

3452 - 30/5.01 - 36

Ruhrchemie Aktiengesellschaft
Oberhausen-Holten

Oberh.-Holten, den 15. Sept. 1941

A b s c h r i f t

Oberh.-Holten, den 28.3.1940

RCH Abtg. DVA Pf/Schä

Beispiel zur Auswertung einer Restgasanalyse bei der Drucksynthese

(1. Stufe)

A n a l y s e n :

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

1.) Die Kontraktion lässt sich aus der Anreicherung der CO₂ und H₂-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 für 100 cm³ Sygas mit 14,2 cm³ CO₂ bei einer Anreicherung dieser auf 35,8 Vol.%, ein Restgasvolumen von:

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

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

b.) Die Kontraktion (N_2)

Diese lässt sich ebenso errechnen:

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

c.) Kontraktion nach Menge:

Wurden z.B. 2000 cm³ Sygas und 820 cm³ Restgas gemessen, so ergibt sich hieraus eine Kontraktion von:

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

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

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 mittleren Kontraktion (aus N₂ und Menge berechnet) von 59,1 % auf das Sygas bezogen, ein Volumen von:

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

Somit wurden von 28,6 cm³ im Sygas eingesetzten CO 28,1 - 7,4 = 20,7 cm³.

$$= \frac{20,7}{28,1} \cdot 100 = 73,7 \% \text{ CO umgesetzt}$$

Das Volumen des in 100 cm³ Sygas vorhandenen nutzbaren CO beträgt:

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

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

3.) Die CO-Verflüssigung gibt die verflüssigte Menge des eingesetzten bzw. nutzbaren CO an. Es werden also bei der Synthese entstehenden gasförmigen Produkte (gasförmige H.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 $C_m H_n$ -K.W. hauptsächlich aus C_3 -K.W. bestehen wie folgt

$$7,4 \cdot 1,12 = 8,3$$

$$0,2 \cdot 3 = 0,6$$

$$8,9 \text{ cm}^3 / 100 \text{ cm}^3 \text{ R.G.}$$

bézw. auf 100 cm³ 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	14,2
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
- 3,6
17,1 cm ³ 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 umgesetzten CO an. Im obigen Falle werden von
 $20,7 \text{ cm}^3$ umges. CO $17,1 \text{ cm}^3$ CO $\frac{17,1}{20,7} \cdot 100 = 82,6\%$ verflüssigt

Aus den restlichen 17,3 % des umgesetzten 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 103 g/Nm Sygas betragen. Bei Annahme eines mittleren Molikulargewichtes des Produktes von 14,14 errechnet sich eine praktische CO-Verflüssigung von

$$\frac{22,4 \cdot 103 \cdot 100}{14,14 \cdot 27,1} = 60,2 \%$$
 des nutzbaren CO

$$\text{oder } \frac{22,4 \cdot 103 \cdot 100}{14,14 \cdot 28,1} = 58,0 \%$$
 des eingesetzten CO

Der praktische CO-Verflüssigungsgrad beträgt dann:

$$\frac{60,2 \cdot 100}{76,4} = 78,7 \%$$

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.):

$$82,6 - 78,7 = 3,9 \%$$
 Verlust an umgesetztem Kohlenoxyd.

6.) Verbrauchsverhältnis = H₂ : CO

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

7.) Der H_2 -Umsatz ergibt sich aus:

$$\begin{array}{r} H_2 \text{ i. Syg.} \quad \quad \quad 54,2 \text{ cm}^3 \\ H_2 \text{ i. R.W.} \quad \quad \quad 12,9 \text{ "} \\ \hline \text{insgesamt umgesetzt: } 41,3 \text{ cm}^3 = \frac{41,3}{54,2} \cdot 100 = 76,4 \end{array}$$

8.) Entsprechend der CO -Verflüssigung lässt sich die H_2 -Verflüssigung errechnen. Hierbei ist der Wasser sowie CH_4 + - Kohlenwasserstoffe-bildende H_2 vom umgesetzten H_2 abzuziehen:

a.) Die für CH_4 + K.W. verbrauchte H_2 Menge ergibt sich aus dem Methan und C_mH_n -Wert der Restgasanalyse:

$$\begin{array}{l} 7,4 \text{ cm}^3 CH_4 = 3,0 \text{ cm}^3 \text{ bez. auf Sygas. Davon sind, entsprechend der C-Zahl:} \\ 3,0 \cdot 0,12 = 0,4 \text{ cm}^3 C_2H_6 \\ \text{und} \quad \quad \quad : 3,0 + 0,4 = 2,6 \text{ cm}^3 CH_4 \end{array}$$

Da im Sygas 0,5 % CH_4 gefunden wurden, sind
 $2,6 - 0,5 = 2,1 \text{ cm}^3 CH_4$ neugebildet.

Die $0,2 \text{ cm}^3 C_mH_n$ K.W. ergeben auf Syg. bez. $0,1 \text{ cm}^3$

Es entsprechen dann:

$$\begin{array}{r} 2,1 \text{ cm}^3 CH_4 \quad : \quad 4,2 \text{ cm}^3 H_2 \\ 0,4 \text{ " } C_2H_6 \quad : \quad 1,2 \text{ " } \\ 0,1 \text{ " } C_3H_6 \quad : \quad 0,3 \text{ " } \\ \hline \text{insgesamt} \quad : \quad 5,7 \text{ cm}^3 H_2 \end{array}$$

b.) Der für die Wasserbildung verbrauchte H_2 ergibt sich aus dem umgesetzten CO und der gebildeten CO_2 , folgendermassen:

$$\text{Die } CO_2\text{-Bildung beträgt } 0,5 \text{ cm}^3 \text{ und entspricht } 0,5 \cdot 2 = 1,0 \text{ cm}^3$$

Kohlenoxydsauerstoff
 $20,7 - 1,0 = 19,7 \text{ cm}^3$ zu Wasser umgesetzt.

Dieser Sauerstoffmenge entsprechen ebensoviele $\text{cm}^3 H_2$.
Insgesamt werden dann also

$$\begin{array}{r} 5,7 \\ +19,7 \\ \hline = 25,4 \text{ cm}^3 H_2 \text{ nicht zu K.W. verflüssigt und sind vom} \\ \text{umges. } H_2 \text{ entsprechend abzuziehen.} \end{array}$$

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 Sygas enthaltenen aktiven Bestandteile wird durch den CO + H₂-Umsatz ausgedrückt

	CO	H ₂	ges.
Sygas	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:

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

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

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

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

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

Ruhrchemie Aktiengesellschaft—
Oberhausen-Holten

Obh.-Holten, den 25.8.43

Abt. DVA. Hr./Pal.

Herrn Dir. v. A s b o t h .

Befr.: Péchiney.

Die Anlage Péchiney auf Eisenkontaktbasis mit den Endprodukten Schmieröl und Autobenzin ist aufgrund unserer Versuche so zu planen, daß

1. paraffinbildender Eisenkontakt wie bei Arezzo eingesetzt werden kann;
2. beide Synthesestufen getrennt im Kreislauf betrieben werden, wobei der Inertengehalt mit dem Ziel eines weitgehenden Umsatzes, durch Zwischenschaltung einer CO₂-Wäsche an geeigneter Stelle, herabgemindert wird;
3. die leichtledenden Benzinkohlenwasserstoffe (Olefine) im Hinblick auf ihre Weiterverarbeitung nicht rückgeführt, sondern vorher aus beiden Stufen durch Wäsche oder AK-Anlage aus dem Rücklaufgas herausgenommen werden.

Ddr.: Mä.
Hg.