

190000103

1928 A - 19

Methane Splitting in the K Plant at Heidelberg

Calculations relating to production of carbon monoxide & hydrogen according to  $2\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 4\text{H}_2$  in the presence of steam including calculated heat balances for two systems.

The calculations suggest that the  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  reaction takes place to some extent as the calculated product is

$\text{CO}_2$	7%
$\text{CO}$	23.8
$\text{H}_2$	69
$\text{CH}_4$	0.2

CH<sub>4</sub> - Spaltung in K - Anlage Heydebreck.

A.) Spaltung in Ferngasapparatur.

Zu verarbeiten sind 3 500 m<sup>3</sup>/h CH<sub>4</sub> pro System.

Die Temperatur am Ofenausgang beträgt 850°, das Methan wird auf 650° vorgeheizt.

Analysenschema:

	Eingangs- Analyse	CH-Reaktion	Wassergas- Reaktion	S p a l t g a s	
				Teile	%
CO <sub>2</sub>	-	-	+ 0,225	0,225	7,0
CO	-	+ 0,487 O <sub>2</sub>	- 0,225	0,769	23,8
H <sub>2</sub>	-		+ 0,225	2,233	69,0
CH <sub>4</sub>	1,000			0,006	0,2
Trockengas	1,000			3,233	100,0
m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> O	1,000	= 0,020	0,980	0,755	
g H <sub>2</sub> O	735			556	

K = 1,16 theoretisch  
bei 850°

I.) Berechnung des CH<sub>4</sub>-Konverters.

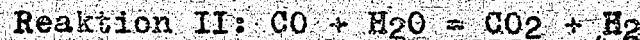
a) Sauerstoffbedarf = 0,487 m<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>

b) Wärmebilanz des Konverters.

Wärmeerzeugung:



Wärmetönung bei 650°: 269 WE/m<sup>3</sup>  
0,974 · 269 = 262 WE



Wärmetönung bei 650°: 337 WE/m<sup>3</sup>  
0,225 · 337 = 76 WE

erzeugte Wärme (WE/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>) = 338 WE

Wärmeverbrauch:



Wärmetönung bei 650°: -2689 WE/m<sup>3</sup>  
0,02 · 2689 = 54 WE

Aufheizung des Spaltgases von 650° → 850°

ΔT · c<sub>p</sub> = 200 · 1,322 = 264 WE

Wahre spez. Wärme des Spaltgases bei 800°:

CO<sub>2</sub> : 0,225 · 0,563 = 0,127  
CH<sub>4</sub> : 0,006 · 1,065 = 0,006  
H<sub>2</sub>O : 0,755 · 0,419 = 0,316  
zweiatomig: 3,002 · 0,330 = 0,992  
1,441 · 0,917 = 1,322

Wärmeverluste = 20 WE  
verbrauchte Wärme (WE/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>) = 338 WE

II.) Abkühlung des Spaltgases.a) Wärmeinhalt des Spaltgases am Ausgang des Kontaktofens.

$$\text{Fühlbare Wärme : } T \cdot c_p = 850 \cdot 1,257 = 1068 \text{ WE}$$

Mittlere spez. Wärme des Spaltgases von  $0^\circ$  -  $850^\circ$

$$\text{CO}_2 : 0,225 \cdot 0,503 = 0,114$$

$$\text{CH}_4 : 0,006 \cdot 0,746 = 0,005$$

$$\text{H}_2\text{O} : 0,755 \cdot 0,390 = 0,294$$

$$\text{zweiatomig: } 3,002 \cdot 0,319 = 0,958$$

$$1,371 \cdot 0,917 = 1,257$$

$$\text{Kondensationswärme des Wassers: } 0,556 \cdot 595 = 331 \text{ WE}$$

$$\text{Wärmeinhalt am Ausgang des Kontaktofens} \\ (\text{WE/m}^3 \text{ CH}_4) = 1399 \text{ WE}$$

b) Wärmetauscher.

Das Standrohr wird ausgeschaltet. Das Spaltgas tritt nach Verlassen des Kontaktofens unmittelbar in die Wärmeaustauscher ein. In den Wärmetauschern werden die Eingangsgase auf  $650^\circ$  erwärmt.

Wärmeinhalt der Eingangsgase bei  $650^\circ$  :

$$650 \cdot c_p + W \cdot L_0 = 650 \cdot 1,098 + 0,735 \cdot 595 = 713 + 437 = 1150 \text{ WE}$$

Mittlere spez. Wärme der Eingangsgase von  $0^\circ$  -  $650^\circ$ .

$$\text{CH}_4 : 1,000 \cdot 0,661 = 0,661$$

$$\text{H}_2\text{O} : 1,000 \cdot 0,382 = 0,382$$

$$\text{O}_2 : 0,487 \cdot 0,316 = 0,154$$

$$1,197 \cdot 0,917 = 1,098$$

Der Sauerstoff wird praktisch trocken und  $15^\circ$  warm eingefahren. Sein Wärmeinhalt beträgt  $0,487 \cdot 15 \cdot 0,917 \cdot 0,311 = 2 \text{ WE}$

Das Methan kann im Verdunster auf  $67,5^\circ$  (vgl. Abschnitt III) aufgewärmt und mit 206 g  $\text{H}_2\text{O}$  gesättigt werden. Sein Wärmeinhalt beträgt dann 156 WE. Durch Zugabe von 529 g Frischdampf von 1,5 atü =  $111^\circ$  erhöht sich der Wärmeinhalt um  $0,529 \cdot 643,8 = 340 \text{ WE}$  auf 496 WE.

(Der Partialdruck des Wassers beträgt nach der Dampfzugabe  $\frac{1}{2} P$ , bei  $P = 956 \text{ mm}$  also 478. Der Taupunkt liegt bei  $85,3^\circ$ . Der Wärmeinhalt am Taupunkt beträgt 501 WE (vgl. Abschnitt III a 1). Das  $\text{CH}_4$  ist also nach der Zugabe von Dampf von 1,5 atü nicht ganz trocken).

Das Spaltgas hat in den Wärmetauschern also  $1150 - (2 + 486) = 562 \text{ WE}$  abzugeben. Es verläßt die Wärmetauscher mit einem Wärmeinhalt von  $1399 - 562 = 747 \text{ WE/m}^3 \text{ CH}_4$ . Seine Temperatur beträgt :

$$(747 - 331) : 1,322 = \frac{416}{1,32} = 315^\circ.$$

III.) Das Kühler - Verdunstersystem.a) Wärmebilanz des Wasserkreislaufes.

Die Wärmebilanz lautet:

Im Verdunster an das  $\text{CH}_4$  abgegebene Wärme = Wärmeinhalt des Frischkondensats + im Kühler vom Spaltgas aufgenommene Wärme.

1) im Verdunster an das CH<sub>4</sub> abgegebene Wärme.

Wärmeinhalt des mit H<sub>2</sub>O gesättigten CH<sub>4</sub> =  $c_p \cdot T + W \cdot L_T$

bei P = 1,3 atü = 956 mm Hg ist  $W = \frac{P}{956-P} \cdot \frac{18}{24,5} =$

$$0,735 \cdot \frac{P}{956-P}$$

Die mittlere spez. Wärme von CH<sub>4</sub> zwischen 0°-100° ist 0,429  
0,917 = 0,396.

T = 15°	P = 12,8 mm	W = 0,010	W · L <sub>T</sub> =	6
			c <sub>p</sub> · T =	6
			Wärmeinhalt	12
T = 30°	P = 32 mm	W = 0,025	W · L <sub>T</sub> =	15
			c <sub>p</sub> · T =	12
			Wärmeinhalt	27
T = 45°	P = 72 mm	W = 0,060	W · L <sub>T</sub> =	37
			c <sub>p</sub> · T =	18
			Wärmeinhalt	55
T = 57°	P = 130 mm	W = 0,116	W · L <sub>T</sub> =	72
			c <sub>p</sub> · T =	22
			Wärmeinhalt	94
T = 60°	P = 149 mm	W = 0,136	W · L <sub>T</sub> =	84
			c <sub>p</sub> · T =	24
			Wärmeinhalt	108
T = 67°	P = 205 mm	W = 0,201	W · L <sub>T</sub> =	126
			c <sub>p</sub> · T =	27
			Wärmeinhalt	153
T = 68°	P = 214 mm	W = 0,212	W · L <sub>T</sub> =	133
			c <sub>p</sub> · T =	27
			Wärmeinhalt	160
T = 85,4°	P = 441 mm	W = 0,628	W · L <sub>T</sub> =	398
			c <sub>p</sub> · T =	34
			Wärmeinhalt	432
T = 87,5°	P = 478 mm	W = 0,735	W · L <sub>T</sub> =	466
			c <sub>p</sub> · T =	35
			Wärmeinhalt	501

Die im Verdunster auf das CH<sub>4</sub> übertragene Wärme hängt von der Temperatur ab, auf die im Kühler das Wasser erwärmt werden kann. Der Ausgleichspunkt des Spaltgases ist 71,5° (vgl. Abschnitt a 3). Das Wasser erwärmt sich im Kühler auf ~ 69,5°. Das CH<sub>4</sub> verläßt dann den Sättiger mit einer Sättigung von ~ 67,5°.

Wärmeinhalt des CH<sub>4</sub> am Ausgang des Sättigers 156 WE

Wärmeinhalt des 15° warmen, trockenen CH<sub>4</sub> am Eingang des Sättigers 6 WE

Im Verdunster werden vom CH<sub>4</sub> aufgenommen 150 WE

2) Wärmeinhalt des Frischkondensats.

Das Frischkondensat wird mit 15° eingebracht. Seine Menge hängt davon ab, wieviel Wasser in dem Kühler aus dem Spaltgas auskondensiert wird bzw. in das Spaltgas noch verdampft. Sie hängt also von der dem Spaltgas im Kühler entzogenen Wärmemenge ab. Da aber der Wärmeinhalt des Frischkondensats gering ist, so folgt der Kondensatbedarf aus einer Näherungsrechnung, bei der man die vom Frischkondensat eingebrachte Wärme größenordnungsmäßig ansetzt. Die zweite Durchrechnung der Wärmebilanz liefert dann den genannten Kondensatbedarf.

Das CH<sub>4</sub> nimmt im Verdunster auf (vgl. Abschn. a1) 206 g H<sub>2</sub>O  
 Das Spaltgas nimmt im Kühler auf (vgl. Abschn. a3) 312 g H<sub>2</sub>O  
 Bedarf an Frischkondensat 518 g H<sub>2</sub>O / m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>

Wärmeinhalt des Frischkondensats = 0,518 · 15° = 8 WE/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>.

3) Im Kühler dem Spaltgas entzogene Wärme.

Wärmeinhalt des mit Wasser gesättigten Spaltgases = c<sub>p</sub> · T + W · L<sub>T</sub>

Bei einem Druck von 800 mm Hg ist der Wassergehalt

$W = \frac{P}{800-P} \cdot 3,233 \cdot \frac{18}{24,5} = 2,38 \cdot \frac{P}{800-P} \text{ kg/m}^3 \text{ CH}_4$

Mittlere spez. Wärme des trockenen Spaltgases von 0° - 100°:

CO<sub>2</sub> : 0,225 · 0,409 = 0,092  
 CH<sub>4</sub> : 0,006 · 0,429 = 0,003  
 zweiatomig : 3,002 · 0,308 = 0,925  
 1,020 · 0,917 = 0,936

20°	P = 17,5 mm Hg	W = 0,053	W · L <sub>T</sub> = 33
			c <sub>p</sub> · T = 14
			Wärmeinhalt = 47
56°	P = 124 mm Hg	W = 0,436	W · L <sub>T</sub> = 271
			c <sub>p</sub> · T = 52
			Wärmeinhalt = 323
57°	P = 130 mm Hg	W = 0,462	W · L <sub>T</sub> = 287
			c <sub>p</sub> · T = 53
			Wärmeinhalt = 340
60,3°	P = 152 mm Hg	W = 0,556	W · L <sub>T</sub> = 347
			c <sub>p</sub> · T = 56
			Wärmeinhalt = 403
61°	P = 156 mm Hg	W = 0,576	W · L <sub>T</sub> = 360
			c <sub>p</sub> · T = 57
			Wärmeinhalt = 417
67°	P = 205 mm Hg	W = 0,820	W · L <sub>T</sub> = 513
			c <sub>p</sub> · T = 63
			Wärmeinhalt = 576
68°	P = 214 mm Hg	W = 0,868	W · L <sub>T</sub> = 543
			c <sub>p</sub> · T = 64
			Wärmeinhalt = 607

69°	P = 224 mm Hg	W = 0,919	W.L <sub>T</sub> = 575
			c <sub>p</sub> .T = 65
			Wärmeinhalt = 640
71°	P = 244 mm Hg	W = 1,045	W.L <sub>T</sub> = 654
			c <sub>p</sub> .T = 67
			Wärmeinhalt = 721
72°	P = 255 mm Hg	W = 1,112	W.L <sub>T</sub> = 700
			c <sub>p</sub> .T = 67
			Wärmeinhalt = 767

Im Kühler müssen dem Spaltgas 150 - 8 = 142 WE/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> entzogen werden. Das Spaltgas tritt mit einem Wärmeinhalt von 747 WE/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> in den Kühler ein (vgl. Abschnitt II). Einem Wärmeinhalt von diesem Betrag entspricht ein Ausgleichspunkt von 71,5°. Im Kühler kann das Wasser durch das Spaltgas daher auf ~ 69,5° aufgewärmt werden.

Am Ausgang des Kühlers hat das Spaltgas noch einen Wärmeinhalt von 747 - 142 = 605 WE. Seine Temperatur beträgt dann 68°, sein Wassergehalt beträgt 868 g/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Im Kühler nimmt das Spaltgas also noch 868 - 556 = 312 g H<sub>2</sub>O auf.

b) Bestimmung der Wassermenge im Kühler-Verdunsterkreislauf.

Die Wassermenge im Kreislauf ist nicht eindeutig festgelegt, sondern kann zwischen zwei Werten beliebig gewählt werden. Die Mindestwassermenge ergibt sich aus der Forderung, daß das Wasser im Verdunster immer wärmer sein muß als das aufzuheizende Gas zu 5,4 kg/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> (siehe Fig.1). Aus der entsprechenden Forderung, daß das Wasser immer kälter sein muß als das Spaltgas, ergibt sich die Höchstmenge zu

$$\frac{142}{71,5 - 68} = \frac{142}{3,5} = 40,8 \text{ kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ CH}_4$$

c) Schlußkühler.

Das Spaltgas verläßt den Kreislaufkühler mit einem Wärmeinhalt von 605 WE/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Im Schlußkühler soll es auf 20° abgekühlt werden. Es sind ihm also 605 - 47 = 558 WE zu entziehen. Das Kühlwasser soll sich dabei von 15° auf 50° erwärmen.

Der Kühlwasserbedarf beträgt also  $\frac{558}{35} = 16 \text{ kg/m}^3 \text{ CH}_4$ .

Zusammenfassung :

Sauerstoffbedarf :	0,487 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
Dampfbedarf :	0,529 kg/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
Kondensatbedarf :	0,518 kg/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
Kühlwasserbedarf :	16 kg/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>

B.) CH<sub>4</sub>-Spaltung in Ferngasapparatur mit zusätzlichem indirektem Kühler

I.) Berechnung des CH<sub>4</sub>-Konverters wie bei A.

II.) Abkühlung des Spaltgases.

a) Wärmeinhalt des Spaltgases am Ausgang des Kontaktovens wie bei A.

b) Wärmetauscher.

Der Wärmetauscher für O<sub>2</sub> verändert sich nicht.

Das Methan kann im Verdunster auf 85,4° (vgl. Abschnitt III) aufgewärmt und mit 628 g H<sub>2</sub>O gesättigt werden. Sein Wärmeinhalt beträgt dann 432 WE. Durch Zugabe von 107 g Frischdampf von 1,5 atü = 111° erhöht sich der Wärmeinhalt um 0,107 · 643,8 = 69 WE auf 501 WE. Das CH<sub>4</sub> befindet sich also nach der Dampfzugabe gerade am Taupunkt.

Das Spaltgas hat in den Wärmetauschern also 1150 - (2+501) = 647 WE abzugeben. Es verläßt die Wärmetauscher mit einem Wärmeinhalt von 1399-647 = 752 WE/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Seine Temperatur beträgt ~ 319°.

III.) Das Kühler-Verdunstersystem.

a) Wärmebilanz des Wasserkreislaufes.

In den Kühler-Verdunsterkreislauf ist noch ein indirekter Kühler zu schalten, der das Spaltgas bis auf 10° über seinen Taupunkt, d.h. bis auf 70° abkühlt.

Die Wärmebilanz lautet dann :

<sup>in</sup> Im direkten Kühler vom Spaltgas aufgenommene Wärme + im direkten Kühler vom Spaltgas aufgenommene Wärme + Wärmeinhalt des Frischkondensats = im Verdunster an das CH<sub>4</sub> abgegebene Wärme.

1) Indirekter Kühler.

Das Spaltgas tritt mit 752 WE aus den Wärmetauschern aus. Bei 70° beträgt die fühlbare Wärme des trockenen Spaltgases 70 · 0,936 = 66 WE. Der Wärmeinhalt von 556 g Dampf beträgt 0,556 · 627 = 348 WE. Der Wärmeinhalt des Spaltgases beträgt also am Ausgang des Kühlers 348 + 66 = 414 WE.

Im Kühler können also 752 - 414 = 338 WE an das Wasser übertragen werden.

2) Frischkondensat.

Die Frischkondensatmenge hängt von der Wassermenge ab, die im direkten Kühler aus dem Spaltgas auskondensiert wird. Da aber der Wärmeinhalt des Frischkondensats gering ist, kann der Kondensatbedarf aus einer Näherungsrechnung ermittelt werden, bei der man die vom Frischkondensat eingebrachte Wärme größenordnungsmäßig ansetzt. Die zweite Durchrechnung liefert dann den genauen Kondensatbedarf.

Das CH<sub>4</sub> nimmt im Verdunster auf (vgl. Abschn. a3) 628 g

Das Spaltgas gibt im direkten Kühler ab (vgl. Abschnitt a4) 556 - 453 = 103 g

Kondensatbedarf 525 g m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>.

Das Frischkondensat bringt 0,525 · 15 = 8 WE in den Kreislauf ein.

3) Verdunster.

Die im Verdunster auf das CH<sub>4</sub> übertragene Wärme hängt im wesentlichen von der Temperatur ab, auf die im direkten Kühler das Wasser erwärmt wird. Das Spaltgas tritt in den direkten Kühler mit 414 WE ein. Bei diesem Wärmeinhalt be-

trägt der Taupunkt  $60,9^\circ$ . Das Wasser kann also in diesem Kühler auf  $\sim 59^\circ$  aufgeheizt werden. Mit diesem Wasser kann das  $\text{CH}_4$  bis  $\sim 57^\circ$  gesättigt werden. Bei  $57^\circ$  hat das  $\text{CH}_4$  einen Wärmeinhalt von 94 WE. Durch die im indirekten Kühler übertragenen 338 WE kann der Wärmeinhalt des  $\text{CH}_4$  auf 432 WE gesteigert werden. Diesem Wärmeinhalt entspricht ein Taupunkt von  $85,4^\circ$  und ein Wassergehalt von  $628 \text{ g/m}^3 \text{ CH}_4$ .

#### 4) Direkter Kühler.

Im direkten Kühler muß dem Spaltgas soviel Wärme entzogen werden, daß diese Wärme zusammen mit dem Wärmeinhalt des  $15^\circ$  warmen, trockenen  $\text{CH}_4$  und der Wärme des Frischkondensats ein bei  $57^\circ$  gesättigtes  $\text{CH}_4$  vom Wärmeinhalt 94 WE ergibt. Im Kühler sind dem Spaltgas also  $94 - (6 + 8) = 80$  WE zu entziehen. Am Ausgang des Kühlers hat daher das Spaltgas noch  $414 - 80 = 334$  WE. Diesem Wärmeinhalt entspricht ein Taupunkt von  $56,7^\circ$  und ein Wassergehalt von 453 g. Im Kühler gibt das Spaltgas also  $556 - 453 = 103$  g Wasser ab.

#### b) Bestimmung der Wassermenge im Kühler-Verdunsterkreislauf.

Die Wassermenge im Kreislauf ist nicht eindeutig festgelegt, sondern kann zwischen zwei Werten beliebig gewählt werden. Die Höchst- und die Mindestwassermenge ergibt sich aus den Forderungen, daß das Kühlwasser am heißen Ende des direkten Kühlers noch ein endliches  $\Delta T$  gegenüber dem Gleichgewichtspunkt des Spaltgases besitzen muß und daß im Verdunster das Wasser immer heißer sein muß als das gesättigte  $\text{CH}_4$ . In Fig. 2 ist die Höchst- bzw. die Mindestwassermenge eingezeichnet, wie sie sich ergibt, wenn das Kühlwasser am Ende des direkten Kühlers  $2^\circ$  kälter ist als das eintretende Spaltgas. Sowohl die Höchst- als auch die Mindestwassermenge ist so klein, daß am heißen Ende des indirekten Kühlers ein Teil des Wassers verdampft und schon als Dampf in den Verdunster eintritt.

#### c) Schlußkühler.

Das Spaltgas verläßt den direkten Kreislaufkühler mit 334 WE. Im Schlußkühler soll es auf  $20^\circ$  abgekühlt werden. Es sind ihm also  $334 - 47 = 287 \text{ WE/m}^3 \text{ CH}_4$  zu entziehen. Das Kühlwasser soll sich dabei von  $15^\circ$  auf  $50^\circ$  erwärmen.

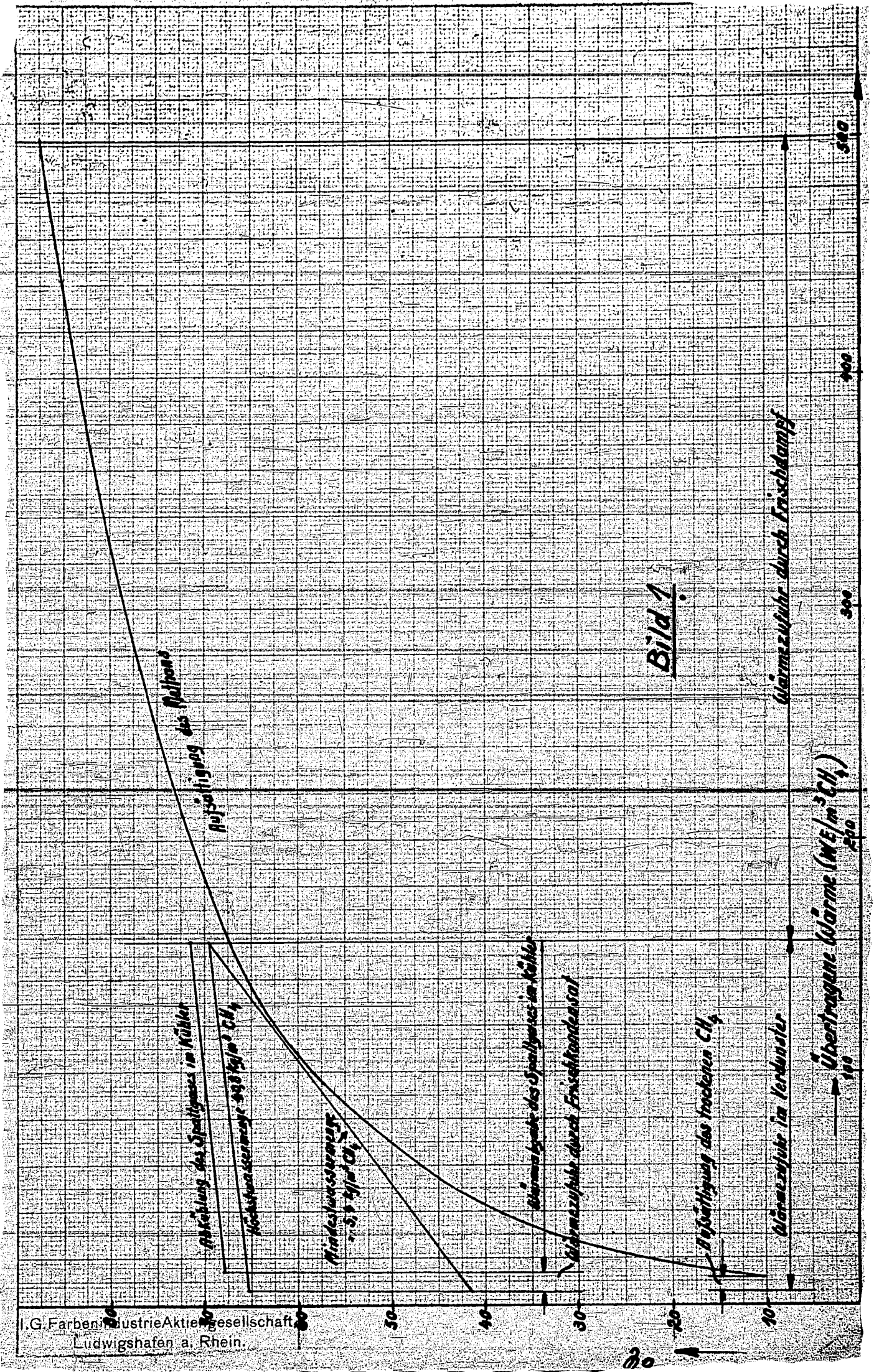
Der Kühlwasserbedarf beträgt also  $\frac{334}{35} = 9,6 \text{ kg/m}^3 \text{ CH}_4$ .

#### Zusammenfassung :

Sauerstoffbedarf :	$0,487 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ CH}_4$
Dampfbedarf :	$0,107 \text{ kg/m}^3 \text{ CH}_4$
Kondensatbedarf :	$0,525 \text{ kg/m}^3 \text{ CH}_4$
Kühlwasserbedarf :	$9,6 \text{ kg/m}^3 \text{ CH}_4$



190000111



190000112

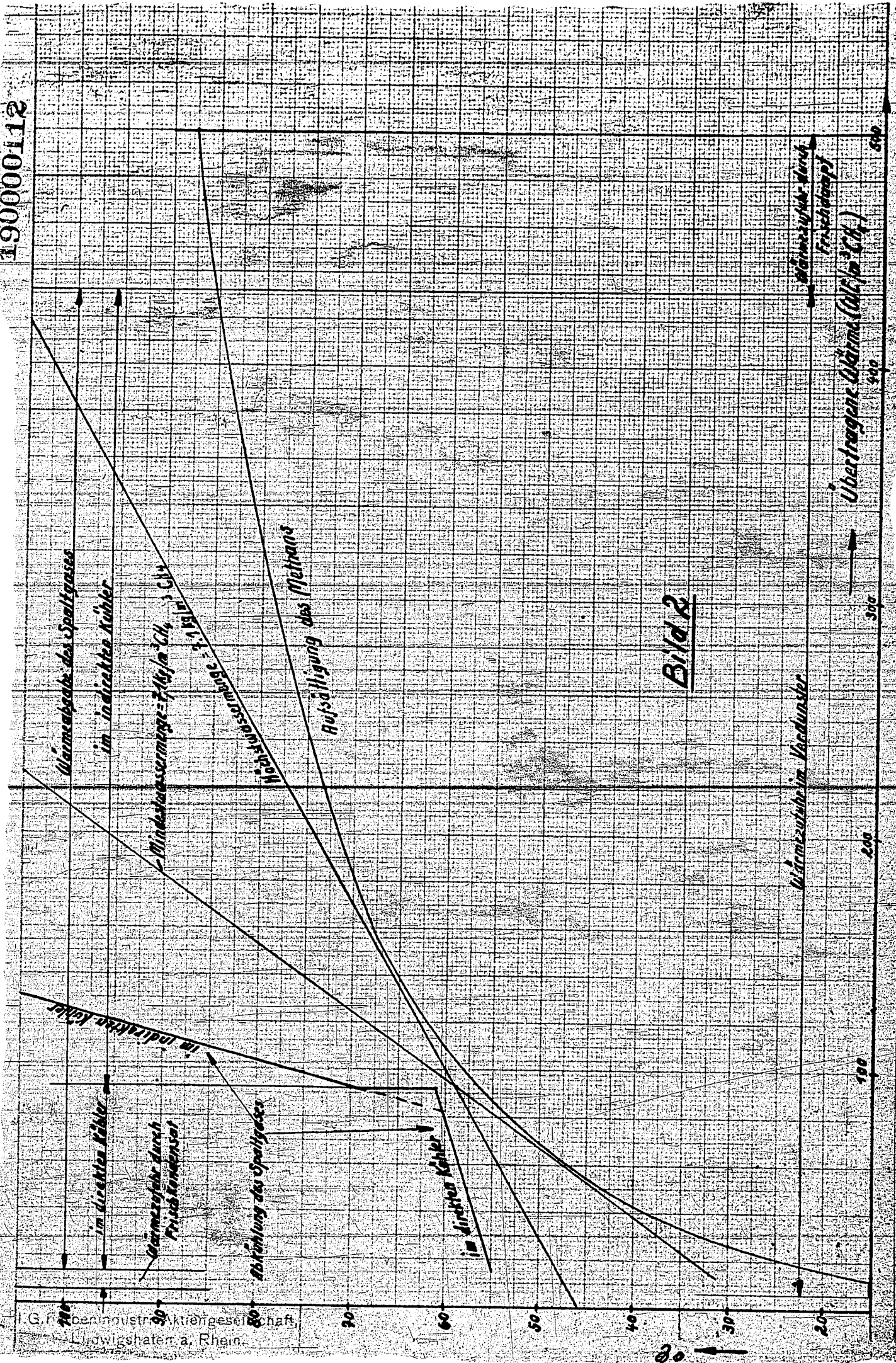


Bild 2

1300 m <sup>3</sup> /h Sauerstoff	33.8 % O <sub>2</sub> im Kok-Gas	32.9 KWh	32.1 m <sup>3</sup> Dampf gebildet / 100 m <sup>3</sup> Kok.-Gas	44.83 m <sup>3</sup> Gesamt- Dampf	11.83 % H <sub>2</sub> O	0.31 a
3990 m <sup>3</sup> /h Kokergas	33.3 KW-Zahl Kok.-Gas	32.9 KWh	69.2 m <sup>3</sup> Dampf zugesetzt / 100 m <sup>3</sup> Kok.-Gas	44.83 m <sup>3</sup> Gesamt- Dampf	0.4 % CH <sub>4</sub>	0.0088 b
738 mm Hg Barometerst.	0.1 KW-Zahl Sy-Gas	0.1 KW-Zahl Kok.-Gas			14.1 % CO	0.100 c
128 mm Hg Druck App.	79 °C	69.2 m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> O	4.09 Expansion	10. mm Hg 13-30	54.8 % H <sub>2</sub>	0.378 d
11 mm Hg 17-20	115 ata	m <sup>3</sup> /h Sy-Gas			5.4 % CO <sub>2</sub>	0.037 f
5.1 % CO <sub>2</sub> im Sy-Gas	143 % CO <sub>2</sub> bez. auf Sy-Gas	m <sup>3</sup> /h Kok.-Gas	3.97 = m <sup>3</sup> Dampfverlust / 100 m <sup>3</sup> Sy-Gas	10. mm Hg 13-30	1.15 ata 13 Gaseinf.	1.07 ata Ofen- Ausgang
3.0 % CO <sub>2</sub> im Kok-Gas	Exp. e	% CO <sub>2</sub> Zunahme			5.3 mm Hg 15-30	

Datum: 26. 8. 83  
 Betriebsdauer: Tage

$$K_p = \frac{0.31 \times 0.0088}{0.1 \times 0.378} = 0.14$$

$$K_p = \frac{0.31 \times 0.037}{0.378 \times 0.037} = 2.21$$

$$K_p = \frac{0.31 \times 0.1}{0.378 \times 0.037} = 2.21$$

Temp. = 114 °C

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft  
Ludwigshafen a. Rhein.

1.3.44. Ch.