungen, Armaturen, Instrumente, Kabel, Beleuchtung, sanit. Einrichtungen	350.000,--
	Kran	30.000,--
	Unvorhergesehenes:	180.000,--
		2.100.000,--
	Fabrikgebäude für 7 Maschinen und Montagefeld	550.000,--
		2.650.000,--
	Stromverbrauch 10.800 kW Kühlwasserverbrauch $900 \text{ m}^3/\text{h}$ Bedienung: 10 Mann/Schicht.	

Fall II Wasserdampfherzeugung aus G.W.O. mit Druckkonvertierung. Realisierung
mit Druckkonvertierung einschl. Amortisation, Verzinsung und Reparatur

Turbokompressor. Druck-Entschw. Druckkonvertierung

Gasdruck am Eintritt	atm	200 mm WS	12 atü	11,5
Menge " "	m ³ /h	68.200	66.200	67.765
CO ₂ -Menge im Gas	m ³ /h	61.577	61.577	61.362
CO ₂ -Menge für 1000 m ³ H ₂	m ³ /h	1.123	1.123	1.119
Anlagekosten	RM	1.550.000,--	2.650.000,--	2.690.000,--
		Verbr. Kosten f. p. Std. 1000 m ³ H ₂	Verbr. Kost. f. p. Std. 1000 m ³ H ₂	Verbr. Kosten f. p. Std. 1000 m ³ H ₂
Gasverbrauch	1,5 PF/TWh	9700 268,00	1380 37,--	210 5,56
Frischdampf	2,5 " /m ³	---	30 1,25	---
Rückkühlwasser	1 " /m ³	800 14,00	---	400 9,20
Bedienungsmuschl.	1,40 RM/Std.	4 10,20	5 12,75	10 20,00
Dampf 1,5 atü	1,80 "/kg	---	---	---
Dampf 2,5 "	1,60 "/kg	0,5 1,45	0,5 1,45	---
Kondensat	0,25 "/kg	---	---	---
Kontaktverbr.	1,60 "/kg	---	---	15 15,00
Gasdruckverlust	0,1 " /m ³	---	---	---
Lehrmittel	1,50 "/kg	---	---	---
Vertriebskosten ohne Abschreibung		291,66	22,22	190,66
Entschärfung	0,25 "/kg	0,5 0,22	0,5 0,22	---
Wassersparfall	0,5 PF/Lohn	---	2,50 13,12	---
Wärmeabgabe	2,5 " /m ³	---	---	---
Gesamte Betriebskosten		291,44	29,22	190,66
Amortisation				
Verzinsung und Reparaturen	17,3%	12,--	66,40	100,30
Kosten für 1000 m ³ Wasserstoff 1000 Pfg/1000 m ³ H ₂		564,44	194,62	295,16

2/71.

Bedarfsdaten für die Herstellung von Wasserstoff (97%) von 325 am
 an (17,3%) bezogen auf $\text{Nm}^3 \text{H}_2$ (100%) gerechnet ohne Undichtigkeitsverluste.

<u>CO₂-Wäsche</u>	<u>Hochdr. Kompress.</u>	<u>CO-Wäsche</u>	<u>Außenrohrltg.</u>	<u>Gesamtkosten</u>
11	10,5 auf 325	325		
91.000	61.732	61.732	hinter CO-Wäsche	
			56.232	
61.234	59.352	59.352	mit 54.826 Rein-H ₂	
1.117	1.082	1.082		
3.670 000,--	2.650 000,--	2.750 000,--	500 000,--	15.720 000,--
Verbr. Kost.f. p.Std. 1000Nm ³ H ₂	Verbr. Kost.f. p.Std. 1000Nm ³ H ₂	Verbr. Kost.f. p.Std. 1000Nm ³ H ₂	Verbr. Kost.f. p.Std. 1000Nm ³ H ₂	Verbr. Kost.f. p.Std. 1000Nm ³ H ₂
4850 116,20	30800 295,--	1420 39,8		27750,-- 755,96
5500 296,--		390 17,78		5920,-- 325,34
	900 16,41	30 0,53		2180,-- 39,76
7 17,90	10 25,86	6 15,30	0,5 1,27	36,5 93,88
				24,-- 111,80
0,5 2,46	0,5 1,46	12 35,--	2 5,83	16,-- 46,67
				0
				35,5 64,30
		0,27 40,20		0,27 46,40
	4,5 12,51			4,5 12,51
431,56	350,73	153,63	7,10	1477,96
0,5 0,22	0,5 0,22	0,5 4,12	2 0,91	17,5 6,11
				2,430 ⁶ NR 15,13
6260 285,--				6260,-- 285,--
146,34	350,56	149,31	6,19	1173,72
144,70	104,50	108,40	19,70	620,20
291,04	455,06	257,71	25,89	1793,92

App.-Nr.	Gegenstand	Wert RM
	Gaserzeugung mit Druck-Konvertierung	
	CO-Reinigung zur Auswaschung von ca. 5 % CO aus 61.732 Nm³/Rohgas auf ca. 0,2 % CO im Reingas. Erforderlich sind:	
	5 Wascher 800 x 15	
	2 + 1 Entspannungsmaschinen	
	1 + 1 Presspumpen	
	Vakuum-Anlage.	
	Es ergeben sich folgende Anlagekosten:	
	<u>Apparate-Konto:</u>	1 992 850,-
	<u>Fabrikgebäude-Konto:</u>	499 050,-
	Unvorhergesehenes:	258 100,-
		2 750 000,-
	Stromverbrauch: 1.420 kW	
	Frischwasser: 390 m ³ /h	
	Rückkühlwasser: 30 m ³ /h	
	Bedienung: 6 Mann/Schicht	
	Dampfverbrauch: 2,5 atü 12 to/h	

Fall 1

420000/263

RW
Beh

Gase

Entschwefelung

62700 Nm³/h
 CO₂ = 6,8 %
 O₂ = 0,2 %
 CO = 37,4 %
 H₂ = 53,7 %
 CH₄ = 0,2 %
 N₂ = 1,7 %
 4 = 5gr H₂S/Nm³
 200 Nm³ H₂S

62500 Nm³/h

Rückgas

Konvertierung

68000 Nm³/h

CO₂ = 7,48 %
 O₂ = 0,19 %
 CO = 38,92 %
 H₂ = 51,63 %
 CH₄ = 0,19 %
 N₂ = 1,59 %

RW
Beh

Kompressoren I

91400 Nm³/h

CO₂ = 3,71 %
 O₂ = 0,14 %
 CO = 3,52 %
 H₂ = 63,92 %
 CH₄ = 0,14 %
 N₂ = 1,18 %

5500 Nm³/h
 CO₂ = 15,2 %
 O₂ = 0,1 %
 CO = 56,8 %
 H₂ = 27,5 %
 CH₄ = -
 N₂ = 0,4 %

28 zu

CO₂ Druckwasserwäsche

29637 Nm³/h

CO₂ = 92,45 %
 O₂ = 0,035 %
 CO = 0,455 %
 H₂ = 6,9 %
 CH₄ = 0,03 %
 N₂ = 0,13 %

CO₂
Beh

61745 Nm³/h

Kompressoren II

300 zu

CO₂ = 1,78 %
 O₂ = 0,19 %
 CO = 5,0 %
 H₂ = 97,74 %
 CH₄ = 0,195 %
 N₂ = 1,695 %

CO Reinigung

56246 Nm³/h

mit 54750 Nm³ Rein-H₂ (100 %)

W 1

60 M

Generatoren

62.700 Nm³/h

Oh.G. Beh.

CO₂ = 6,8 %
 O₂ = 0,2 %
 CO = 37,4 %
 H₂ = 53,7 %
 N₂ = 1,7 %
 CH₄ = 0,2 %

62.700 Nm³/h

Rückgas

68200 Nm³/h

Kompressoren I

CO₂ = 7,48 %
 O₂ = 0,19 %
 CO = 38,92 %
 H₂ = 51,63 %
 CH₄ = 0,19 %
 N₂ = 1,59 %

natü

Entschwefelung
 Druckkonvertierung

5500 Nm³/h
 CO₂ = 15,2 %
 O₂ = 0,1 %
 CO = 56,8 %
 H₂ = 27,5 %
 CH₄ = -
 N₂ = 0,4 %

200 m³/h H₂S
 1215 m³/h CO

91.000 Nm³/h
 CO₂ = 37,1 %
 O₂ = 0,0 %
 CO = 3,53 %
 H₂ = 63,92 %
 CH₄ = 0,14 %
 N₂ = 7,18 %

CO₂
 Druckwasserwäsche

71 Nm³/h
 O₂ = 46 %
 N₂ = 54 %

CO₂ Beh.
 29339 Nm³/h
 CO₂ = 93,36 %
 hiervon geht O₂ = 0,04 %
 ein Teil des CO = 0,395 %
 Gases mit H₂ = 6,05 %
 dem Wasser CH₄ = 0,025 %
 der H₂S-Wäsche N₂ = 0,13 %
 fort

61732 Nm³/h

Kompressoren II

CO₂ = 1,76 %
 O₂ = 0,1 %
 CO = 5,05 %
 H₂ = 91,09 %
 CH₄ = 0,2 %
 N₂ = 1,8 %

300 a zu

CO Reinigung

56232 Nm³/h
 mit 54820 Nm³ Rein-H₂

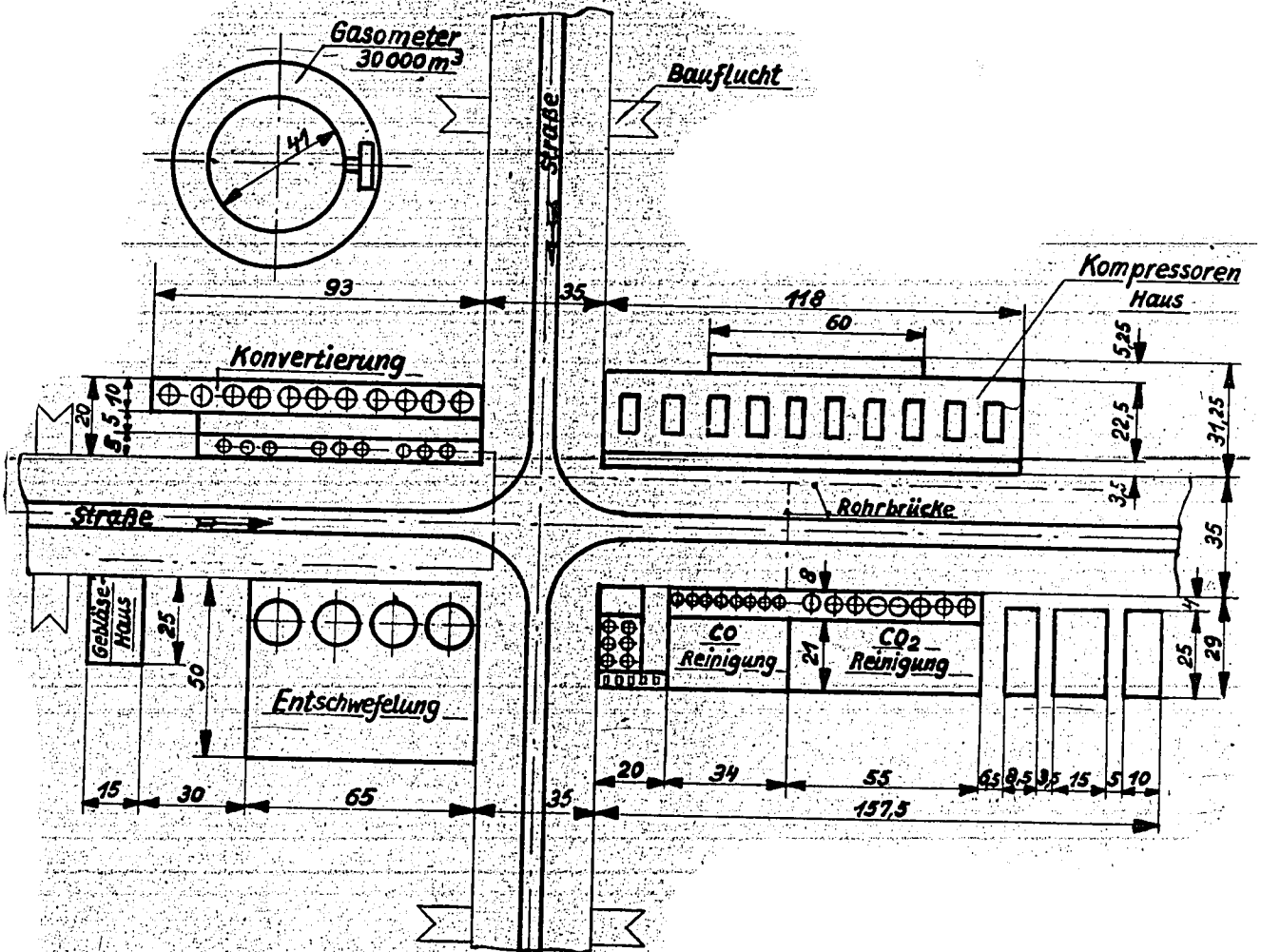
Werk

Bau Nr.

Lageplan der Wasserstoffherzeugungsanlage

aus Null-Wassergas mit druckloser Konvertierung

Fall I



Bebaute Fläche: 23 000m²

Maßstab 1:2000

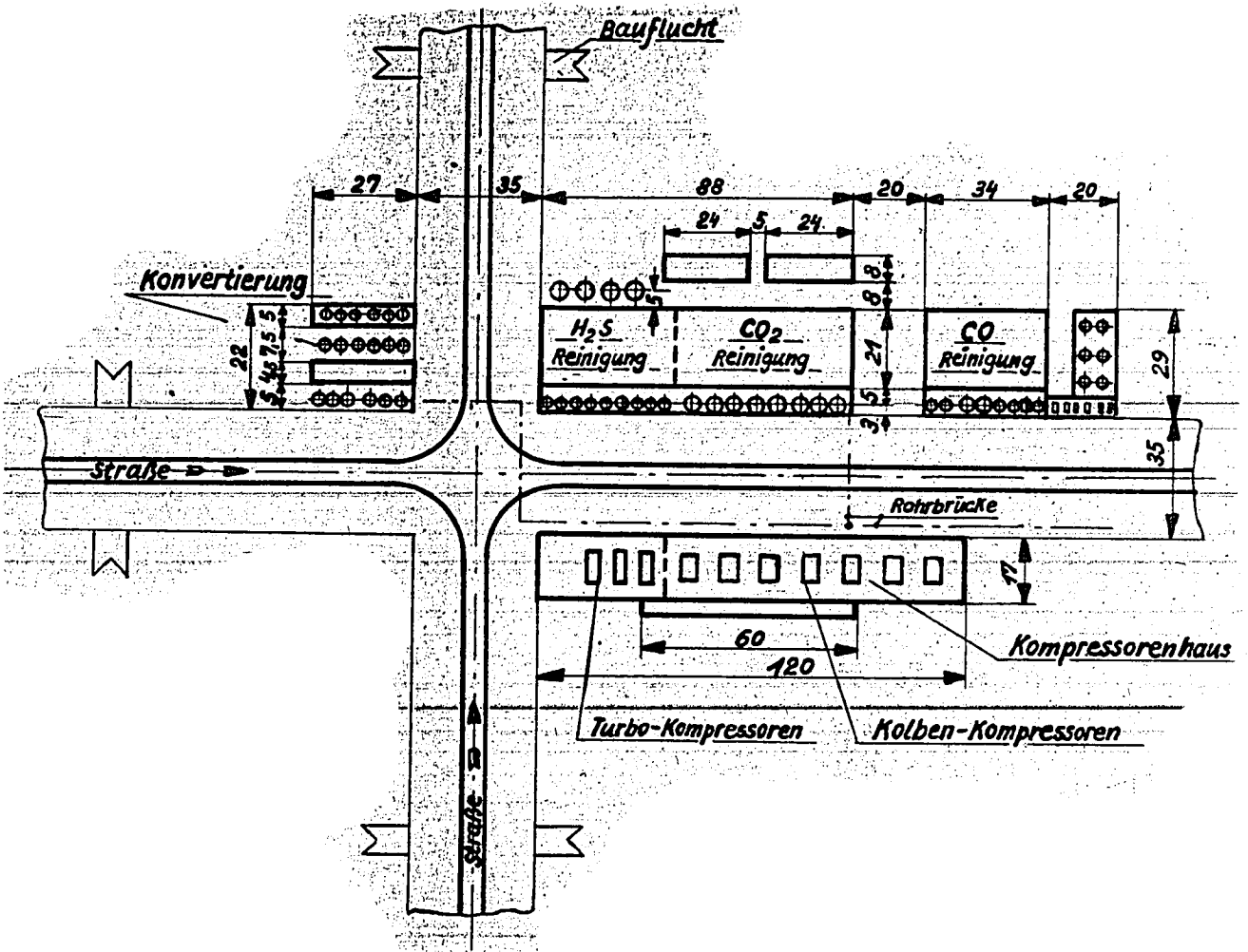
Maße in mtr.

Allgemein	
Werk	Bau Nr.
Mineralöl-Baugesellschaft m. b. H.	
- 16	3316 16

420000266

Lageplan der Wasserstoffherstellungsanlage aus Null-Wassergas mit Druck-Konvertierung

Fall II



Bebaute Fläche: 15000 m²

Maßstab 1:2000
Masse in mtr

Allgemein	
Werk	Bau Nr.
Mineralöl-Baugesellschaft m. b. H.	- 16 3317 - 16