

3441-30/5 01-55

Berechnung der theoretischen Ausbeute aus Synthese- und Restgasanalysen.

In folgendem soll eine Berechnungsmethode der Ausbeute aus Synthese- und Restgasanalysen zur Diskussion gestellt werden.

Die Berechnung benutzt die Restgasanalyse nach der Aktivkohle. Das bedeutet, dass Gasolmengen und gegebenenfalls Benzimengen, die durchschlagen, in der Ausbeutezahl nicht erfasst werden. Die berechnete Ausbeute gibt also eine Menge an, die mit der gemessenen Ausbeute übereinstimmen müsste, und zwar die Gesamtausbeute. Eine Trennung nach flüssiger und gasförmiger Ausbeute ist nicht möglich. Die Berechnung selbst wird nach folgenden Gesichtspunkten ausgeführt:

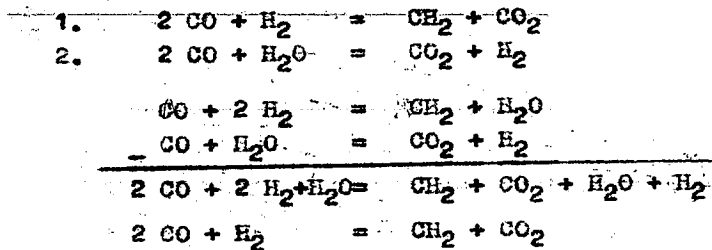
Die Kohlenstoff- und Wasserstoffbilanz muss aufgehen.

Die Umsatzberechnung von CO und H<sub>2</sub> wird getrennt durchgeführt. Von den umgesetzten Mengen werden die einzelnen Reaktionsprodukte, wie CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und Reaktionswasser, abgezogen. Als Rest bleibt eine gewisse Menge CO und H<sub>2</sub>. Diese beiden Mengen müssen in einem bestimmten Verhältnis stehen, das sich aus dem C<sub>8</sub>/H<sub>2</sub>-Verhältnis in den erzeugten Kohlenwasserstoffen ergibt, das z. B. bei der NS nach Angaben Dr. Grinne (s. Aktennotiz Dr. Schuff) 1:1,18 betragen soll. Wird diese Verhältniszahl bei Durchrechnen der Analysen bei der N<sub>2</sub>- oder Mengenkontraktion nicht erreicht, so muss aus dem Ergebnis geschlossen werden, dass entweder die Kontraktion oder die Analysenwerte falsch sind. Es ergibt sich nun bei der Rechnung, dass, wenn man eine Unsicherheit in den Analysenwerten für CO und H<sub>2</sub> vor allem im Restgas annehmen will, die Änderung des Umsatzes nur unwesentlich ist und bei einer Variation dieser Werte um eine wesentliche Grösse, z. B. 1 Punkt im Restgas, das Verhältnis der für die Kohlenwasserstoffe übrigbleibenden C- und H<sub>2</sub>-Mengen sich nur unwesentlich ändert. Erheblich beeinflusst wird aber das Ergebnis durch eine Variation der CO<sub>2</sub>-Bildung. Diese kann dadurch erreicht werden, dass man durch Probieren die Kontraktion so lange ändert bis sich das erforderliche C/H<sub>2</sub>-Verhältnis für die erzeugten Produkte ergibt. Die

andere Möglichkeit ist die, den  $\text{CO}_2$ -Wert der Restgasanalyse bei unveränderter Kontraktion zu erhöhen, bis wiederum das gewünschte Verhältnis erreicht ist.

Die Durchrechnung beider Möglichkeiten ergibt, dass die ermittelten Ausbeuten nur um 3,4 % von einander abweichen, sodass die Entscheidung über die hier vermuteten Fehlerquellen (Kontraktion oder  $\text{CO}_2$ -Wert) verhältnismäßig unwesentlich ist, sofern man überhaupt eine der beiden annehmen will.

Zur Berechnung selbst ist noch zu sagen, dass bei jeder  $\text{CO}_2$ -Bildung angenommen wird, gleichgültig nach welcher Reaktion sie erfolgt, daß für je 1 Mol  $\text{CO}_2$  für 2 Mol umgesetzten CO kein  $\text{H}_2$  zur Reaktionswasserbildung notwendig ist.



Als Beispiel sind nach dieser Methode die theoretischen Ausbeuten für den Monat September für die DS und NS gerechnet.

	$\text{CO}_2$	$\text{C}_n\text{H}_m$	CO	$\text{H}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{N}_2$	G.Z.
theor. Sygas	13,9	-	16,7	52,3	0,4	6,7	1,00
Restgas	48,8	0,3	8,7	8,3	11,4	22,5	1,10
			N <sub>2</sub> -Kontraktion		70,25		
Sygas	13,9	-	26,7	52,3	0,4		
	14,52	0,09	2,59	2,47	3,39		
	+ 0,62	0,09	24,11	49,83			
$\text{CO}_2$ -Bildung			- 0,62	+ 0,62			
			23,49	50,45			
Reaktionswasser				23,49			
				26,96			
$\text{CH}_4 + \text{C}_n\text{H}_m$			- 3,63	- 6,62			
			19,86	20,34			

Verbrauch	CO	H <sub>2</sub>
für CH <sub>4</sub>	3,39 x 1,10 = 3,73	3,39 x 2,10 = 7,12
	<u>- 0,40</u>	<u>- 0,80</u>
	3,33	6,32
für C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	0,09 x 3,3 = 0,30	0,30
	<u>3,63</u>	<u>6,62</u>

Anderung der Kontraktion auf 68,3 %

	13,9	-	26,7	52,3	0,4
	<u>15,46</u>	<u>0,10</u>	<u>2,76</u>	<u>2,63</u>	<u>3,61</u>
	+ 1,56		23,94	49,67	
CO <sub>2</sub> -Bildung			<u>- 1,56</u>	<u>+ 1,56</u>	
			22,38	51,23	
Reaktionswasser				<u>22,38</u>	
				28,85	
CH <sub>4</sub> + C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>			<u>3,88</u>	<u>7,10</u>	
			18,50	21,75	C/H <sub>2</sub> = 1,175

Verbrauch	CO	H <sub>2</sub>
CH <sub>4</sub>	3,97	7,59
	<u>- 0,40</u>	<u>- 0,80</u>
	3,57	6,79
C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	<u>0,31</u>	<u>0,31</u>
	3,88	7,10

Ausbeute	$\frac{18,50 \times 12}{22,4}$	= 99,0 g
	$\frac{21,75 \times 2,016}{22,4}$	= 19,5 g
		118,5 g/Rm <sup>3</sup> Sygas = 150 g/Rm <sup>3</sup> I-Gas

Anderung des CO<sub>2</sub>-Restgaswertes:

	13,9		26,7	52,3	0,4
	<u>52,0</u>	<u>0,3</u>	<u>8,7</u>	<u>8,3</u>	<u>11,4</u>
					Kontr. 70,25 %

	13,9	26,7	52,3	0,4	
	<u>15,48</u>	<u>0,09</u>	<u>2,59</u>	<u>2,47</u>	<u>3,39</u>
	1,58	24,11	49,83		
CO <sub>2</sub> -Bildung		<u>- 1,58</u>	<u>1,58</u>		
		22,53	51,41		
Reaktionswasser			<u>22,53</u>		
			29,88		
CH <sub>4</sub> + C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>		<u>3,62</u>	<u>6,62</u>		
		18,90	22,26		C/H <sub>2</sub> = 1,178

Ansbeute C  $\frac{18,90 \times 12}{22,4} = 101,2 \text{ g}$

H<sub>2</sub>  $\frac{22,26 \times 2,016}{22,4} = 20,0 \text{ g}$   
 $= 121,2 \text{ g/Nm}^3 \text{ Sygas}$   
 $= 153,2 \text{ g/Nm}^3 \text{ I-Gas}$

NS	CO <sub>2</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> -fein	C.Z.
Sygas	14,7	-	26,2	52,2	0,4	6,5	6,38	1,08
Restgas	46,9	0,3	6,8	13,4	12,5	20,1	18,7	1,08
	14,7		26,2	52,2	0,4			
	<u>16,0</u>	<u>0,1</u>	<u>2,32</u>	<u>4,57</u>	<u>4,26</u>			
	1,30		23,88	47,63				
CO <sub>2</sub> -Bildung			<u>- 1,30</u>	<u>+1,30</u>			4,51	8,87
			22,58	48,93			<u>0,40</u>	<u>0,80</u>
Reaktionswasser				<u>22,58</u>			4,21	8,07
				26,35			<u>0,34</u>	<u>0,34</u>
CH <sub>4</sub> + C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>			<u>4,55</u>	<u>-0,41</u>			4,55	8,41
			18,03	17,94				
			C/H <sub>2</sub>	= 1 : 0,99				

*Stahlwerke in Aktien-Gesellschaft*  
*Lehrbuch Kalkulation*

1. Änderung der Kontraktion

Kontraktion = 63,5 %

	14,7	26,2	52,2	0,4	
	<u>17,12</u>	<u>0,11</u>	<u>2,48</u>	<u>4,89</u>	<u>4,56</u>
	2,42	23,72	47,31		Verbrauch
CO <sub>2</sub> -Bildung		<u>2,42</u>	<u>2,42</u>		CO
		21,30	49,73		H <sub>2</sub>
Reaktionswasser			<u>21,30</u>		4,93
			28,43		<u>0,40</u>
CH <sub>4</sub> + CnHm		<u>4,89</u>	<u>9,06</u>		4,53
		16,41	19,37		<u>+ 0,36</u>
					0,36

$C/H_2 = 1 : 1,18$

Anteile: C  $\frac{164,1 \times 12}{22,4} = 87,9 \text{ g}$

H<sub>2</sub>  $\frac{193,7 \times 2,016}{22,4} = 17,3 \text{ g}$   
 105,2 g/Nm<sup>3</sup> Sygas  
 134,2 g/Nm<sup>3</sup> I-Gas

2. Änderung des CO<sub>2</sub>-wertes

	14,7	26,2	52,2	0,4
	<u>50,0</u>	<u>6,8</u>	<u>13,4</u>	<u>12,5</u>
	14,7	26,2	52,2	0,4
	<u>17,05</u>	<u>0,10</u>	<u>2,32</u>	<u>4,87</u>
	2,35	23,88	47,63	
CO <sub>2</sub> -Bildung		<u>2,35</u>	<u>2,35</u>	
		21,53	49,98	
Reaktionswasser			<u>21,53</u>	
			28,45	
CH <sub>4</sub> + CnHm		<u>4,55</u>	<u>8,41</u>	
		16,98	20,04	

$C/H_2 = 1 : 1,18$

Anteile: C  $\frac{169,8 \times 12}{22,4} = 90,9 \text{ g}$

H<sub>2</sub>  $\frac{200,4 \times 2,016}{22,4} = 18,0 \text{ g}$   
 108,9 g/Nm<sup>3</sup> Sygas  
 138,9 g/Nm<sup>3</sup> I-Gas

Setzt man diese berechneten Werte ein, so ergibt sich folgende Produktion:

1. bei Änderung der Kontraktion:

$$\text{DS} \frac{150 \times 23,44 \times 10^6}{10^6} = 3\,517 \text{ t}$$

$$\text{RS} \frac{134,2 \times 13,73 \times 10^6}{10^6} = \frac{1\,843 \text{ t}}{5\,360 \text{ t}}$$

und eine mittlere Ausbeute von  $144,2 \text{ g/Rm}^3$  I-Gas

2. Änderung des  $\text{CO}_2$ -wertes

$$\text{DS} \frac{153,2 \times 23,44 \times 10^6}{10^6} = 3\,590 \text{ t}$$

$$\text{RS} \frac{138,9 \times 13,73 \times 10^6}{10^6} = \frac{1\,968 \text{ t}}{5\,498 \text{ t}}$$

und eine mittlere Ausbeute von  $147,8 \text{ g/Rm}^3$  I-Gas

Die nach der Mengermessung der B.K. ermittelte Ausbeute betrug für den Monat September  $140,1 \text{ g}$ . Sie liegt also  $4 - 8 \text{ g}$  unter der berechneten,

Die gleiche Rechnung wurde für die I. Dekade Oktober durchgeführt.

Syngas	$\text{CO}_2$	$\text{CnHm}$	$\text{CO}$	$\text{H}_2$	$\overline{\text{CH}}_{4+}$	$\text{H}_2$	C.Z.
Restgas	14,4	-	26,1	52,7	0,4	6,40	
	47,9	0,09	3,7	8,5	10,6	23,00	1,10
angenommene Kontraktion 68,2 %							
	14,4	-	26,1	52,7	0,4	Verbrauch	
	15,18	0,09	3,07	2,7	3,36	$\text{CO}$	$\text{H}_2$
	+ 0,78		23,03	50,00		3,70	7,06
$\text{CO}_2$ -Bildung			0,78	0,78		0,40	0,80
			22,25	50,78		3,30	6,26
Reaktionswasser				22,25		0,31	0,31
				28,53		3,61	6,57
$\overline{\text{CH}}_{4+} + \text{CnHm}$			3,61	6,27			
			18,66	21,96			
						$\text{C}/\text{H}_2 = 1,178$	

*Reichbenzin Aktiengesellschaft*  
*Chemisches Institut*

**Ausbeute:**

$$\text{C} \quad \frac{18,64 \times 12}{22,4} = 99,8 \text{ g}$$

$$\text{H}_2 \quad \frac{21,95 \times 2,016}{22,4} = 19,8 \text{ g}$$

119,6 g/Rm<sup>3</sup> Sygas  
 151,8 g/Rm<sup>3</sup> I-Gas

MS	CO <sub>2</sub>	CnHm	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	C. Z.
Sygas	14,5	-	26,3	52,6	0,4	6,18	
Restgas	47,8	0,9	6,8	14,5	11,8	17,70	1,14
				H <sub>2</sub> -fein Kontraktion = 65,1 %			
				berechnet = 64,8 %			

	14,5	26,3	52,6	0,4	Verbrauch	
	16,83	2,39	5,10	4,12	CO	H <sub>2</sub>
+ 2,33		23,91	47,50		4,73	8,89
CO <sub>2</sub> -Bildung		2,38	2,33		0,40	0,80
		21,58	49,83		4,33	8,09
Reaktionswasser			21,58		0,79	0,79
			28,25		5,12	8,88
CH <sub>4</sub> + CnHm		5,12	8,88			
		16,46	19,37			
			0/H <sub>2</sub> = 1,177			

**Ausbeute**

$$\text{C} \quad \frac{164,6 \times 12}{22,4} = 88,2 \text{ g}$$

$$\text{H}_2 \quad \frac{193,7 \times 2,016}{22,4} = 17,4 \text{ g}$$

105,6 g/Rm<sup>3</sup> Sygas  
 133,9 g/Rm<sup>3</sup> I-Gas

<b>Theoretische Produktion:</b>	133,9 × 4 541 700 =	608 t
	151,8 × 8 310 550 =	1 262 t
	12 852 250	1 870 t
<b>gefundenen Produktion:</b>		1 874 t

<b>Mittlere Ausbeute</b>	145,5 g/Rm <sup>3</sup> I-Gas
<b>gefundenen Ausbeute</b>	146,1 g/Rm <sup>3</sup> I-Gas

Die Berechnung nach dieser Methode führt also zu guter Übereinstimmung mit den gemessenen Werten. Nun ist allerdings zu sagen, daß unsere Restgasanalysen heute bei den A.K.-Anlagen nicht ganz der wirklichen Restgaszusammensetzung bei der Synthese entsprechen. Die Kohlensäure und  $\text{CH}_4$  und  $\text{C}_2\text{H}_6$ , die von der A.K. II herausgenommen werden erscheinen über die Rückblasung im Restgas nach A.K.I. Auch die Atmungs-gase aus Turm III gehen zur NS. Beide Gasmengen verschieben die theoretische Ausbeute zu Ungunsten der BS und umgekehrt zu Gunsten der NS. Weiterhin ist die Restgasanalyse nach A.K.I z. Z. durch teilweises Rückblasen des  $\text{C}_2\text{H}_4$ -Gases CPH vor die A.K.I verfeilcht, sodaß auch hierdurch die Ausbeuteberechnung der NS unsicher wird.

Grundsätzlich erscheint mir die Berechnungsart brauchbar zu sein, vor allem, wenn man schnell die Ausbeute ermitteln will ohne die zeitraubenden Tieftemperaturanalysen abwarten zu müssen. Auch die von der Synthese wirklich erzeugte Produktion gegenüber der gewonnenen läßt sich so ermitteln, wenn man eine Endgasprobe über Kühler und Aktiv-Kohle zieht, die sämtliche gebildeten Kohlenwasserstoffe ab  $\text{C}_3$  sicher herausnimmt. Gleichfalls würde sich auf diese Weise die Erzeugung einzelner Öfen oder Stufen schnell ermitteln lassen.

Um die vorgeschlagene Methode exakter zu gestalten, wären noch folgende Bestimmungen erforderlich.

- 1.) Bestimmung des  $\text{C}/\text{H}_2$ -Verhältnisses in der gesamten Produktion (flüssig und gasförmig) von BS und NS.
- 2.) Bestimmung der C-Zahl in den durchschlagenden ungesättigten Kohlenwasserstoffen, die in vorliegender Beispielrechnung mit 3,3 in Anlehnung an die Hoesch-Methode gerechnet wurde. Diese Zahl ist sicher zu hoch. Es wurde bei der NS mit einem Wert von 2,5 für die I. Dekade Oktober gerechnet, da hier das  $\text{C}_n\text{H}_m$  sicher zu einem großen Teil aus Äthylen der Dubbanlage bestand. Große Fehler können hierdurch aber nicht eintreten, da der Einfluß des  $\text{C}_n\text{H}_m$ -Wertes selbst nicht groß auf das Ergebnis ist.

Ddr.: Alberts                      Newoling  
Feist  
Schuff

*Weth*



Druckversuchsanlage.

Beispiel zur Auswertung einer Restgasanalyse:

<u>Sygas:</u>		<u>Restgas nach A.-Kohle:</u>
CO <sub>2</sub>	14,2 Vol %	35,8 Vol %
Cn Hm	0,0	0,2 "
O <sub>2</sub>	0,1	0,1 "
CO	28,1	18,0 "
H <sub>2</sub>	54,2	31,4 "
CH <sub>4</sub>	0,5	7,4 "
N <sub>2</sub>	2,9	7,1 "
C-Z.	--	1,12 "

CO : H<sub>2</sub> = 1,93

Kontraktion: nach CO<sub>2</sub> : 60,4 Vol %  
 " H<sub>2</sub> : 59,2 "  
 Menge : 59,0 "

Nach Kontraktion aus Menge und N<sub>2</sub> im Ø  
59,1 %

Die nachstehende Berechnung geht vom nutzbaren CO = H<sub>2</sub>/2 aus:

CO aus Sygas:	28,1	(27,1 nutzbar CO)
CO aus Restgas:	7,4	(über die Kontr. errechnet)
	20,7	
CO - Umsatz:	$\frac{20,7}{27,1} \cdot 100$	= 76,4 % vom eingesetzten
	27,1	

nutzbaren CO.

Unter der Voraussetzung, dass Cn Hm hauptsächlich aus C<sub>3</sub> H<sub>6</sub> besteht und unter Berücksichtigung der C-Zahl für das HH<sub>4+</sub> abzüglich des durch das Sygas eingebrachte CH<sub>4</sub> errechnet

sich

*Reaktionen. Methanverflüssigung*  
*Verfahren System*

sich	$\text{CO}_2 = 35,8 - 34,7 = 1,1$
	$\text{C}_n \text{H}_m \text{ als } \text{C}_3 \text{H}_6 = 0,6$
	$\text{CO} = 18,0$
	$\text{CH}_{4+} = 8,3$
	$28,0$
	$\text{CH}_4 \text{ aus Sygas} = 1,2$
	$26,8$
	$\text{CO aus Sygas} = 28,1$
	$\text{CO}_2 + \text{C}_n \text{H}_m + \text{CO} + \text{CH}_{4+} \text{ aus Restgas} = -11,0$ (über die Kontr. errechnet)
	$17,1$

CO - Verflüssigung:  $\frac{17,1 \cdot 100}{27,1} = 63,0\%$  vom eingesetzten nutz-  
baren CO.

CO - Verflüssigungsgrad:  $\frac{63,0 \cdot 100}{76,4} = 82,3\%$

(Verflüssigung des ungenutzten nutzbaren CO.)

Vergasung: (CO<sub>2</sub> - Bildung, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> und CH<sub>4+</sub>)

Berechnet auf ungenutztes nutzbare CO ergibt sich über die  
Kontraktion für die CO<sub>2</sub> - Bildung:

$$\frac{1,1 \cdot 40,9}{20,7} = 2,17\%$$

für die (CH<sub>4+</sub> + C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>) - Bildung:

$$\begin{array}{r} \text{C}_n \text{H}_m \text{ als } \text{C}_3 \text{H}_6 = 0,6 \\ \text{CH}_{4+} = 8,3 \\ 8,9 \\ - \text{CH}_4 \text{ aus Sygas} = 1,2 \\ 7,7 \end{array}$$

$$\frac{7,7 \cdot 40,9}{20,7} = 14,5\%$$

Σ - Vergasung:  $2,17 + 14,5 = 16,67\%$

d.h.: Verflüssigungsgrad + Vergasung = CO - Umsatz  
 $82,3 + 16,7 = 100.$

wenn in diesem Beispiel die praktische Ausbeute an flüssigen Produkten

$$\frac{103 \text{ g/Nm}^3 \text{ Sygas}}{22,4 \cdot 27,1} = 103$$

war, so würde dies eine CO - Verflüssigung von

$$\frac{60 \cdot 14,16 \cdot 100}{22,4 \cdot 27,1} = 103$$

$$\text{CO-Verfl.} = 60,2 \% \text{ - vom eingesetzten}$$

nutzbaren CO bedeuten.

Praktischer CO-Verflüssigungsgrad:

$$\frac{60,2 \cdot 100}{76,4} = 78,7 \%, \text{ das ist die praktische}$$

Verflüssigung des ungesetzten nutzbaren CO. Der Verlust berechnet sich demnach zu

$$82,3 - 78,7 = 3,6 \%$$

von ungesetzten nutzbaren CO.

Er besteht in der Hauptsache aus Gasol und den wasserlöslichen Produkten.

Umsatz von CO + H<sub>2</sub>:

Sygas:	CO	28,1 %	Restgas:	18,0 %
	H <sub>2</sub>	54,2 %		31,4 %
		82,3 %		49,4 %

CO + H<sub>2</sub> im Sygas: 82,3 (17,7 % Inerte)

CO + H<sub>2</sub> im Restgas: 20,2 (über die Kontr. errechnet)  
 62,1

$$\text{CO + H}_2 \text{ - Umsatz: } 75,5 \%$$

Dieser  $\Sigma$  - Umsatz setzt sich zusammen aus dem

$$\text{CO - Umsatz} = 73,6 \%$$

$$\text{H}_2 \text{ - Umsatz} = 76,2 \%$$

d.h., bedingt durch die Methan- und Paraffinbildung wird mehr H<sub>2</sub> als CO umgesetzt.

Bezieht man die Vergasung auf den  $\Sigma$  - Umsatz von CO + H<sub>2</sub>, so kommt man zu einer

$$\text{CO}_2 \text{ - Bildung von } \frac{1,1 \cdot 40,9}{62,1} = 0,73 \%$$

*Reaktionen im Methanzyklus  
Lachmann Station*

001093

Blatt 4

und einer  $\text{CH}_{4+}$  + Cn Hm-Bildung von  $\frac{7,7 \cdot 40,9}{62,1} = 5,09\%$

Hieraus errechnet man die  $\Sigma$ -Vergasung von

$$0,73 + 5,09 = 5,82\%$$

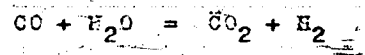
bezogen auf den  $\Sigma$ -Umsatz von  $\text{CO} + \text{H}_2$ .

Verbrauchsverhältnis:  $\text{CO} : \text{H}_2 = 1 : x$

Sygas	$\text{CO} = 28,1$	$\text{H}_2 = 54,2$
Restgas	$\text{CO} = 7,4$	$\text{H}_2 = 12,9$
	20,7	41,3

$$\underline{20,7 : 41,3 = 1 : 2,0}$$

Da nun (siehe oben) tatsächlich mehr  $\text{H}_2$  als  $\text{CO}$ , bedingt durch die Methan- und Paraffinbildung, verbraucht wird, so ist in diesem Falle der Mehrverbrauch an  $\text{H}_2$  durch die zusätzliche  $\text{CO}_2$ -Bildung kompensiert, in der Form einer Konventionierung:



$$\text{CO-Umsatz} = 73,6\%$$

$$\text{H}_2\text{-Umsatz} = 76,2\%$$

$$\text{H}_2\text{-Mehr-Umsatz} = 2,6\%$$

*Hjg*