

3441 - 30/5.01-127

ABSCHRIFT!

000550

Oberh.-Holten, den 28.3.1940.
KOM Abtg. DVA Pf/Schh.

Beispiel zur Auswertung einer Restgasanalyse bei der Drucksynthese

(1. Stufe)

Analysen:

	Sygas		Restgas nach A.-Kohle	
CO ₂	14,2	Vol.-%	35,8	Vol.-%
CO	28,1	"	18,0	"
H ₂	54,2	"	31,4	"
CH ₄	0,5	"	7,4	"
N ₂	2,9	"	7,1	"
C-Z.	-	"	1,12	"
H ₂ : CO = 1,93			1,74	

1.) Die Kontraktion lässt sich aus der Anreicherung der CO₂ und N₂-Gehalte im Restgas, sowie aus den Werten der Gasmengenmessung errechnen:

a.) Kontraktion nach CO₂ :

Unter der Voraussetzung, dass die in den Ofen eingeführte CO₂ Menge diesen wieder unverändert verlässt, d.h. dass keine CO₂ Bildung eintritt, ergibt sich für 100 cm³ Sygas mit 14,2 cm³ CO₂ bei einer Anreicherung dieser auf 35,8 Vol.%, ein Restgasvolumen von :

$$\frac{14,2}{35,8} \cdot 100 = 39,6 \text{ cm}^3$$

Die Kontraktion beträgt somit $100 - 39,6 = 60,4\%$

b.) Die Kontraktion nach N₂ :

Diese lässt sich ebenso errechnen:

$$100 - \frac{(2,9)}{7,1} \cdot 100 = 59,2\%$$

7,1

c.) Kontraktion nach Menge:

Wurden z.B. 2000 cm³ Sygas und 620 cm³ Restgas gemessen, so würde
ergibt sich hieraus eine Kontraktion von:

$$\frac{(2000 - 620)}{2000} \cdot 100 = 59,0\%$$

oder $\frac{(820)}{2000} \cdot 100 = 59,0\%$

Da auch bei den Kobalt-Kontakten stets mit einer CO₂-Bildung zu rechnen ist, empfiehlt sich, bei der Auswertung nur die N₂- und Mengen-Kontraktion zu verwenden.

- 2.) Der CO-Umsatz gibt an, wieviel % des eingesetzten bzw. nutzbaren CO umgesetzt wurden. Die in 100 cm³ Restgas enthaltene CO-Menge von 18,0 cm³ ergibt bei einer mittelbaren mittleren Kontraktion (aus N₂ und Menge berechnet) von 59,1% auf das Sygas bezogen, ein Volumen von:

$$(100 - 59,1) \cdot \frac{18}{100} = 7,4 \text{ cm}^3 \text{ CO}/100 \text{ cm}^3 \text{ Sygas}$$

Somit wurden von 28,6 cm³ im Sygas eingesetzten CO

$$28,6 - 7,4 = 20,7 \text{ cm}^3$$

$$= \frac{20,7}{28,6} \cdot 100 = 73,7\% \text{ CO umgesetzt}$$

Das Volumen des in 100 cm³ Sygas vorhandenen nutzbaren CO beträgt

$$\frac{54,2}{2} = 27,1 \text{ cm}^3; \text{ der hierauf bezogene CO-Umsatz}$$

demnach: $\frac{(28,6 - 7,4)}{27,1} \cdot 100 = 76,4\%$

- 3.) Die CO-Verflüssigung gibt die verflüssigte Menge des eingesetzten bzw. nutzbaren CO an. Es werden also die bei der Synthese entstehenden gasförmigen Produkte (gasförmige K.W. sowie CO₂) vom CO-Umsatz in Abzug gebracht.

Die Menge der entstehenden gasförmigen K.W. errechnet sich unter Berücksichtigung der C-Zahl und der Annahme, dass die C_mH_n -K.W. hauptsächlich aus C_3 -K.W. bestehen, wie folgt

$$7,4 \cdot 1,12 = 0,3$$

$$0,2 \cdot 3 = \frac{0,6}{8,9} \text{ cm}^3 / 100 \text{ cm}^3 \text{ R.G.}$$

bzw. auf 100 cm^3 Sygas ergeben sich

$$\frac{8,9}{100} \cdot (100 - 59,1) = 3,6 \text{ cm}^3$$

Abziehen ist das CH_4 aus Sygas $\frac{0,5}{3,1} \text{ cm}^3$
im Sygas bereits enthaltene Methan

Das entstandene CO_2 ergibt sich:

$$\frac{35,8}{100} \cdot (100 - 59,1) = 14,7$$

- CO_2 aus Sygas	<u>14,2</u>
CO_2 Bildung	0,5

Vom umgesetzten CO wurden somit

3,1 cm^3	(CH_4 + Bildung)
+ 0,5 "	(CO_2 ")
= 3,6 cm^3	nicht verflüssigt

Die Verflüssigung beträgt dann :

$$20,7 - \frac{3,6}{17,1} \text{ cm}^3 \text{ CO}$$

oder $\frac{17,1}{28,1} \cdot 100 = 60,8\%$ des eingesetzten CO

oder $\frac{17,1}{27,1} \cdot 100 = 63,1\%$ des nutzbaren CO

4.) Der CO Verflüssigungsgrad zeigt die Verflüssigung des ungesetzten CO an. In obigen Falle werden von $20,7 \text{ cm}^3$ unges. CO $17,1 \text{ cm}^3$ CO $\frac{17,1}{20,7} \cdot 100 = 82,6\%$ verflüssigt.

Aus den restlichen $17,3\%$ des ungesetzten CO wurden gasförmige Produkte gebildet und zwar

$$\text{CO}_2 : \quad \frac{0,5}{20,7} \cdot 100 = 2,4\%$$

$$\text{CH}_4 : \quad \frac{3,1}{20,7} \cdot 100 = \frac{14,9\%}{17,3\%}$$

5.) Praktische CO Verflüssigung.

Die praktische Ausbeute an fl. Produkten soll in diesem Beispiel $10,3 \text{ g/Nm}^3$ Sygas betragen. Bei Annahme eines mittleren Molekulargewichtes des Produktes von $14,14$ errechnet sich eine praktische CO-Verflüssigung von

$$\frac{22,4 \cdot 10,3}{14,14 \cdot 27,1} = 60,2\% \text{ des nutzbaren CO}$$

$$\text{oder } \frac{22,4 \cdot 10,3}{14,14 \cdot 28,1} = 58,0\% \text{ des eingesetzten CO}$$

Der praktische CO-Verflüssigungsgrad beträgt dann :

$$\frac{60,2}{76,4} = 78,7\%$$

Die Differenz zwischen dem analytischen und praktischen Verflüssigungsgrad gibt den CO-Verlustgrad an. (In diesem Verlust stecken zu einem Teil das durch die Restgasanalyse nicht vollständig erfasste Gasol und die wasserlöslichen Produkte.):

$$82,6 - 78,7 = 3,9\% \text{ Verlust an ungesetztem Kohlenoxyd.}$$

6.) Verbrauchsverhältnis = H₂ : CO

	CO	H ₂
Sygas	28,1	54,2
Restgas bez. a. Syg.	<u>7,4</u>	<u>12,9</u>
	20,7	41,3

$$\text{H}_2 : \text{CO} = 200$$

000554

7.) Der H₂ - Umsatz ergibt sich aus :

H ₂ i. Syg.	54,2 cm ³
H ₂ i. R.G.	12,9 "
insgesamt angesetzt :	$\frac{41,3 \text{ cm}^3}{54,2} = \frac{41,3 \cdot 100}{54,2} = 76,4$

8.) Entsprechend der CO-Verflüssigung lässt sich die H₂-Verflüssigung errechnen. Hierbei ist der Wasser sowie CH₄ + - Kohlenwasserstoffe-bildende H₂ vom umgesetzten H₂ abzuziehen:

a.) Die für CH₄ + K.W. verbrauchte H₂ Menge ergibt sich aus dem Methan und C_mH_n-Wert der Restgasanalyse;

7,4 cm³ CH₄ = 3,0 cm³ bez. auf Sygas. Davon sind, entsprechend der C-Zahl : 3,0 · 0,12 = 0,4 cm³ C₂H₆
und : 3,0 · 0,4 = 2,6 cm³ CH₄.

Da im Sygas 0,5% CH₄ gefunden wurden, sind
2,6 - 0,5 = 2,1 cm³ CH₄ neugebildet.

Die 0,2 cm³ C_mH_n K.W. ergeben auf Syg. bez. 0,1 cm³

Es entsprechen dann :

2,1 cm ³ CH ₄	:	4,2 cm ³ H ₂
0,4 " C ₂ H ₆	:	1,2 "
0,1 " C ₃ H ₆	:	0,3 "
insgesamt	:	5,7 cm ³ H ₂

b.) Der für die Wasserbildung verbrauchte H₂ ergibt sich aus dem umgesetzten CO und der gebildeten CO₂, folgendermassen :

Die CO₂-Bildung beträgt 0,5 cm³ und entspricht 0,5 · 2 = 1,0 cm³ Kohlenoxydsauerstoff

20,7 - 1,0 = 19,7 cm³ zu Wasser umgesetzt.

Dieser Sauerstoffmenge entsprechen ebensoviele cm³ H₂

Insgesamt werden dann also

$$\begin{aligned}
 & 5,7 \\
 & + 19,7 \\
 & = 25,4 \text{ cm}^3 \text{ H}_2 \text{ nicht zu K.W. verflüssigt und sind vom} \\
 & \text{ umges. H}_2 \text{ entsprechend abzuziehen.}
 \end{aligned}$$

10000

41,3

25,4

$$15,9 \text{ cm}^3 \text{ H}_2 \text{ verflüssigt} = \frac{15,9 \cdot 100}{54,2} = 29,4\% \text{ des einges. H}_2$$

9.) Der H₂-Verflüssigungsgrad beträgt damit:

$$\frac{15,9 \cdot 100}{41,3} = 38,4 \%$$

10.) Die Höhe des Umsatzes der gesamten im Syngas enthaltenen aktiven Bestandteile wird durch den CO + H₂-Umsatz ausgedrückt

	CO	H ₂	ges.
Syngas	28,1	54,2	82,3
Restgas	<u>7,4</u>	<u>12,9</u>	
	20,7	41,3	62,0

$$= \frac{62,0}{82,3} \cdot 100 = 75,3 \%$$

11.) Hieraus läßt sich dann weiter die CO + H₂-Verflüssigung errechnen:

$$\begin{aligned} \text{Es werden verflüssigt: } & 17,1 \text{ cm}^3 \text{ CO} \\ & + \quad 15,9 \text{ " } \text{ H}_2 \\ & = \quad 33,0 \text{ cm}^3 \text{ insgesamt.} \end{aligned}$$

$$= \frac{33,0}{82,3} \cdot 100 = 40,1 \% \text{ des einges. CO + H}_2$$

12.) Der CO + H₂-Verflüssigungsgrad beträgt dann:

(33,0 cm³ verflüssigt, 62,0 cm³ umgesetzt)

$$\frac{33,0}{62,0} \cdot 100 = 53,2 \%$$