

2744-30/505-49

9. Oktober 1941.

Berechnung der Konvertgasmenge, die nötig ist, um das Verhältnis von CO : H<sub>2</sub> in der II. Stufe auf etwa 1 : 1,95 zu bringen.

Zugrunde gelegt wurden die Durchschnittsanalysen des Monats September 1941 und zwar waren die Zusammensetzungen folgende:

	<u>% CO<sub>2</sub></u>	<u>% CO</u>	<u>% H<sub>2</sub></u>	<u>% N<sub>2</sub></u>	<u>CO:H<sub>2</sub></u>
Sy-Gas v.d. Feinreinigung	7,8	28,3	55,2	7,8	1 : 1,76
Sy-Gas n.d. Grobreinigung	5,4	31,9	54,0	7,9	
Konvertgas	21,4	9,6	61,3	6,6	
Sy-Gas II	22,3	17,2	29,4	-	1 : 1,71

Die Gasmengen beliefen sich auf:

Sy-Gas nach der Grobreinigung (einschl. Luft)	64 600 m <sup>3</sup> /h
Sy-Gas vor der Feinreinigung	66 700 m <sup>3</sup> /h
Gas zur Konvertierung	10 400 m <sup>3</sup> /h
Konvertgas	12 500 m <sup>3</sup> /h
Konvertierungsexpansion	2 100 m <sup>3</sup> /h (ca. 20%)

Aus CO berechnet:  $\frac{31,9}{11,5} \% \text{ CO}$   
 (= 9,6 x 120)  
20,4 % Expansion

Aus H<sub>2</sub> berechnet:  $\frac{73,6}{54,0} \% \text{ H}_2$   
19,6 %

Das "Gas nach der Grobreinigung" ohne Konvertgas beträgt 54 200 m<sup>3</sup>, das Konvertgas 12 500 m<sup>3</sup>, sodass die Einzelmengen folgende sind:

	<u>CO</u>	<u>H<sub>2</sub></u>	<u>CO<sub>2</sub></u>	<u>N<sub>2</sub></u>
Gas n.d. Grobreinigung 54 200 m <sup>3</sup>	17 300	29 300	2 930	4 280
Konvertgas 12 500 m <sup>3</sup>	<u>1 200</u>	<u>7 660</u>	<u>2 675</u>	<u>825</u>
in 66 700 m <sup>3</sup>	18 500	36 960	5 605	5 105
	27,8%	55,4 %	8,4 %	7,7 % CO:H <sub>2</sub> = 1:1,99

mit 83,2 % Nutzgas.

Die Übereinstimmung vorstehender Gaszusammensetzung mit der tatsächlichen Analyse des Sy-Gases vor Feinreinigung (s. oben) beweist, dass die angenommenen Mengenverhältnisse von Konvertgas und übrigem Gas nach Grobreinigung zutreffen.

### Berechnung der I. Stufe.

Fall 1. Bei Abzweigung von 3 000 m<sup>3</sup> Konvertgas/h können in der I. Stufe noch 9 500 m<sup>3</sup> zugesetzt werden.

Entsprechend der Verwendung von 54 200 m<sup>3</sup> "Sy-Gas nach der Grobreinigung" und 9 500 m<sup>3</sup> Konvertgas errechnen sich nach den Durchschnittsanalysen von September folgende Mengen:

	<u>m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub></u>	<u>m<sup>3</sup> CO</u>	<u>m<sup>3</sup> H<sub>2</sub></u>	<u>m<sup>3</sup> N<sub>2</sub></u>
Sy-Gas (54 200 m <sup>3</sup> )	2 930	17 300	29 300	4 280
Konvertgas (9 500 m <sup>3</sup> )	2 030	912	5 820	627
	<u>4 960</u>	<u>18 212</u>	<u>35 120</u>	<u>4 907</u>

In 63 700 m<sup>3</sup> sind also 7,8 % CO<sub>2</sub>, 28,6 % CO, 55,2 % H<sub>2</sub> und 7,7 % N<sub>2</sub> mit einem CO:H<sub>2</sub> - Verhältnis von 1:1,93 mit 83,8 % Nutzgas.

Fall 2: Bei einer Abnahme von 2 500 m<sup>3</sup> Konvertgas/h für die 2. Stufe, kann die 1. Stufe 10 000 m<sup>3</sup> Konvertgas/h erhalten. Daraus ergeben sich die folgenden Gasmengen:

	<u>m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub></u>	<u>m<sup>3</sup> CO</u>	<u>m<sup>3</sup> H<sub>2</sub></u>	<u>m<sup>3</sup> N<sub>2</sub></u>
Sy-Gas 54 200 m <sup>3</sup> :	2 930	17 300	29 300	4 280
Konvertgas(10 000 m <sup>3</sup> ):	2 140	960	6 130	660
Sa. 64 200 m <sup>3</sup> :	5 070	28 260	35 430	4 940
	7,9 %	28,4 %	55,2 %	7,7 % mit

einem CO : H<sub>2</sub>-Verhältnis von 1 : 1,94 und 83,6 % Nutzgas.

### Berechnung der II. Stufe.

Die Kontraktion der I. Stufe war im September 58,3 %.

Dem entspricht für Fall 1 eine noch vorhandene Gasmenge von 26 600 m<sup>3</sup>/h und für Fall 2 noch 26 750 m<sup>3</sup>/h. Das CO:H<sub>2</sub>-Verhältnis im Sy-Gas II wurde nicht, wie der Monats-Ø ergab, mit 17,2 : 29,4 % = 1 : 1,71 angenommen, sondern ein H<sub>2</sub> -Wert von 28,4 %, sodass sich ein CO : H<sub>2</sub>-Verhältnis von 1 : 1,65 ergibt.

Fall 1:

	<u>m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub></u>	<u>m<sup>3</sup> CO</u>	<u>m<sup>3</sup> H<sub>2</sub></u>		
26 600 m <sup>3</sup> Sy-Gas II:	5 930	4 575	7 550		
+ 3 000 m <sup>3</sup> Konvertgas:	<u>642</u>	<u>288</u>	<u>1 850</u>		
in 29 600 m <sup>3</sup> :	6 572	4 863	9 400	<u>CO:H<sub>2</sub></u>	<u>Nutzgas</u>
	22,2 %	16,4 %	31,8 %	1:1,93	48,2 %

Fall 2:

	<u>m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub></u>	<u>m<sup>3</sup> CO</u>	<u>m<sup>3</sup> H<sub>2</sub></u>		
26 750 m <sup>3</sup> Sy-Gas II	5 960	4 600	7 590		
+ 2 500 m <sup>3</sup> Konvertgas	<u>535</u>	<u>240</u>	<u>1 534</u>		
In 29 250 m <sup>3</sup> :	5 495	4 840	9 124	<u>CO:H<sub>2</sub></u>	<u>Nutzgas</u>
	18,5 %	16,3 %	31,2 %	1:1,89	47,5 %

Zusammenfassung:

Wird bei der I. Stufe 3 000 m<sup>3</sup> Konvertgas für die II. Stufe abgezweigt, ergibt sich ein CO:H<sub>2</sub>-Verhältnis für die I. Stufe von 1 : 1,93, für die II. Stufe von 1 : 1,93.

Bei der Abzweigung von 2 500 m<sup>3</sup> Konvertgas für die II. Stufe, ergibt sich das Verhältnis von CO:H<sub>2</sub> für die I. Stufe von 1 : 1,94 für die II. " " 1 : 1,89.

*Grüne*

## Nachtrag.

### Berechnung der Ausbeute bei Zusatz von H<sub>2</sub> zur II. Stufe.

Nach der vorher zugrunde gelegten Berechnung für die I. und II. Stufe sind die Ausbeuten folgende:

Annahme: (Werte durch Kondensationsanalyse ermittelt):

Produktion in der I. Stufe	134,0 g bei einem CO:H <sub>2</sub> -Verhältnis von 1:1,96
" " " II. "	117,0 g bei einem CO:H <sub>2</sub> -Verhältnis von 1:1,71
" " " II. "	134,0 g bei einem CO:H <sub>2</sub> -Verhältnis von 1:1,93

Unter Beibehaltung des bisherigen Zustandes (66 700 m<sup>3</sup> Sy-Gas I/h mit 83,5 % Nutzasgas) ergibt sich für die I. Stufe:

$$55\ 694\ \text{m}^3\ \text{Nutzgas} \times 134\ \text{g/m}^3 = \underline{7\ 463\ \text{kg/h}}$$

Bei einer Kontraktion von 58,3 % in der ersten Stufe beläuft sich die Sy-Gasmenge II auf 27 814 m<sup>3</sup>/h mit 12 961 m<sup>3</sup> Nutzasgas/h (46,6 % Nutzasgas in Sy-Gas II) und bildet:

$$12\ 961 \times 117\ \text{g/m}^3 = \underline{1\ 516\ \text{kg/h}}$$

sodass die Gesamtproduktion 8 979 kg/h ist. Dem entspricht 161,2 g/m<sup>3</sup> Nutzasgas und 215,8 t/Tag.

#### Berechnete Produktion für Fall 1.

I. Stufe: 66 700 m<sup>3</sup> Sy-Gas I - 3 000 m<sup>3</sup> für die H<sub>2</sub>-Erzeugung,  
= 63 700 m<sup>3</sup> Sy-Gas/h (mit 83,8 % Nutzasgas)  
entspricht 53 381 m<sup>3</sup> Nutzasgas/h

$$53\ 381 \times 134\ \text{g/m}^3 = \underline{7\ 153\ \text{kg/h}}$$

II. Stufe: (58,3 % Kontraktion in der I. Stufe)

29 600 m<sup>3</sup> Sy-Gas II = 14 263 m<sup>3</sup> Nutzasgas/h

$$14\ 263 \times 134\ \text{g/m}^3 = \underline{1\ 912\ \text{kg/h}}$$

Insgesamt werden also 9 065 kg/h erzeugt, sodass 163,7 g/m<sup>3</sup> und 217,6 t/Tag gebildet werden.

## Ausbeuten bei Betrieb der Wasserstoff-Anlage.

### Fall 1:

Sy-Gas I: Bei Abzweigung von  $2\ 500\ \text{m}^3/\text{h}$  Sy-Gas vor der Feinreinigung für die Wasserstoffanlage, werden  $1\ 200\ \text{m}^3\ \text{H}_2/\text{h}$  erzeugt. Folglich sind nur  $64\ 200\ \text{m}^3$  Sy-Gas I für die I. Stufe vorhanden:

$64\ 200\ \text{m}^3$  Sy-Gas I =  $53\ 607\ \text{m}^3$  Nutzgase/h und  
ergibt  $7\ 183\ \text{kg}$  Flüssigprodukte + Gasel/h.

Sy-Gas II: Aus  $64\ 200\ \text{m}^3$  Sy-Gas I bleiben für die II. Stufe noch  $26\ 750\ \text{m}^3$  Erdgas I mit  $4\ 600\ \text{m}^3\ \text{CO}$  und  $7\ 864\ \text{m}^3\ \text{H}_2/\text{h}$ . Es wird  $1\ 700\ \text{m}^3\ \text{H}_2/\text{h}$  zugesetzt, sodass die Nutzgascmenge  $13\ 664\ \text{m}^3/\text{h}$  und das  $\text{CO} : \text{H}_2$ -Verhältnis  $1 : 1,96$  ist.

$$13\ 664 \times 134\ \text{g}/\text{m}^3 = 1\ 831\ \text{kg}/\text{h}$$

Es bildet sich insgesamt  $9\ 014\ \text{kg}/\text{h}$  entspr.  $161,8\ \text{g}/\text{m}^3$  und  $216,3\ \text{t}/\text{Tag}$ .

Zusammenfassung: Aus den berechneten Beispielen geht hervor, dass bei Inbetriebnahme der Wasserstoff-Anlage und daher Fortfall von  $2\ 500\ \text{m}^3$  Sy-Gas/h für die I. Stufe die Produktion in keiner Weise anflückt. So zeigt sich ferner, dass bei Abzweigung von  $3000\ \text{m}^3$  Konvertgas/h ein Produktionsanstieg von ca.  $1,5\ \text{t}/\text{Tag}$  zu verzeichnen ist.

Die vorher durchgeführte Rechnung ist nochmals ausgeführt worden und zwar mit folgenden Ausbeuten:

I. Stufe	128,0 g	bei einem CO:H <sub>2</sub> -Verh. von	1 : 1,96
II. "	112,0 g	" " " " "	1 : 1,71
III. "	128,0 g	" " " " "	1 : 1,93

Daraus ergibt sich unter Beibehaltung des bisherigen Zustandes für die I. Stufe:

$$53\ 694\ \text{m}^3\ \text{Rutzgas} \times 128\ \text{g/m}^3 = \underline{6\ 862\ \text{kg/h}}$$

Für die zweite Stufe unter den oben angegebenen Bedingungen:

$$12\ 961\ \text{m}^3 \times 112\ \text{g/m}^3 = \underline{1\ 452\ \text{kg/h}}$$

Insgesamt sind also 8 314 kg/h produziert worden, entspr. 154,0 g/m<sup>3</sup> Rutzgas und 205,9 t/Tag.

Berechnete Produktion für Fall 1.

I. Stufe:

$$53\ 381 \times 128\ \text{g/m}^3 = \underline{6\ 833\ \text{kg/h}}$$

II. Stufe:

$$14\ 265 \times 112\ \text{g/m}^3 = \underline{1\ 606\ \text{kg/h}}$$

$$\text{Gesamtproduktion} = \underline{8\ 439\ \text{kg/h}}$$

entspr. 162,2 g/m<sup>3</sup> und 207,8 t/Tag.

Bei Betrieb der Wasserstoffanlage

ergibt sich für Fall 1 folgendes:

Sy-Gas I:

$$53\ 607 \times 128\ \text{g/m}^3 = \underline{6\ 862\ \text{kg/h}}$$

Sy-Gas II:

$$13\ 654 \times 128\ \text{g/m}^3 = \underline{1\ 749\ \text{kg/h}}$$

$$\text{Gesamtproduktion} = \underline{8\ 611\ \text{kg/h}}$$

entspr. 154,6 g/m<sup>3</sup> und 206,7 t/Tag.