

1928A-8

STICKSTOFF-ABTEILUNG  
EB/Op.462.

Oppau, den 9. Januar 1941/1e.

800000036

Kokereigasapaltung.  
Erweiterung Linie (N-Anlage).  
-----

Zu verarbeiten sind 13 600 m<sup>3</sup>/h Kokereigas in 2 Systemen.

Analysenschema: Tabelle 1.

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

a) Luft- und Sauerstoffbedarf im CH<sub>4</sub>-Konverter.  
Zur Einführung von 0,42 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub> können 0,538 m<sup>3</sup> Luft einge-  
brannt werden. Diese bringen 0,1125 m<sup>3</sup> O<sub>2</sub> mit. Als Reinsauer-  
stoff sind somit noch 0,0631 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> Kokereigas einzuführen.

b) Wärmebilanz des CH<sub>4</sub>-Konverters.

Wärmeerzeugung:

Reaktion I: CH<sub>4</sub> + 1/2 O<sub>2</sub> = CO + 2 H<sub>2</sub>  
Wärmetönung: bei 0°: + 8,42 WE/Mol = 344 WE/m<sup>3</sup>;  
bei 700°: 275 WE/m<sup>3</sup>.  
0,269.275 = 74,0

Reaktion II: C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> = 2 CO + 2 H<sub>2</sub>  
Wärmetönung: bei 0°: +64,9 WE/Mol = 2650 WE/m<sup>3</sup>;  
bei 700°: 2450 WE/m<sup>3</sup>.  
0,024.2450 = 58,8

Reaktion III: 2 H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> = 2 H<sub>2</sub>O  
Wärmetönung: bei 0°: +115,72 WE/Mol = 4720 WE/m<sup>3</sup>;  
bei 700°: 4895 WE/m<sup>3</sup>.  
0,0171.4895 = 83,6

Reaktion IV: CO + H<sub>2</sub>O = CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>  
Wärmetönung: bei 0°: + 9,76 WE/Mol = 396 WE/m<sup>3</sup>;  
bei 700°: 331 WE/m<sup>3</sup>;  
bei 350°: 372 WE/m<sup>3</sup>.  
0,032.331 = 10,6

Durch Reaktion erzeugte Wärme (WE/m<sup>3</sup> Kokereigas) + 227,0  
-/-



**Wärmeverbrauch:**

Aufheizung des Spaltgases von 700 → 975°

$\Delta T \cdot c_p = 275 \cdot 0,770 = 211,8$

Spez. Wärme des Spaltgases bei 900°:

CO <sub>2</sub> :	0,068 · 0,575 = 0,039
CH <sub>4</sub> :	0,003 · 1,150 = 0,003
H <sub>2</sub> O:	0,342 · 0,430 = 0,147
zwei atomig:	1,955 · 0,333 = 0,651

$c_p = 0,840 \cdot 0,917 = 0,770$

**Wärmeverluste:**

Die Oberfläche des Ofens beträgt bis zum Kontaktende 100 m<sup>2</sup>

Die Leitungen für das Kokereigas von Ende des Wärmetauschers bis zum Eingang in den Ofen haben eine Oberfläche von 29 m<sup>2</sup>

Die Leitungen für die Luft und den Sauerstoff von Ende des Wärmetauschers bis zum Ofeneingang haben eine Oberfläche von 16 m<sup>2</sup>

Ableitende Oberfläche ~ 145 m<sup>2</sup>

Pro m<sup>2</sup> Oberfläche werden 700 WE/h abgeleitet

Wärmeableitung/m<sup>3</sup> Kokereigas =  $\frac{145 \cdot 700}{6600} = 14,9$

Gesamtwärmeverbrauch (WE/m<sup>3</sup> Kokereigas) = 226,7

**II. Abkühlung des Spaltgases auf den Taupunkt.**

a) Wärmeinhalt des Spaltgases am Ausgang des Kontaktofens:

Fühlbare Wärme:  $T \cdot c_p = 975 \cdot 0,732 = 713$

Mittl. spez. Wärme des Spaltgases I von 0 bis 1000°:

CO <sub>2</sub> :	0,068 · 0,514 = 0,035
CH <sub>4</sub> :	0,003 · 0,811 = 0,002
H <sub>2</sub> O:	0,342 · 0,396 = 0,135
zwei atomig:	1,955 · 0,321 = 0,626

$c_p = 0,798 \cdot 0,917 = 0,732$

Kondensationswärme des Wassers : 0,251 · 595 = 149,5

Wärmeinhalt am Ausgang des Kontaktofens (WE/m<sup>3</sup> Kokereigas) = 862,5

-/-

**b) Einspritzkühlung 1:**

Bis zum Eintritt in den Wärmetauscher soll das Spaltgas durch Einspritzen von 67° warmem Kondensat auf 875° abgekühlt werden.

An fühlbarer Wärme müssen abgegeben werden

$\Delta T \cdot c_p = 100.0,770$

**77,0 WE**

Davon durch Wärmeableitung:  $\frac{700 \cdot T}{6800} = \frac{700 \cdot 100}{6800} = 10,3$

Die Fläche des Ofens unterhalb des Kontaktes beträgt **25 m<sup>2</sup>**

Die Leitungen bis zu den Wärmetauschern haben eine Fläche von **75 m<sup>2</sup>**

Gesamtfläche zur Wärmeableitung **100 m<sup>2</sup>**

Durch Einspritzen von Kondenswasser sind zu vernichten

**66,7**

Gesamtverlust an fühlbarer Wärme =

**77,0 WE**

Kondensatbedarf für die Einspritzkühlung:

Der Wärmeinhalt von 1 kg Kondensat von 67° bei 875° beträgt  $595 + 875 \cdot 0,392 - 67 = 371$  WE

Zur Abkühlung werden daher gebraucht:

$\frac{66,7}{371} = 0,0766 \text{ kg} = 0,104 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O/m}^3 \text{ Kokereigas}$

Das Spaltgas besitzt am Ausgang der Einspritzkühlung 1 einen Wärmeinhalt von  $862,5 - 10,3 + 67 \cdot 0,0766 = 857,3$  WE/m<sup>3</sup> Kokereigas

**c) Wärmetauscher 1:**

In den Wärmetauschern 1 sollen die Eingangsgase von Spaltgas 1 auf 700° erwärmt werden.

1) Wärmeabgabe an die Eingase.

Das Kokereigas sowie das Luft-Sauerstoffgemisch werden in den Eingangssättigern auf 65° erwärmt und mit Wasser gesättigt. Sie enthalten dann 222 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> Kokereigas und besitzen einen Wärmeinhalt von 171,1 WE/m<sup>3</sup> Kokereigas (vergl. Abschnitt V a 1). Es müssen also noch 28 g H<sub>2</sub>O als Dampf von 1,7 ata = 115° zugesetzt werden.



Wärmeinhalt von 1 kg Dampf bei  $115^{\circ} = 645,4$  WE. Der Wärmeinhalt der Eingangsgase erhöht sich also auf  $171,1 + 0,028 \cdot 645,4 = 171,1 + 18,1 = 189,2$  WE. Am Taupunkt des Gases bei  $1,6$  ata =  $67,9^{\circ}$  besitzt das Gas einen Wärmeinhalt von  $189,6$  WE. Die Eingangsgase sind also nach der Dampfzugabe nicht ganz trocken!

Wärmeinhalt der Eingangsgase bei  $700^{\circ}$ :  $700 \cdot \bar{c}_{sp} + W_{L_0} = 700 \cdot 0,680 + 0,250 \cdot 595 = 476 + 148,9 = 624,9$  WE/m<sup>3</sup> Kokereigas.

Mittlere spezifische Wärme der Eingangsgase von  $0^{\circ}$  bis  $700^{\circ}$ :

Kokereigas: CO <sub>2</sub> :	0,036 · 0,491 =	0,018
CH <sub>4</sub> :	0,272 · 0,693 =	0,186
O <sub>2</sub> H <sub>4</sub> :	0,024 · 0,638 =	0,015
zweiatomig:	0,668 · 0,317 =	0,402
Luft+O <sub>2</sub> :	0,601 · 0,317 =	
Wasser <sub>2</sub> :	0,250 · 0,478 =	0,120

$0,741 \cdot 0,917 = 0,680$

Das Spaltgas I gibt also in den Wärmetauschern an die Eingangsgase ab:

$$624,9 - 189,2 =$$

435,5 WE

2) Wärmeverlust durch Ableitung.

Das Spaltgas verliert in den Wärmetauschern durch Ableitung

$$\frac{F \cdot 500}{6800} = \frac{175 \cdot 500}{6800} =$$

12,8 WE

Der Wärmetauscher für Kokereigas hat eine Fläche von  $115 \text{ m}^2$

Der Wärmetauscher für Luft + O<sub>2</sub> hat eine Fläche von  $60 \text{ m}^2$

Gesamtoberfläche der Wärmetauscher I  $175 \text{ m}^2$

Die Wärmetauscher verlieren pro m<sup>2</sup> Oberfläche ~ 500 WE

Das Spaltgas verliert in den Wärmetauschern I an Wärmeinhalt:

448,3 WE

Es besitzt am Ausgang der Wärmetauscher einen Wärmeinhalt von  $857,3 - 448,3 = 409$  WE/m<sup>3</sup> Kokereigas.

Durch den Wärmetauscher für Kokereigas müssen 68 %, durch den Wärmetauscher für Luft 32 % des Spaltgases geschickt werden.

Das Spaltgas kühlt sich in den Wärmetauschern um  $\frac{448,3}{0,755} = 593^{\circ}$  ab. Es verlässt die Wärmetauscher mit  $875 - 593 = 282^{\circ}$ .

Spez. Wärme des Spaltgases I bei  $600^{\circ}$  nach der Wassereinspritzung.

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &: 0,068 \cdot 0,542 = 0,037 \\ \text{CH}_4 &: 0,003 \cdot 0,896 = 0,003 \\ \text{H}_2\text{O} &: 0,446 \cdot 0,399 = 0,178 \\ \text{zweiatomig} &: 1,955 \cdot 0,322 = 0,629 \\ c_p &= 0,847 \cdot 0,917 = 0,755 \end{aligned}$$

d) Einspritzkühlung 2 und Russfilter.

Bis zum Ausgang der Einspritzkühlung 2 verliert das Spaltgas I  $\frac{200 \cdot P}{6800} = \frac{200 \cdot 50}{6800} = 1,5$  WE. Es besitzt also noch  $407,5$  WE/m<sup>3</sup> Kokereigas.

Durch Einspritzen von  $67^{\circ}$  warmem Kondensat soll das Gas auf seinen Ausgleichspunkt von  $\sim 74^{\circ}$  abgekühlt werden. Sein Wärmeinhalt beträgt dann noch:

$$c_p \cdot 74 + W_{1-74} = 74 \cdot 0,732 + 0,328 \cdot 628,6 = 54,1 + 206 = 260,1 \text{ WE/m}^3 \text{ Kokereigas.}$$

Mittlere spez. Wärme des Spaltgases I von  $0^{\circ}$  bis  $100^{\circ}$ :

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &: 0,068 \cdot 0,409 = 0,028 \quad W = 0,446 \text{ m}^3 = 0,328 \text{ kg} \\ \text{CH}_4 &: 0,003 \cdot 0,429 = 0,001 \\ \text{zweiatomig} &: 1,955 \cdot 0,309 = 0,605 \\ \text{H}_2\text{O} &: 0,446 \cdot 0,371 = 0,165 \\ c_p &: 0,799 \cdot 0,917 = 0,732 \end{aligned}$$

Der Verlust an kühlfähiger Wärme in Höhe von  $407,5 - 260,1 = 147,4$  WE, muss also durch Verdampfen von Kondensat ausgeglichen werden. Verdampfungswärme von 1 kg H<sub>2</sub>O von  $67^{\circ}$  zu Dampf von  $74^{\circ} = 628,6 - 67 = 561,6$  WE/kg H<sub>2</sub>O. Der Kondensatbedarf beträgt  $\frac{147,4}{561,6} = 0,263$  kg H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> Kokereigas. Am Ausgleichspunkt enthält das Spaltgas also  $328 + 263 = 591$  g =  $0,805$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> Kokereigas. Der Wärmeinhalt ist gestiegen auf  $407,5 + 67 \cdot 0,263 = 407,5 + 17,6 = 425,1$  WE/m<sup>3</sup> Kokereigas.

Der Partialdruck des Wassers im Spaltgas beträgt

$$\frac{0,805}{2,026 + 0,805} \cdot P = \frac{0,805}{2,831} \cdot P = 0,285 \cdot P. \text{ Bei einem Druck von}$$

$1,35$  ata =  $995$  mm Hg beträgt der Partialdruck  $284$  mm Hg. Der Ausgleichspunkt liegt bei einem Druck von  $1,35$  ata bei  $74,5^{\circ}$ .

Das Spaltgas wird bei seiner Ausgleichstemperatur durch das

Russfilter gefahren. Dabei verliert es an Wärmehalt  $\frac{200 \cdot F}{6800} = \frac{200 \cdot 200}{6800} = \frac{40\ 000}{6800} = 5,9 \text{ WE/m}^3$  Kokereigas. Dies entspricht einem Wasserverlust von  $\frac{5,9}{554,6} = 10,6 \text{ g/m}^3$  Kokereigas. Sein Wärmehalt beträgt am Ausgang des Russfilters  $419,2 \text{ WE/m}^3$  Kokereigas.

**III. Berechnung des CO-Konverters.**

Das Spaltgas I soll im Wärmetauscher 2 auf  $360^\circ$  vorgewärmt werden. Das Spaltgas II soll den CO-Konverter mit  $420^\circ$  verlassen. Es soll 3 % CO enthalten.

**a) Berechnung des CO-Umsatzes.**

Die umzusetzenden Teile CO berechnen sich aus der Gleichung

$$\frac{0,351 - x}{2,026 + x} = \frac{3}{100} \quad \text{zu } x = 0,282 \text{ Teilen.}$$

**b) Wärmebilanz des Konverters.**

Durch die Reaktion werden  $0,282 \cdot 372 = 105 \text{ WE/m}^3$  Kokereigas frei. Zur Erwärmung des Spaltgases II von  $360^\circ \rightarrow 420^\circ$  werden gebraucht  $\Delta T \cdot c_p = 60 \cdot 1,008 = 60,5 \text{ WE/m}^3$  Kokereigas.

Spez. Wärme des Spaltgases II bei  $400^\circ$ :

CO <sub>2</sub>	:	0,350	·	0,512	=	0,179
CH <sub>4</sub>	:	0,003	·	0,726	=	0,002
H <sub>2</sub> O	:	0,771	·	0,385	=	0,298
zweiatomig	:	1,955	·	0,317	=	0,620
						<u>1,099</u>
						· 0,917 = 1,008

Das Spaltgas II verliert durch Ableitung  $\frac{200 \cdot F}{6800} = \frac{200 \cdot 150}{6800} = 3,8 \text{ WE.}$

Die Oberfläche des CO-Konverters bis zum Kontaktende beträgt  $100 \text{ m}^2$

Die Oberfläche der Leitung vom Wärmetauscher bis zum Ofen beträgt  $\sim 30 \text{ m}^2$

Gesamtoberfläche  $\sim 130 \text{ m}^2$

Durch Kondensateinspritzung sind auszugleichen:  $105 - (60,5 + 3,8) = 40,7 \text{ WE/m}^3$  Kokereigas.

Verdampfungswärme von 1 kg Kondensat von  $67^{\circ}$  zu Dampf von  $420^{\circ}$  =  $595 + 420 \cdot 0,374 - 67 = 595 + 157 - 67 = 685$  WE/kg Kondensat.  
Der Kondensatbedarf beträgt  $\frac{40,7}{685} = 59,4 \text{ g} = 0,081 \text{ m}^3$ .

## c) Regulierdampf.

Im CO-Konverter sollen insgesamt  $3 \cdot 0,351 = 1,053 \text{ m}^3 = 774 \text{ g}$   $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^3$  Kokereigas eingefahren werden. Am Ausgang des Russfilters enthält das Spaltgas  $591 - 10,6 = 580,4 \text{ g}/\text{m}^3$  Kokereigas. In der Zwischenkühlung werden eingebracht

$$\frac{59,4 \text{ g}/\text{m}^3 \text{ Kokereigas}}{639,8}$$

Als Regulierdampf sind also zuzusetzen:  $774 - 639,8 = 134,2 \text{ g}$   $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^3$  Kokereigas.

## d) Der Gesamtdampfbedarf.

Der Gesamtdampfbedarf der Anlage beträgt  $134 + (250 - 222) = 134 + 28 = 162 \text{ g}/\text{m}^3$  Kokereigas.

## IV. Abkühlung des Spaltgases II.

## a) Wärmeinhalt des Spaltgases II am Ausgang des CO-Konverters.

Fühlbare Wärme:  $T \cdot c_p = 420 \cdot 0,950 = 399,0 \text{ WE}$

Mittl. spez. Wärme des Spaltgases II von  $0^{\circ} - 400^{\circ}$

$$\text{CO}_2: 0,350 \cdot 0,459 = 0,161$$

$$\text{CH}_4: 0,003 \cdot 0,556 = 0,002$$

$$\text{H}_2\text{O}: 0,566 \cdot 0,467 = 0,264$$

$$\text{zweiatomig: } 1,955 \cdot 0,311 = 0,608$$

$$1,035 \cdot 0,917 = 0,950$$

Kondensationswärme des Wassers:  $0,566 \cdot 595 = 336,0 \text{ WE}$

Wärmeinhalt am Ausgang des CO-Konverters ( $\text{WE}/\text{m}^3$  Kokereigas)  $735,0 \text{ WE}$

## b) Wärmetauscher 2.

Das Spaltgas II soll im Wärmetauscher 2 das Spaltgas I auf  $360^{\circ}$  erwärmen.



Wärmeinhalt des Spaltgases I bei 360° = 360 · c<sub>p</sub> + WL =  
 360 · 0,905 + 595 · 0,7146 = 751 WE/m<sup>3</sup> Kokereigas

Mittl. spez. Wärme des Spaltgases I von 0° bis 400°.

CO <sub>2</sub> :	0,068 · 0,459 = 0,031	W = 0,7146
CH <sub>4</sub> :	0,003 · 0,556 = 0,002	
H <sub>2</sub> O:	0,715 · 0,467 = 0,333	
zweiatomig:	1,955 · 0,312 = 0,622	
	0,988 · 0,917 = 0,905	

Wärmeinhalt des Spaltgases I am Ausgang des Russfil-  
 ters = 419,2 WE.

Durch Zusatz von 134,2 g Regulierdampf von 115° erhöht sich der  
 Wärmeinhalt um 0,1342 · 645,4 = 86,6 WE auf 505,8 WE.

(Der Partialdruck des Wassers nach der Dampfzugabe beträgt

$$\frac{0,972}{2,026} \cdot P = \frac{0,972}{2,998} \cdot P = 0,324 P.$$

Bei einem Druck von 1,5 ata = 957 mm Hg beträgt der Partial-  
 druck 310 mm. Der Taupunkt liegt bei 76,7°. Die Temperatur des  
 Spaltgases nach der Dampfzugabe ergibt sich aus

$$505,8 = \bar{c}_p T + WL_0; \bar{c}_p T = 80,8 \text{ zu } \sim 90^\circ.$$

Das Spaltgas I ist also nach der Dampfzugabe trocken.

Das Spaltgas II gibt im Wärmetauscher an Spaltgas I ab:

$$751 - 505,8 = 245,2 \text{ WE}$$

$$\text{Es verliert durch Wärmeleitung } \frac{200 \cdot F}{6800} = \frac{200 \cdot 80}{6800} =$$

$$\frac{1600}{6800} = 2,4 \text{ WE}$$

$$\text{Gesamtverlust im Wärmetauscher 2 } 247,6 \text{ WE}$$

Im Ausgang des Wärmetauschers 2 besitzt das Spaltgas II einen  
 Wärmeinhalt von 755,0 - 247,6 = 487,4 WE/m<sup>3</sup> Kokereigas.

V. Das Kühler-Verdunstersystem.

a) Wärmebilanz des Wasserkreislaufes.

Die Wärmebilanz lautet:

Im Verdunster an die Eingangsgase abgegebene Wärme + Wärmeinhalt des Kondensats für die Einspritzkühlungen = Wärmeinhalt des Frischkondensats + im Kühler von Spaltgas II aufgenom-

mene Wärme.

1.) Im Verdunster an die Eingangsgase abgegebene Wärme.

Wärmeinhalt der mit Dampf gesättigten Eingangsgase  $c_p \cdot T + W \cdot L_p$

bei  $p = 1,6 \text{ ata} = 1180 \text{ mm Hg}$  ist  $W = \frac{p}{1180-p} \cdot 1,601 \cdot \frac{18}{24,5} =$

$1,175 \cdot \frac{p}{1180-p} \text{ kg/m}^3$  Kokereigas.

Spez. Wärme der Eingangsgase (Mittlere von  $0^\circ - 100^\circ$ )

CO <sub>2</sub>	:	0,036	·	0,409	=	0,015
CH <sub>4</sub>	:	0,272	·	0,429	=	0,117
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	:	0,024	·	0,471	=	0,012
zweiatomig	:	1,269	·	0,311	=	0,394
						0,538
						·
						0,917
						=
						0,498

15° p = 12,8 W = 0,0129 kg W · L<sub>p</sub> = 7,75  
 Wärmeinhalt  $c_p \cdot T = \frac{7,4}{15,45}$

30° p = 31,8 W = 0,0326 kg W · L<sub>p</sub> = 19,8  
 Wärmeinhalt  $c_p \cdot T = \frac{14,8}{34,6}$

45° p = 71,9 W = 0,0765 kg W · L<sub>p</sub> = 46,6  
 Wärmeinhalt  $c_p \cdot T = \frac{22,2}{58,8}$

55° p = 118 W = 0,131 kg W · L<sub>p</sub> = 81,3  
 Wärmeinhalt  $c_p \cdot T = \frac{27,2}{108,5}$

65° p = 187,5 W = 0,222 kg W · L<sub>p</sub> = 139,0  
 Wärmeinhalt  $c_p \cdot T = \frac{32,1}{171,1}$

Die im Verdunster auf die Eingangsgase übertragene Wärme hängt von der Temperatur ab, auf die im Kühler das Wasser erwärmt werden kann. Der Ausgleichspunkt des Spaltgases II ist 68,9° (vgl. 4). Das Wasser erwärmt sich im Kühler auf 67°. Die Eingangsgase verlassen dann den Sättiger mit einer Sättigung von 55°.

Wärmeinhalt der Eingangsgase am Ausgang des Sättigers	171,1 WE
" " 15° warmen, gesättigten Eingangsgase	15,5 WE
In den Verdunstern von den Eingangsgasen aufgenommene Wärme	155,6 WE

2) Wärmeinhalt des Kondensats für die Einspritzkühlungen = 0,399.67 = 26,7 WE.

Vom Wasserkreislauf sind also zu übertragen: 155,6+26,7 = 182,3 WE/m<sup>3</sup> Kokereigas.

3) Wärmeinhalt des Frischkondensats.

Das Frischkondensat wird mit 15° eingebracht. Seine Menge hängt davon ab, wieviel Wasser im Kühler auskondensiert wird. Sie hängt also von der dem Spaltgas II 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 genauen Kondensatbedarf.

Bilanz des Kondensatbedarfes:

Die Eingase nehmen im Verdunster auf:	222 g
Die Einspritzkühlung 1 nimmt auf:	77 g
Die Einspritzkühlung 2 nimmt auf:	263 g
Die Zwischenkühlung vom CO-Konverter nimmt auf:	59 g
<u>Gesamtbedarf an Kondensat</u>	<u>521 g</u>
Im Kühler werden kondensiert	130 g
Bedarf an Frischkondensat	491 g H <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup>
	Kokereigas.

Wärmeinhalt des Frischkondensats/ 0,491.15 = 7,4 WE.

4) Das Spaltgas II hat am Ausgang des Wärmetauschers einen Wärmeinhalt von 487,4 WE/m<sup>3</sup> Kokereigas. (vergl. Abschnitt IV) Einem Wärmeinhalt von 487,4 WE/m<sup>3</sup> Kokereigas = 211 WE/m<sup>3</sup> Spaltgas = 250 WE/Nm<sup>3</sup> Spaltgas entspricht bei 760 mm Hg ein Ausgleichspunkt von 68,9°. Das Kreislaufwasser erwärmt sich im Kühler auf 67°. Im Kühler sind dem Spaltgas II 182,3 (1+2) - 7,4 (3) = 174,9 WE zu entziehen. Das Spaltgas II hat am Ausgang des Kühlers einen Wärmeinhalt von 487,4 - 174,9 = 312,5 WE/m<sup>3</sup> Kokereigas. 312,5 WE/m<sup>3</sup> Kokereigas = 155,2 WE/m<sup>3</sup> Spaltgas = 147,5 WE/Nm<sup>3</sup> Spaltgas = 206,4 g H<sub>2</sub>O/Nm<sup>3</sup> Spaltgas = 189,0 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> Spalt-

gas =  $436 \text{ g H}_2\text{O/m}^3$  Kokereigas. Der Taupunkt liegt bei  $60,9^\circ$ .  
Das Spaltgas II gibt im Kühler  $566-436 = 130 \text{ g H}_2\text{O}$  ab.

#### b) Bestimmung der Wassermenge.

Die Mindestwassermenge für den Verdunster ist  $5,4 \text{ kg/m}^3$   
Kokereigas (siehe Figur).

Die Höchstwassermenge für den Kühler ist  $\frac{174,9}{68,9-60,9} = 21,9 \text{ kg/m}^3$   
Kokereigas.

Die betriebsmässige Wassermenge muss zwischen diesen beiden Werten liegen. Da es darauf ankommt, dass im Verdunster möglichst viel Wasser an die Eingangs-gase abgegeben wird, wählt man zweckmässig in Verdunster den Temperaturunterschied zwischen Gas und Wasser möglichst hoch. Dies erreicht man durch eine grössere Wassermenge im Kreislauf. Wählt man die Wassermenge so, dass am Ausgang des Kühlers  $15 \text{ kg H}_2\text{O/m}^3$  Kokereigas anfallen, so besitzt dieses Wasser einen Wärmeinhalt von  $1005 \text{ WE}$ . Von diesen  $15 \text{ kg H}_2\text{O}$  werden  $399 \text{ g}$  für die Einspritzkühlung gebraucht. In die Verdunster werden also  $14,6 \text{ kg}$  mit  $1005-67,0,399 = 1005-26,7 = 978,3 \text{ WE}$  eingebracht. In den Verdunstern werden  $222 \text{ g H}_2\text{O}$  und  $155,6 \text{ WE}$  an die Eingase abgegeben. Die Verdunster verlassen also  $14,4 \text{ kg H}_2\text{O}$  mit  $822,7 \text{ WE}$ , d.h. mit  $57,1^\circ$ . Durch die Zugabe von  $491 \text{ g}$  Frischkondensat erhöht sich die Wassermenge auf  $14,9 \text{ kg}$ , der Wärmeinhalt auf  $830,1$ . Die Temperatur sinkt also auf  $55,7^\circ$ . Im Kühler werden  $0,1 \text{ kg H}_2\text{O}$  und  $174,9 \text{ WE}$  aufgenommen, so dass am Ausgang des Kühlers wieder  $15 \text{ kg H}_2\text{O}$  mit  $1005 \text{ WE}$ , d.h. mit  $67^\circ$  zur Verfügung stehen.

#### c) Schlusskühler.

Das Spaltgas II verlässt den Kühler I mit einem Wärmeinhalt von  $312,5 \text{ WE/m}^3$  Kokereigas. Im Schlusskühler soll es auf  $15^\circ$  abgekühlt werden. Bei  $15^\circ$  besitzt das Spaltgas einen Wärmeinhalt von  $12,95 \text{ WE/m}^3$  Spaltgas =  $11,85 \text{ WE/m}^3$  Spaltgas =  $27,4 \text{ WE/m}^3$  Kokereigas. Dem Spaltgas sind also  $312,5-27,4 = 285 \text{ WE/m}^3$



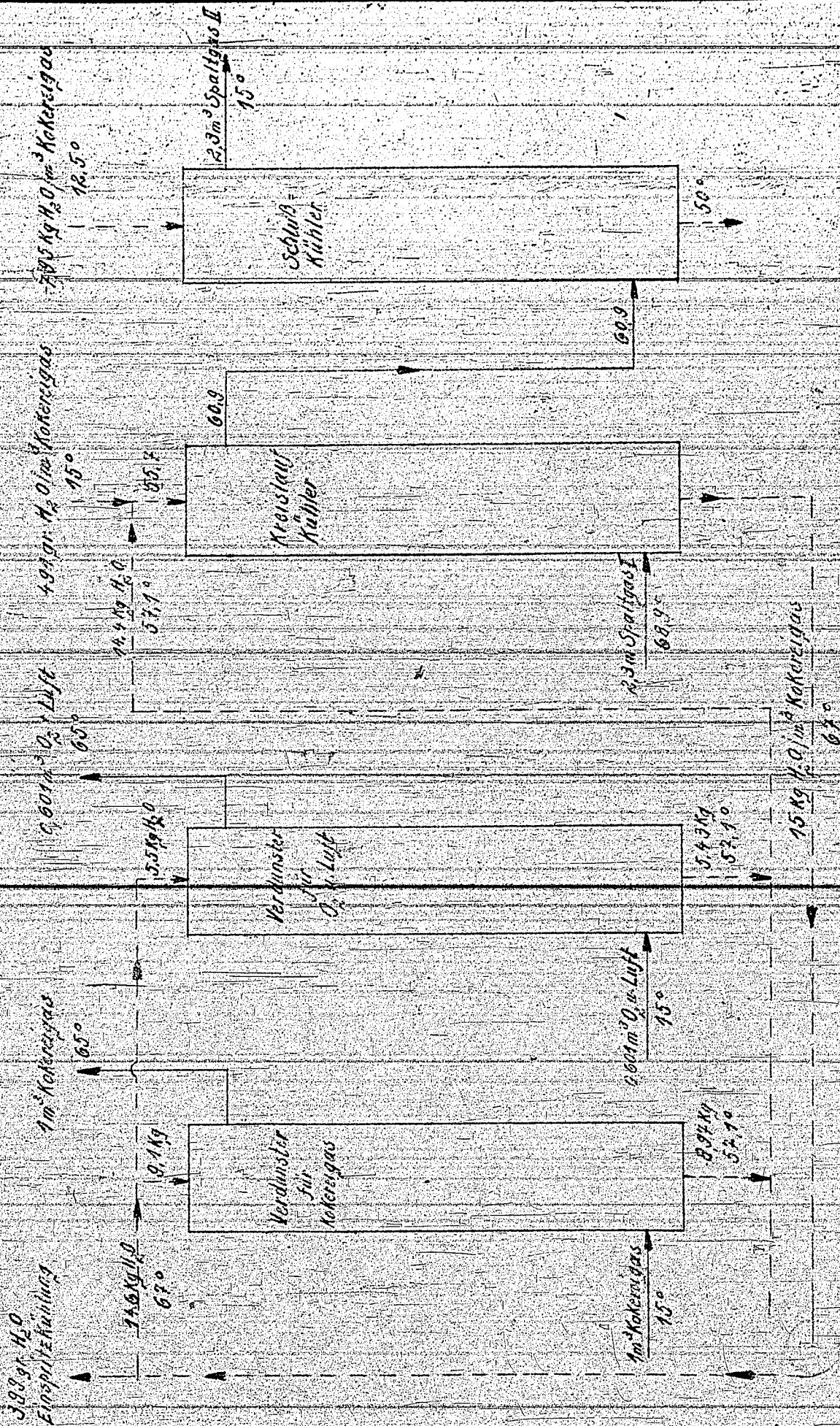
Kokereigas zu entziehen. Das Kühlwasser soll sich dabei von 12,5 auf 50° erwärmen.

Der Kühlwasserbedarf beträgt  $\frac{285,1}{37,5} = 7,6 \text{ kg H}_2\text{O/m}^3 \text{ Kokereigas}$ .

*Bartm. Schmid*

800000049

N-Anlage



I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft  
Ludwigshafen am Rhein

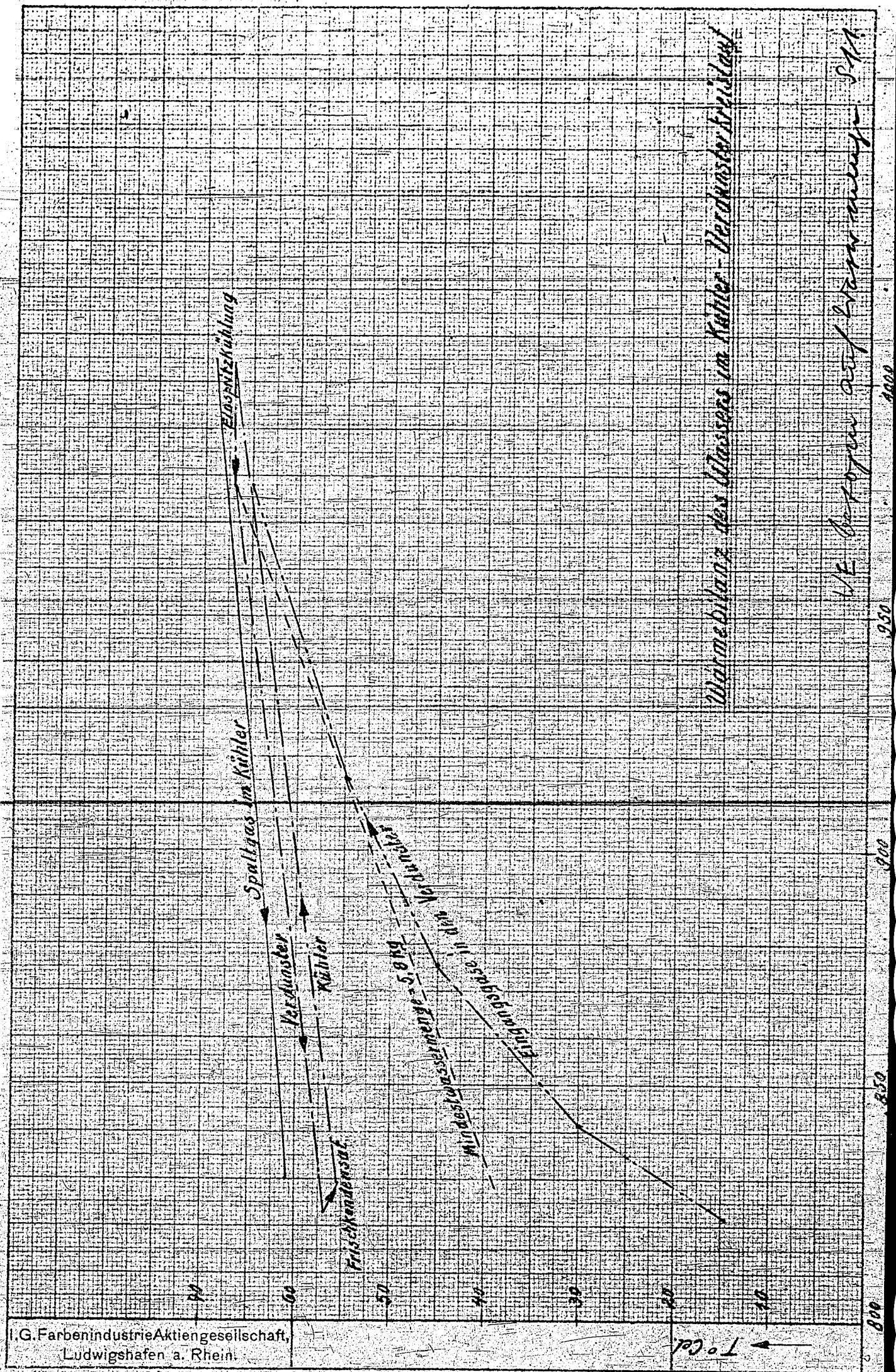
Maßst.

Urheberrechtsschutz nach DIN 34

Tag

Name

800000050



I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft,  
Ludwigshafen a. Rhein.

DIN - Format A 4 (210 x 297 mm)

T °C

NE Bestehen auf Stromrechnung - S.M.

800 850 900 950



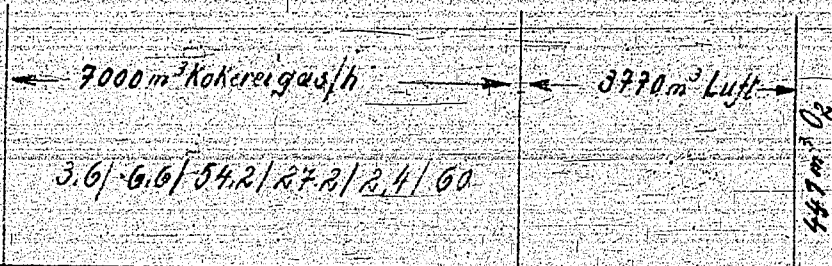
N-Anlage

800000051

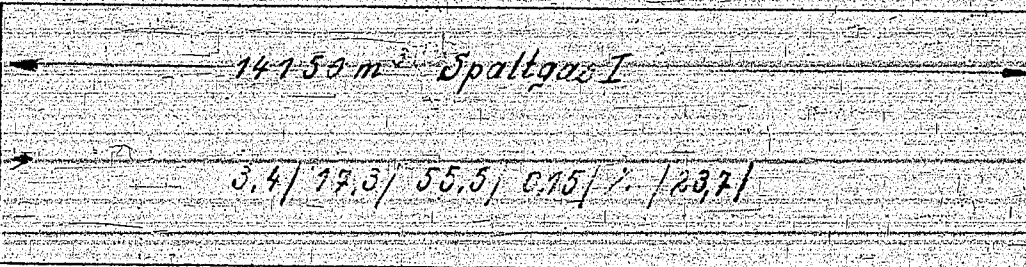
56,2 Mill.  $N m^3$  Kokereigas/Jahr

= 61,3 Mill.  $m^3$  (15°-735°m) Kokereigas/Jahr

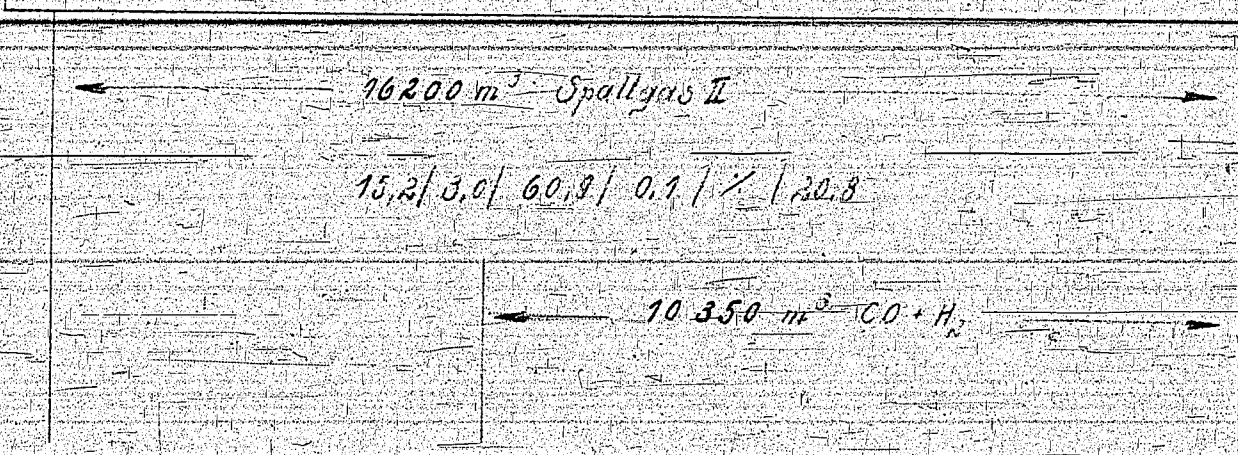
= 7000  $m^3$  Kokereigas/h



$CO_2$ -Konverter



CO-Konverter



Reihenfolge der Analysenzahlen

$CO_2$  /  $CO$  /  $H_2$  /  $CH_4$  /  $C_2H_4$  /  $N_2$



12 k 8 City - 245 Ne 50 5 Hz 31.10.41

800000052

Part per 2000 LE f. Luftgas 4000 von 10000

8000 Partige } E Jun 4000 Partige 2000 LE  
2000 Abg }

3.1 CO<sub>2</sub>

2.0 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

0.9 O<sub>2</sub>

28.5 CO

12.9 H<sub>2</sub>

18.7 CH<sub>4</sub>

5.7 N<sub>2</sub>