

C. 32 3441-30/5.01-65
Ruhelöhren Aktiengesellschaft
Oberhausen-Flotten

001116

Holteln, den 19.12.1941
HB.BG.No/Bh.

Herrn Dir. A l b e r t s :

Betr.: Hintereinanderschaltung der D-u.N-Synthese bei einer
Grundlage von 65 600 m³ Wassergas.

Zur Erreichung des gewünschten möglichst hohen Anteils an Paraffin und Ausnutzung des besseren Verflüssigungsgrades in der D-Synthese, komme ich unten stehend auf meinen Vorschlag (lt. beigef. Bericht v. 3.4.41 Anlage 1) der Hintereinanderschaltung der D- und N-Synthese zurück.

Nach Bestätigung der z.Zt. gemachten Annahmen bsgl. Ofenbelastung und Gasumsetzung, und nach dem Einbau von grossen Abscheidern hinter den Kondensationsstufen und Erhitzern vor den Synthesestufen steht der verfahrensmässigen und apparativen Durchführung dieser Hintereinanderschaltung bis auf Kleinigkeiten nichts im Wege. Der Ausbau der Kondensation 3. Stufe ist Mitte Januar fertig, derart, dass eine Durchsatzleistung von 25 000 m³ Endgas möglich ist. Die vorhandenen Kondensationsgruppen 1. und 2. Stufe würden dann parallel für das Endgas der 1. Synthesestufe und die ergänzte Kondensation 3. Stufe für das Endgas der 2. Synthesestufe verwandt.

Die Verdichteranlage wird nach Einbau der in Kürze zu erwartenden Kühlelemente und bei dem jetzt erreichten Betriebszustand mit 3 Maschinen (dazu 1 Maschine in Reserve) die erforderlichen 62 800 m³ schaffen. Die CO₂-Wäsche ist nach Hinterschaltung eines Abscheiders (Anfang März) in Grösse des eigentlichen Waschers und einer Kugeltopfsicherung, die bei Überreissen von Wasser den Gasdurchgang automatisch abschaltet als betriebssicher anzusehen und somit für die Waschung des für die D-Synthese bestimmten Konvertgases vorgesehen. Bis zum März ist nur ein Gasdurchgang von 10 000 m³ möglich, da der 2. Wascher heute als Wasserscheider nachgeschaltet ist.

Bei dieser Schaltung und dem heutigen Vorschlag wird das gesamte Gas (Grundlage 65 600 m³ Wassergas) bis auf den Anteil Wassergas, der nach Konvertierung zur Erreichung des CO-H₂-Verhältnisses 1:2 in dem für die N-Synthese übrig bleibenden Gas erforderlich ist, in der D-Synthese durchgesetzt. (siehe beigef. Verfahrenschema Anlage 2)

Der analytische und mengenmässige Einsatz und Umsatz würde sich wie folgt stellen:

W.G.-Analyse:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
5,2	39,9	48,2	0,4	6,3

K.G.-Analyse: (bei 80 % CO-Umsatz)

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
28	6,0	61	0,3	4,7

K.G.(gew.) bei 75 % CO₂ Auswaschung.

8,8	7,6	77,4	0,4	5,8
-----	-----	------	-----	-----

Einsatz 1.Stufe:

44 000 m³ W.G.
 + 8 000 " gew.K.G.

 52 000 " Sy.-G.1.St.(D.Sy.)

Analyse dieses Gases:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
5,8	35	52,5	0,4	6,3

W.G.Einsatz 1.Stufe

44 000 + 7600 (8000 m³ gew.K.G.)
 = 51 600 m³ W.G.

Anarbeitung in der 1.Stufe

Kontraktion: 51 %
 IO-Umsatz: 50 %
 IO₂Bildung: 0 %
 CH₄ " 10 %
 Verbrauchsverhältnis CO:H₂ = 1:2,0

damit Endgas 1.St.

25 400 m³

mit folgender Analyse:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
11,8	35,6	35,5	4,4	12,7

Sy.-G. 2.St. wird wieder auf CO:H₂ = 1:1,5 gebracht.

Zusatz an gewaschenem Konvertgas

7 000 m³ = 6 700 m³ W.G.

damit bisheriger Einsatz

51 600 + 6 700 = 58 200 m³ W.G.

Zusammensetzung Sy.-G.2

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
11,2	29,5	44,5	3,6	11,2

Einsatz 2.St. mit obiger Analyse

32 400 m³

CO-Umsatz: 50 %
 Kontraktion: 44 %
 CO₂ Bildung: 0 %
 CH₄ " 10 %
 Verbrauchsverhältnis 1 : 2,03

hieraus folgendes Endgas:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
19,6	26,3	25,3	9,1	19,7

und zwar:

18 300 m³

Dieses Gas wird mit Konvertgas auf ein CO:H₂-Verhältnis 1:2 gebracht,

erforderlich:

10 000 m³ ungewaschenes Konvertgas
 = 7 400 m³ W.G.

damit Gesamt W.G. Einsatz

DS.1.St. + DS.2.St. + NS. 1.+2.St.
 51 600 + 6 700 + 7 400 =
65 600 m³/h W.G.

Einsatz i.d.NS.

18 300 + 10 000 = 28 300 m³/h

mit folgender Analyse:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
22,5	19,0	37,8	6,1	14,6

bei

65 % CO-Umsatz
 3 % CO₂ Bildung
 15 % CH₄ "
 36 % Kontraktion

verbleiben

18 200 m³/h Endgas.

mit folgender Analyse:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
35,8	10,4	19,2	12,0	22,6

Die Belastung der Synthesen und der Öfen ergibt sich nach den vorliegenden Unterlagen wie folgt:

Drucksynthese:

46 Öfen-1.St.-1120m³/h- 35%CO, 52,5%H₂-CO:H₂=1:1,5 -CO-Ums. 50%
 18 " -2.St.-1800m³/h- 29,5%CO, 44,5%H₂-CO:H₂=1:1,5 -CO-Ums. 50%
 64 "1.+2.St.- 925m³/h- 31,6%CO, 55,8%H₂-CO:H₂=1:1,76 -CO-Ums. 74%

Niederdrucksynthese:

40 Öfen-1 St.- 700m³/h- 19%CO, 37,8%H₂-CO:H₂=1:1,99 -CO-Ums. 65%

Bilanz und Gegenüberstellung des CO u. H₂-Einsatzes und-Umsatzes der beiden Synthesen:

Der gesamte Einsatz beträgt:

CO : 19 300 m³/h
 H₂ : 38 700 m³/h

davon in D-Synthese 1. u. 2. Stufe:

CO : 18 730 m³/h
 H₂ : 32 600 m³/h

hiervon umgesetzt:

CO : 13 900 m³/h
 H₂ : 28 000 m³/h

d.h. mit einem Umsetzungsgrad von

CO - - - 74 %
 H₂ - - - 86 %

Einsatz in der N-Synthese:

CO : 5 400 m³/h
 H₂ : 10 700 m³/h

davon umgesetzt:

CO : 3 500 m³/h
 H₂ : 7 200 m³/h

d.h. mit einem Umsetzungsgrad von:

CO - - - 65 %
 H₂ - - - 67 %

Im Restgas hinter der N-Synthese bleiben

CO : 1 900 m³/h
 H₂ : 3 500 m³/h

Mit diesen Zahlen ergibt sich ein Umsetzungsgrad des gesamten eingesetzten CO+H₂ von

90,3 % für CO
 91 % " H₂

verteilt auf die Synthese:

D-Synthese:	72,0 % CO	72,5 % H ₂
N-Synthese:	18,3 % CO	18,5 % H ₂

Zur Beurteilung ob die neue oder die alte Fahrweise günstiger bzgl. Anarbeitung und Produktion ist, ist folgendes zu sagen:

Das gesamte Gas wird 3stufig aufgearbeitet, bei den damit möglichen milden Umsatzbedingungen und Auffangmöglichkeit für den Betriebsgang. Die gegenseitige Beeinflussung von Mengen- und Verhältnisschwankungen zwischen der D- und N-Synthese fallen zum grössten Teil weg. Lt. vorstehender Aufstellung werden 80 % des CO-Umsatzes in der D-Synthese und nur 20 % in der N-Synthese durchgeführt. Von dem gesteigerten Anteil des Paraffin abgesehen ist ein besserer Verflüssigungsgrad in der D-Synthese gegenüber der N-Synthese und dazu noch bei dem gewählten CO:H₂-Verhältnis von 1.1,5 als erwiesen anzunehmen.

Der Betriebsgang wird wie unbedingt erwünscht bei dieser Schaltung vereinfacht. Bis auf die Gasolgewinnung ist bzw. bleibt die getrennte Produktionsmessung von D- und N-Synthese erhalten.

Dir. Hr. Prof. Martin
" Hr. Dr. Schuff
" Hr. Dr. Feisst
" Hr. Neweling

K. Schuff

001121

Hintereinanderschaltung von MD- und ND-Synthese
bei einer Grundlage von 60 000 m³ W.-Gas.

Die MD-Synthese wird 2-stufig mit einem CO:H₂ Verhältnis von 1:1,5 gefahren, anschliessend die ND-Synthese 1-stufig mit CO:H₂ = 1:2 (s.a.beigefügtes Schema).

Entsprechend der Kapazität der Gasverdichter und mit Rücksicht auf die Belastbarkeit der Drucköfen, der Druckkondensation und der AK-Anlage II werden in der MD-Synthese 3 000 m³ W.Gas einschliesslich des Konvertgases eingesetzt. Die restlichen 10 000 m³ W.Gas. werden im Gemisch mit dem Endgas der Drucksynthese in der ND-Synthese verarbeitet.

Die Ofenbelastungen sind hierbei:

MD-Synthese:

36 Öfen - 1.Stufe - 1280 m³/h - 33 % CO 50 % H₂
24 Öfen - 2.Stufe - 1200 " - 25,5% " 38 % "

ND-Synthese:

45 Öfen - 720 m³/h - 18 % CO 35,5 % H₂

Der gesamte Einsatz beträgt an:

CO 17310 m³

H₂ 34300 m³

davon eingesetzt in der MD-Synthese 1. u. 2. Stufe:

CO 15410 m³

H₂ 26810 m³

und umgesetzt:

CO 11530 m³

H₂ 22860 m³

d.h. mit einem Umsetzungsgrad von:

beim CO 75 %

 H₂ 85 %

In der ND-Synthese werden eingesetzt:

CO 5780 m³

H₂ 11340 m³

001122

davon umgesetzt:

CO 4330 m³

H₂ 8440 m³

d.h. mit einem Umsetzungsgrad von:

beim CO 75 %

H₂ 75 %.

Im Restgas nach der ND-Synthese verbleiben:

CO 1940 m³

H₂ 2900 m³.

Auf den Gesamteinsatz bezogen ergibt dies einen Umsetzungsgrad für

CO 89 %

H₂ 91 %.

Mit der gegenwärtigen Fahrweise verglichen, ergibt sich folgendes

Bild, wobei jetzt in der MD-Synthese

38 000 m³ Synthesegas mit 28,6 % CO und 51,6 % H₂

und in der ND-Synthese

28 000 m³ Synthesegas mit 26,4 % CO und 52,8 % H₂

eingesetzt sind:

	CO-Einsatz	CO-Umsatz
Fall 1: D-Sy.	15410 m ³	11530 m ³
Fall 2: " (jetzt)	10000 m ³	8600 m ³
Fall 1: ND-Sy.	5780 m³	4330 m³
Fall 2: " (jetzt)	7400 m ³	6580 m ³

Der analytische Einsatz und Umsatz ist aus dem Folgenden zu
ersehen:

Analyse des eingesetzten Wassergases

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
6,8	37,8	47,9	0,3	7,1

Konvertgas: 27,3 5,0 62,0 0,2 5,5

Gaseinsatz hierbei: (s.a. beigefügtes Schema)

39 000 m³ Wassergas

und 7 000 m³ Konvertgas

ergibt 46 000 m³ Sy-Gas

mit folgender Analyse:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
9,9	33,0	50,0	0,3	6,8

Die 7000 m³ Konvertgas sind entstanden aus = 5400 m³ W.Gas

d.h. W.-Gas Einsatz für die 1. Stufe

$$39\ 000 + 5\ 400 = 44\ 400\ m^3\ W.Gas$$

Kontraktion der 1. Stufe 50 %

CO-Umsatz 51 %

CO₂-Bildung = 0 angenommen

CH₄-Bildung = 10,4 %

Endgas 1. Stufe 23 000 m³ mit

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
19,8	31,0	31,5	4,1	13,6

Das CO:H₂ Verhältnis wird wieder auf 1 : 1,5 gebracht und zwar mit Konvertgas

Erforderlich:

$$6200\ m^3\ Konvertgas = 4800\ m^3\ Wassergas$$

Gesamt-W.Gas-Einsatz:

$$44\ 400 + 4\ 800 = 49\ 200\ m^3\ Wassergas$$

Hiernach Analyse des Sy-Gas 2

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
21,5	25,5	38,0	3,2	11,8

Gas-Einsatz 2. Stufe:

$$23\ 000\ m^3 + 6\ 200 = 29\ 200\ m^3\ Sy-Gas\ 2.$$

Kontraktion 2. Stufe 35 %

CO-Umsatz " 36 %

CO₂-Bildung " 0 %

CH₄-Bildung " 10 %

Endgas 2. Stufe:

19 000 m³ mit

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
33,0	20,4	20,8	7,0	18,2

Das CO:H₂ Verhältnis wird mit Konvertgas auf 1 : 2 gebracht, erforderlich:

$$7200\ m^3\ Konvertgas = 5500\ m^3\ Wassergas.$$

ergibt: 26 400 m³ Synthesegas

mit folgender Analyse:

CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
31,3	16,2	3,2	6,0	14,8

Gesamt-Wassergas-Einsatz bisher:

$$49\ 200 + 5\ 500 = \underline{54\ 700\ m^3\ Wassergas.}$$

Bei einem Einsatz-Soll von $60\ 000\ m^3$ W.Gas bleiben

$$\underline{5\ 300\ m^3\ Wassergas}$$

diese ergeben:

$$\underline{5\ 800\ m^3\ Synthesegas}$$

mit folgender Analyse:

<u>CO₂</u>	<u>CO</u>	<u>H₂</u>	<u>CH₄</u>	<u>N₂</u>
13,2	26,6	52,3	9,4	7,5

mit oben genannten $26\ 400\ m^3$ Synthesegas mit $CO:H_2 = 1:2$ gemischt ergibt

$$\underline{32\ 200\ m^3\ Synthesegas}$$

mit folgender Analyse:

<u>CO₂</u>	<u>CO</u>	<u>H₂</u>	<u>CH₄</u>	<u>N₂</u>
28,3	18,0	35,3	5,0	13,4

Mit diesem Gas wird in der NS ein Einstufen-Betrieb durchgeführt
 Hier ergibt sich

$$\underline{32\ 200\ m^3\ Synthesegas}$$

bei einer Kontraktion von 33 % eine Endgasanalyse von

<u>CO₂</u>	<u>CO</u>	<u>H₂</u>	<u>CH₄</u>	<u>N₂</u>
46,0	7,5	15,0	11,5	20,0

Endgasmenge:

$$\underline{\underline{32\ 000 - 10\ 600 = 21\ 400\ m^3\ Endgas.}}$$

In vorstehenden Betrachtungen ist zunächst eine Auswaschung der Kohlensäure aus dem Konvertgas nicht vorgesehen. Gegebenenfalls kommt das Konvertgas, das der Stufe 1 u. 2 D-Sy. zugesetzt wird, für die CO₂-Wäsche in Frage. Das Waschen des Konvertgases für die Niederdruckstufe scheidet aus, da die 3 Kompressoren mit $\sim 52000\ m^3$ praktisch an der Leistungsgrenze sind.

Zur Beurteilung, ob die neue oder alte Fahrweise günstiger bzgl. Aufarbeitung und Produktion ist, ist folgendes zu sagen. Gaseinsatz und Ofenkapazität ist dieselbe: In Fall 1 wird eine bedeutend größere Menge CO (s. Aufstellung) in der Druckanlage unter günstigeren Bedingungen ($CO:H_2=1:1,5$) ein- u. umgesetzt. Die ND-Stufe mit $720\ m^3/h$ Ofen ist immer ein sicherer Auffang für Umsetzungsschwankungen von seiten der Druckanlage.

001125

Anlage I

Hintereinanderschaltung der D- u. N.Sy.

bei 60000 m³ W.G. Einsatz.



