

Anlage I

Kalkulation

von

Kraftgas und Wassergas

nach Winkler

Expl. 2.

USSBS V. 11

Microfilm All

Leuna

USSBS

TEAM 46

LEUNA

Box # 2

V-11.

Kalkulation von Kraftgas und

Wassergas nach Vinkler.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Allgemeines	1
II. Kohletrocknung	5
1. Allgemeines	5
2. Dampf - Kohletrocknung	6
3. Feuer gas - Kohletrocknung	10
III. Rohkohlens- und Trockenkohlenförderung	14
IV. Kraftgas - Erzeugung	19
1. Kraftgas aus Trockenbraunkohle mit 8 % Wasser	19
2. Kraftgas aus Braunkohlengrube	27
V. Wassergas - Erzeugung aus Braunkohle	31
1. Allgemeines	31
2. Die Abhängigkeit des Verhältnisses Wasser- gas : Blaugas von dem Heizwert des Blau- Gases	32
3. Wassergas aus Braunkohlengrube	36

Kalkulation von Kraftgas und Wassergas nach Winkler.

I. Allgemeines.

In der Zusammenstellung (Dr. Schneider vom 29.11.1927) wurde eine Gegenüberstellung der Rentabilität der Vergasung von Hoke gegen Rohbraunkohle durchgeführt, die sich auf derzeitige Betriebsergebnisse und Annahmen stützte.

In folgenden soll in Anlehnung an diese Gegenüberstellung versucht werden, die Zahlen nach dem heutigen Betriebsstand zu ergänzen bzw. zu ändern. Bevor die im ersten Bericht durchgeführte Vergleichsrechnung aufgestellt wird, soll die Gaserszeugung getrennt behandelt und die Ergebnisse dann in die Rechnung eingesetzt werden. Nach dem heutigen Stand der Winklergaserszeugung würden folgende Fälle zu berücksichtigen sein :

- I. Kraftgaserszeugung aus Rohbraunkohle,
- II. Kraftgaserszeugung aus Braunkohlengrude,
- III. Kraftgas- und Wassergaserszeugung aus Grude.

Wir wissen heute, daß für den ersten Fall die Kohle auf ca. 8 % H₂O vorgetrocknet werden muß, wenn ein für die Kraftgasmaschinen brauchbares Gas bei der Vergasung erzeugt werden soll (obm = 1000 WE mit 22 % CO und 15 % H₂). Die Trocknung dieser Kohle kann nach den Ergebnissen der durchgeführten Versuche nicht mit der Abwärme der Generatorgase (Rehrtrocknung), sondern sie muß in besonders dazu aufgestellten Feuersgas- bzw. Dampftrocknern durchgeführt werden.

In folgenden sind daher zunächst die Kosten der Kohle-

trocknung für Dampf- und Feuertrocknung zusammengestellt. Dabei ist hervorzuheben, daß die Fördereinrichtungen aus den allgemeinen Anlagewerten herausgenommen sind und die Förderkosten der Kohle getrennt ermittelt wurden. Die Verwertung der Abhitze der Generatoren ist in die Betriebskalkulation mit eingerechnet worden.

Kalkulationsgrundlagen.

Die Kalkulation ist nach den Grundsätzen der Betriebskalkulation durchgeführt, deren Einzelposten in folgende Gruppen eingereiht werden :

- I. Rohstoffe
- II. Energien
- III. Löhne und Gehälter (Gehälter in % vom Arbeitslohn)
- IV. Reparaturen
(Material + Unkostenszuschläge in % von den Betriebshandwerkerlohnstunden)
- V. Betriebsmaterial etc. in % vom Arbeitslohn
- VI. Amortisation
- VII. Gutschriften .

Rohstoffe und Energien sind aus den Betriebszahlen der Anlage ermittelt und auf die Einheit der Berechnung (1000 cbm) mengenmäßig festgelegt. Die Arbeiterlohnstunden sind aus der Anzahl der beschäftigten Arbeiter entnommen und ebenso für die Einheit bestimmt. In dem Marktbetrag für die Lohnstunden sind die Werkeszuschläge für geleistete Arbeit (Prämie, Schutzzulage etc.) mit enthalten. Der Zuschlag für Wohlfahrts- und Verwaltungskosten auf den Lohn ist getrennt aufgeführt. In gleicher Weise ist der Betriebshandwerkerlohn ermittelt.

II. Kohletrocknung.

1. Allgemeines.

Wärmeverbrauch, x)

Die zum Verdampfen von 1 kg Wasser in einem Kohletrockner erforderliche Wärme dient :

1. zum Verdampfen des Wassers,
2. zur Erwärmung der Luft oder Feueergase,
3. zur Deckung der fühlbaren Wärme der abgehenden Trockenkohle,
4. zur Deckung der Leitungs- und Strahlungsverluste.

1. Wärme zum Verdampfen des Wassers	600 WE
2. Wärme zur Erwärmung der Luft (30° - 20°)	50 WE
3. Fühlbare Wärme der Trockenkohle	
v. Kohleart (Wassergehalt) abhängig 100-1200 WE	500 WE
4. Wärmeverlust geschätzt	50 WE
	900 WE

x) Siehe Bleibtren, Kohletrocknung, Archiv für Wärmewirtschaft 1927, S. 82.

Bei der Trocknung von Rohbraunkohle mit Dampf- bzw. bei Feuergastrocknung treten Verluste ein, die auf ein Anschmelzen der Kohle zurückzuführen sind; es geht dabei Teer der Kohle verloren. Diese Verluste sind je nach der Behandlung der Kohle verschieden. Bei der Betrachtung, in der die Dampftrocknung und Feuergastrocknung gegenübergestellt werden, rechnet man bei der Dampftrocknung mit 3 % und bei der Feuergastrocknung mit 11 % Teerverlust; es ist dabei angenommen, daß die Feuergastrocknung bei 850° maximal erfolgt. Diese Teerverluste bedeuten zunächst einen Substanzverlust an Kohle, der in der Rechnung berücksichtigt werden muß und bei den ermittelten Zahlen eingesetzt ist. Darüber hinaus bedeutet aber dieser Teerverlust vermäßig einen Verlust. Es muß der Heizwert der erhaltenen Trockenkohle auf den Heizwert der eingesetzten Rohkohle umgerechnet werden. Die Rechnungen sind also zunächst durchgeführt mit dem Gewicht der tatsächlich erhaltenen Trockenkohle. Der Endbetrag aus der Kalkulation muß also, um den Wert der Kohle zu erhalten, mit dem Faktor :

tatsächliches Gewicht der Kohle

wertmäßiges Gewicht der Kohle nach Heizwert

multipliziert werden. Die Rechnung der Verluste, die bei Dampftrocknung und Feuergastrocknung bei 3 % und 11 % Teerverlust entstehen, ist in folgenden aufgeführt :

T. - B. - Kohle aus 1 t B. - B. - Kohle
r.d.Heydt-Kohle 55 % H₂O, Ho = 5950
bei 8 % und 11 % Teerverlust.

H ₂ O - Gehalt der T.-B.-Kohle	15	8	2 %
<u>8 % Teerverlust.</u>			
T.-B.-Kohle : tatsächl. Gewicht	<u>0.55</u>	<u>0.502</u>	<u>0.472</u> t
Ho tatsächl.	5330	5770	6130 kcal/kg
T.-B.-Kohle : x) wertmäßiges Ge- wicht nach Heizwert	<u>0.542</u>	<u>0.507</u>	<u>0.477</u> t
<u>11 % Teerverlust.</u>			
T.-B.-Kohle : tatsächl. Gewicht	<u>0.542</u>	<u>0.502</u>	<u>0.47</u> t
Ho tatsächl.	5290	5720	6100 kcal/kg
T.-B.-Kohle : x) wertmäßiges Ge- wicht nach Heizwert	<u>0.536</u>	<u>0.495</u>	<u>0.465</u> t

x) Wertmäßiges Gewicht nach Heizwert : Zum Vergleich von T.-B.-Kohle bei verschiedenen Teerverlusten werden die T.-B.-K.-Gewichte auf den Heizwert von T.-B.-K. ohne jeden Teerverlust umgerechnet.

Heizwert der T.-B.-K. ohne Teerverlust	{	bei 15	8	2 % H ₂ O
		Ho	5330	5770

2. Dampf - Kohletrocknung.

Bei der Kohletrocknung mit Dampf muß die notwendige Wärme durch den Heißdampf aufgebracht werden.

Wärmeinhalt des Dampfes	680 WE/kg
Für 1 kg zu verdampfendes Wasser	1,5 kg Dampf.

Gemäß 3, Seite 5 kann diese Zahl je nach Art (Wassergehalt) der Kohle beträchtlich unter - oder überschritten werden. Für hohe Wassergehalte wird sie tiefer liegen, für niedrige Wassergehalte höher.

Dampf-Kohlerechnung.

Betriebszahlen.

Wassergehalt der R.-B.-Kohle	55 %	55 %	55 %
" " F.-B.-Kohle	15 %	6 %	2 %

Leistungsahlen.

Trommeln vorhanden	8	8	8
Trommelausnutzung	90 %	90 %	90 %
Leistung einer Trommel	21,6	14,6	6,1 t RBK/Stk.
" " "	12,-	7,37	3,07 t TBK/ "
Ges.-Leistung bei 90 % Ausn.	156,8	104,4	88,2 t RBK/ "
" " " 90 % "	88,4	58,05	27,65 t TBK/ "

Energieverbrauch.

Strom	Hochsp. f. Mahlung	2,49	2,7	2,97 kWh/St./t TBK
	Niedersp. f. Trocknung	1,05	1,59	2,76 " /t "
H.-D.-Dampf		1,14	1,55	1,52 t/t TBK
Rückkühlwasser		1,29	2,07	3,98 cbm/t TBK

Löhne und Gehälter.

Arbeiterzahl	68	68	68	Mann
Lohnstunden	504	504	504	Std./Tag
"	0,243	0,596	0,755	" /t TBK
Lohnzuschl. in Arb.-Lohnstdn.	0,073	0,119	0,227	" /t "
Gehälter " " "	0,047	0,077	0,147	" /t "

Reparaturen.

Rep.-Schlosser	24	24	24	Mann
Rep.-Lohnstunden	192	192	192	Std./Tag
" " "	0,096	0,151	0,287	" /t TBK
Mat. u. Unkost.-Zuschl. in Rep.-Lohnstunden	0,157	0,255	0,486	" "

Betriebsmaterial.

Betriebsmat. in Arb.-Lohnstdn.	0,016	0,026	0,049	" "
--------------------------------	-------	-------	-------	-----

Ableserische
Eine graphische Darstellung der Betriebszahlen gibt Anlage 9. *Zurück* 2

Dampf-Verlebung.

Anlagekosten und Amortisation.

ANLAGEKOSTEN.

1. Gebäudekosten für 8 Tromeln	£	944 751
2. Apparate - Kosten	£	1 706 567
	£	<u>2 651 298</u>

Amortisation.

1. Gebäude	£	47 237 / Jahr
2. Apparate	£	170 656 / Jahr
	£	<u>217 893 / Jahr</u>

Bei einem Wassergehalt der TBK von	15 %	8 %	2 %
ist die Leistung	86,5	88,8	87,9 t TBK/ Std.
Amortisation	0,299	0,402	0,691 £ / t TBK.

Dampf - Kahlerechnung.

Kosten für 1 t T.-B.-Kohle.

	15 %	8 %	2 %	
K₂O - Gehalt der T.-B.-K.				
a) Materialien.				
T.-B.-Kohle	1,817 t	1,98 t	2,08 t	7,3180
b) Brennstoff.				
M.-D.-Dampf	1,14 t	1,245 t	1,32 t	3,8000
Hochspannung f. Verhlg.	2,48 kWh	2,7 kWh	2,87 kWh	0,0459
Niederspannung f. Trocknung	1,05 "	1,176 "	1,24 "	0,0667
Rückflussswasser	1,28 cbm	2,07 cbm	2,98 cbm	0,0637
c) Lohn und Gehälter.				
Lohnmann	0,245 Std.	0,396 Std.	0,753 Std.	0,8806
Lohnzuschlag	0,075 "	0,119 "	0,237 "	0,2800
Gehälter	0,067 "	0,077 "	0,147 "	0,2000
d) Materialien.				
Lohnmann	0,0928 "	0,1503 "	0,287 "	0,3740
Lohnzuschlag	0,0282 "	0,432 "	0,0607 "	0,1125
Damp.-Net.u.Unk.-Zuschlags	0,1574 "	0,255 "	0,485 "	0,6280
e) Materialien.				
Summe der Spesen:	0,016 "	0,086 "	0,049 "	0,0640
Kosten nach Einrechnung des Feuertarifes:	10,3514	12,1340	14,3908	14,6814
	10,3500	12,1579	14,3908	14,6814

3,4735

6,6528

3. Feuergas - Kohletrocknung.

Bei Kohletrocknung mit Feuergasen muß der Wärmeverbrauch (siehe Allgemeines) durch Verbrennung von Kohle aufgebracht werden.

Bei einem unteren Heizwert der Feuerkohle von

2 400 WE / kg

beträgt der Kohleverbrauch für 1 kg

zu verdampfendes Wasser

ca. 0,4 kg H₂O.

Wie bei der Dampftrocknung der Dampfverbrauch, so ist bei der Feuergastrocknung der Feuerkohleverbrauch je nach Art (Wassergehalt) der zu trocknenden Kohle beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

Feuergas-Kohletrocknung.Betriebszahlen.

Wassergehalt der H.-B.-Kohle	55 %	55 %	55 %
" " F.-B.-Kohle	15 %	8 %	2 %

Leistungs zahlen.

Trommeln vorhanden (180 cm)	3	3	3
" " (105 cm)	2	2	2
Leistung einer 180 cm-Trommel	68,5	53,2	40 t TBK/Std.
" " " " " "	37,2	26,6	18,8 t TBK/ "
" " 105 " " " "	39,8	31,-	25,5 t TBK/ "
" " " " " "	21,6	15,8	10,9 t TBK/ "
Ges.-Leistung bei 80 % Ausn. u.	225,7	177,2	133,3 t TBK/ "
" " " " " "	128	83,6	62,8 t TBK/ "

Energieverbrauch.

Hochspannung: a) Mahlung	2,51	2,78	2,95	KWhSt./t TBK
b) Trocknung	2,67	3,68	3,05	" "
	5,18	6,46	7,00	" "
Niederspannung: Trocknung	2,78	3,78	6,37	" "
Feuerkohle	0,51	0,372	0,422	t/t TBK
Rückkühlwasser	3,44	4,8	7,-	cm / t TBK

Löhne und Gehälter.

Arbeitszahl	72	72	72	Mann
Lohnstunden	576	576	576	Std./Tag
"	0,197	0,271	0,382	" /t TBK
Lohnzuschlag in Arb.-Lohnstd.	0,059	0,081	0,115	" "
Gehälter in " "	0,058	0,058	0,075	" "

Reparaturen.

Rep.-Schlosser	45	45	45	Mann
Rep.-Lohnstunden	360	360	360	Std./Tag
"	0,125	0,159	0,239	" /t TBK
Lohnzuschlag in Handw.Lohnstd.	0,037	0,0609	0,0718	" "
Mat.u.Umkost.-Zuschlag in Rep. Lohnstunden	0,208	0,2558	0,403	" "

Betriebsmaterial.

Betr.-Mat. in Arb.-Lohnstdn.	0,018	0,018	0,025	" " "
------------------------------	-------	-------	-------	-------

In Anlage 10 ist die Abhängigkeit der Betriebszahlen vom Trocknungsgrad graphisch dargestellt.

Feuergas-Zählstreckung.

Anlagekosten und Amortisation.

Anlagekosten.

1. Gebäudekosten	£ 2 527 221
2. Apparatkosten	£ 5 235 414

Amortisation.

1. Gebäude	£ 126 561 / Jahr
2. Apparate	£ 328 841 / Jahr
	<hr/>
	£ 454 902 / Jahr

Bei einem Wassergehalt der TBK von	15 %	8 %	2 %
ist die Leistung	122	89,6	62,8 t/TBK Std
Amortisation	0,425	0,595	0,828 £/t TBK.

Preisergebnis - Kohlelektrolyse.

Kosten für 1 t T.-B.-Kohle.

	15 %	8 %	2 %	Σ
H₂O - Gehalt der T.-B.-Kohle				
a) Materialkosten.				
T.-B.-Kohle	1,54 t	2,- t	2,13 t	7,4550
b) Zusätze.				
Beheizung für Mahlung	2,51 kWh	2,76 kWh	2,93 kWh	0,4409
" " Trocknung	2,67 "	3,88 "	5,05 "	0,0308
Niedererzeugung f. "	2,78 "	3,78 "	5,37 "	0,1181
Feuerkohle	0,51 t	0,372 t	0,432 t	1,0770
Stückflüssigkeit	3,44 cbm	498 cbm	7,- cbm	0,1130
c) Löhne und Gehälter.				
Lohnsumme	0,197 Std.	0,271 Std.	0,352 Std.	0,4110
Lohnzuschlag	0,059 "	0,081 "	0,115 "	0,1360
Gehälter	0,038 "	0,053 "	0,075 "	0,0880
d) Instandhaltung.				
Lohnsumme	0,125 "	0,169 "	0,229 "	0,3110
Lohnzuschlag	0,037 "	0,0508 "	0,0718 "	0,0988
Dep.-Zat. + Unkosten-Zuschläge	0,206 "	0,2858 "	0,406 "	0,5250
e) Betriebsmaterial.				
Materialkosten	0,013 "	0,018 "	0,025 "	0,0378
f) Amortisation.				
Summe der Kosten :	9,9676	10,2012	11,7081	11,6888
Kosten nach Einrechnung des Feuerverlustes:	9,0880	10,3902		11,6888

III. Rohkohlen - und Trockenkohlenförderung.

Die Kosten der Trockenkohle sind so aufgestellt, daß der Preis der Rohkohle frei Tiefbunker Werk gerechnet ist. Die Förderung der Rohkohle vom Tiefbunker zu den Trockentrommeln und der Trockenkohle von den Trommeln zu den Verbrauchsstellen ist in der Kalkulation der Kohlenförderung erfaßt worden. Der Kalkulation sind die Soll-Leistungen der Trockenkohlen-Förderanlagen von Me 279 und Me 394 für 24 Stunden zu Grunde gelegt und auf diese die zugehörigen Rohkohlenförderungen abgestimmt. Aus den für Me 279 und Me 394 verschiedenen Spesen ist im Verhältnis der Förderleistungen ein Mischpreis errechnet worden.

Die Anlagekosten schließen die Kosten für Roh- und Trockenkohlenbunker mit ein.

Die Förderkosten, die sich aus den nachfolgenden Zahlen ergeben, sind nur für die Vergasung bzw. Schwelung der Rohkohle in der Winkleranlage zu verwenden. Bei Verwendung der Rohkohle an anderen Verbraucherstellen müßten die Förderkosten nach den aufzuwendenden Spesen besonders errechnet werden.

Kohlenförderung.Betriebszahlen.I. Rohkohlenförderung.

Leistung :	Mo 279	500 t RBK / Std.
	Mo 294	500 t " "
	15 %	8 %
		2 % H ₂ O in TBK
Mo 279 + 294	11 700	12 700
		15 800 t RBK/Tag

Leistung in Tsd. t

Energieverbrauch:

Elektr. Strom Nieder- spannung	0,51	0,51	0,51	kWh/t RBK
	0,94	1,02	1,09	" TBK

Löhne und Gehälter:

Arbeitszahl	35	35	35	Mann/Std.
Lohnstunden	280	280	280	Std./Tag
"	0,024	0,022	0,02	" /t RBK
"	0,044	0,044	0,044	" /t TBK
Lohnzuschl. in Arb.- Lohnstunden	0,015	0,015	0,015	" "
Gehälter	0,008	0,008	0,008	" "

Reparaturen:

Rep.-Schlosser	16	16	16	Mann/Tag
Lohnstunden	128	128	128	Std./Tag
"	0,011	0,01	0,0095	" /t RBK
"	0,02	0,02	0,02	" /t TBK
Lohnzuschlag in Handw.-Lohnstunden	0,006	0,006	0,006	" "
Rep. Mat. u. Unkosten- zuschl. in Handw. Lohn- stunden	0,009	0,009	0,009	" "

Betriebsmaterial:

Betr.-Mat. in Arbeiter- Lohnstunden	0,008	0,008	0,008	Std./t TBK.
--	-------	-------	-------	-------------

Kohlenförderung.3. Treibkohlen-Förderung.

Leistung:	Mo 279	70 t	TBE/Std.
	Mo 304	195 t	" "
	Mo 279 + 304	6360 t	" /Tag .

Energieverbrauch.

Elektr. Strom Niederspannung	8,6	KWh/t	TBE
------------------------------	-----	-------	-----

Löhne und Gehälter.

Arbeiternahl	51	Mann/Tag	
Lohnstunden	408	Std./ "	
"	0,064	" /t	TBE
Lohnzuschl. in Arb.-Lohnstunden	0,019	" "	
Gehälter	0,012	" "	

Reparaturen.

Rep.-Schlosser	25	Mann/Tag	
Lohnstunden	200	Std./Tag	
"	0,031	" /t	TBE
Lohnzuschl. in Handw. Lohnstunden	0,009	" "	
Rep.-Mat. u. Unkostenschlag in Handw.-Lohnstunden	0,06	" "	

Betriebsmaterial.

Betriebsmaterial in Arbeiter-			
Lohnstunden	0,012	Std./t	TBE.

Anlagekosten und Amortisation.

Anlagekosten:

1. Gebäudekosten	A 6 024 785
2. Apparatkosten	A 3 664 154

Amortisation :

1. Gebäude	A 301 239
2. Apparate	A 355 415
	<u>A 657 654</u>

Bei einer Leistung von 6 560 t TBE / Tag beträgt die Amorti-

ention $\text{A } 0,29 / \text{ t TBE} .$

Hohlkohlern - und Trockenbraunkohlernförderung.

Kosten für 1 t T.-B.-Kohle.

	15 %	8 %	2 %	
H₂O - Gehalt der T.B.K.				
a) Beizler.				
Niederspannung	5,54 kWh	3,52 kWh	5,59 kWh	0,082
b) Löhne und Gehälter.				
Lohnsumme	0,108 Std.	0,108 Std.	0,108 Std.	0,119
Lohnzuschlag	0,032 "	0,032 "	0,032 "	0,035
Gehälter	0,020 "	0,020 "	0,020 "	0,022
c) Zugmaschinen.				
Lohnsumme	0,051 "	0,051 "	0,051 "	0,055
Lohnzuschlag	0,015 "	0,015 "	0,015 "	0,020
Reparatur-Mat.	0,009 "	0,009 "	0,009 "	0,130
d) Betriebsmaterial.				
in Arbeiter-Lohnstunden	0,030 "	0,020 "	0,030 "	0,022
e) Amortisation.				
Summe der Spesen :	0,290	0,290	0,290	0,290
	0,761	0,763	0,764	0,764

IV. KRAFTGAS - ERZEUGUNG.

1. Kraftgas aus Trockenbraunkohle mit 8 % Wasser.

Zur Vergasung gelangt Braunkohle, die in Feuertrockenstrommeln auf 8 % H₂O vorgetrocknet ist. Die Kalkulation des erzeugten Generatorgases ist aus den folgenden Tabellen zu entnehmen. Drei nach den bisherigen Betriebsergebnissen mögliche Fälle sind zusammengestellt.

Die Trockenkohle mit 8 % H₂O ist aus einer Rohbraunkohle mit ungefähr 29,5 % C, 55,2 % H₂O und 8 % Asche gewonnen. Ihre Durchschnittsanalyse zeigt folgende Werte :

C	=	55,2 %
H ₂	=	4,4 %
O + N	=	15,0 %
S fl.	=	5,1 %
Asche	=	12,5 %
H ₂ O	=	8,0 %

Die Heizwerte betragen :

H₂ = 8450 kcal/kg; H₀ = 5720 kcal/kg.

Die Durchschnittsanalyse des erzeugte Kraftgases ist folgende :

CO ₂	=	8,0 %
CO	=	22,0 %
H ₂	=	15,4 %
OH ₂	=	0,9 %
N ₂	=	55,7 %

Die Heizwerte sind :

H₂ = 1000 kcal/m³ bei 15 ° 735 mm
 H₀ = 1050 " " " " " " " " " " " "

Der Kohlenstoffgehalt des Gases ist dabei 0,15 kg/m³ (15°, 735 mm)

Aus den angeführten Analysen und dem Kohlebedarf läßt sich der Wirkungsgrad des Winklergenerators errechnen. Die für die weitere Betrachtung wichtigen Zahlen sind im folgenden zusammengestellt :

Erzeugte Gesamtmenge	Belastung je Stunde	Verbr. an HBK	Verbrauch an TBK	Kohlenst. Ausnutzung	Wärme Wirkungsgrad	Kohlenst. im Staub
1 ohm	50000 m ³	0,728	0,864	70,9 %	51 %	57,2 %
1 ohm	80000 m ³	0,758	0,879	68,0 %	49 %	59,2 %
1 ohm	100000 m ³	0,814	0,407	65,8 %	45,6 %	68,0 %

Der Gesamtwirkungsgrad des Generators geht demnach mit höherer Belastung zurück. Gute Oberwindführung ist bei den Zahlen mit berücksichtigt. Der Kohlenstoffgehalt der Asche nimmt mit der Belastung zu. Für die Kalkulation ist natürlich die Frage aufzuwerfen, ob die Asche einer weiteren Verwendung zugeführt werden kann. Bis jetzt in ein zweites Gefäß nicht gefunden

x) Der C-Gehalt im Staub ist unter der Annahme ermittelt, daß sämtliche Asche als Staub anfällt; der geringe Anteil, der durch den Rost abgeht mit ca. 40 % C ändert an der Zahl nur wenig.

Kraftgas aus THK.Betriebszahlen.

Generatoren vorhanden :			4	
" in Betrieb:			3	
Leistung eines Generators:	50 000	80 000	100 000	cbm/Std. (2000 WE)
" von 3 Generatoren :	150 000	240 000	300 000	" "
Gas aus 1 kg Kohle	2,75	2,64	2,65	cbm/kg THK
Kohledurchsatz	2 640	4 360	5 880	t / Tag HBE
"	1 320	2 180	2 940	t/Tag THK 6% H ₂ O
"	0,584	0,579	0,407	t THK/1000 cbm
Energiebedarf:				
Windmenge	750	750	750	cbm/ 1000 cbm
Dampfverbrauch (H.D.) (Kond. 0,1 kg/cbm Wind)	0,075	0,075	0,075	t / "
Elektr. Strom :				
Hindrehsehnecken, Zellenr., Rührer, Pressluml., Aschen- sehnecken. H.Sp.	1,25	0,8	0,64	kWh / 1000 cbm
Elektrofilter (gemoh.) H.Sp.	1,00	1,0	1,00	" "
Gesamt-Niederspannung	2,25	1,8	1,64	" "
Beintegratoren (H.Sp.)	4,0	4,0	4,0	" "
Wasser rein	0,25	0,25	0,25	cbm/ 1000 cbm
Rückfließwasser	10	10	10	m ³ / 1000 cbm .

Kraftgas aus ZBK.

Gaserzeugung :	150 000	240 000	300 000 cbm/Std.	
<u>Löhne und Gehälter.</u>				
Arbeiterzahl	169	169	169	Mann
Lohnstunden	1 352	1 352	1 352	Std./Tag
"	0,375	0,334	0,163	Std./1000 cbm
Lohnzuschlag in Arb.- Lohnstunden	0,112	0,070	0,055	" "
Gehälter in Arb.- "	0,078	0,045	0,037	" "
<u>Reparaturen.</u>				
Rep.-Schlosser	140	140	140	Mann
Reinhandwerker	10	10	10	"
Rep.-Lohnstunden	1 200	1 200	1 200	Std./Tag
"	0,333	0,203	0,167	" /1000 cbm
Lohnzuschlag in Handw.- Lohnstunden	0,100	0,058	0,050	" "
Mat. + Unkost. Zuschlag HTA in Handw.-Lohnstd.	0,600	0,375	0,302	" "
Mat. + Unkost. Zuschlag HTA in Handw.-Lohnstd.	0,053	0,025	0,015	" "
<u>Betriebsmaterial.</u>				
in Arbeiter-Lohnstund.	0,049	0,031	0,024	" "

Abhitzeverwertung.

Die Erzeugung von Dampf mit 15 atü erfordert 750 WH/kg Dampf.

Bei Ausnutzung des fühlbaren Wärmeinhalts des Gases von 900° C bis auf 500° C herab beträgt der Wärmeverbrauch
 $1000 \times 600 \times 0,2 = 120 000 \text{ WH} / 1000 \text{ cbm Gas}$,
 der eine Dampferzeugung von

$$\frac{120 000}{750 \times 1000} = 0,16 \text{ t} / 1000 \text{ cbm Gas}$$

ermöglicht.

Kraftgas aus THZ.

Anlagekosten und Amortisation.

	£
Generator und Staubsaug angem.	500 000
Elektroreinigung	550 000
Eisenkonstruktion (Traggerüste usw.)	300 000
Abhitzeessel	450 000
Rohrleitung & Kühler	350 000
Desintegratoren	150 000
Kokalksten	50 000
Unvorhergesehenes	300 000
Zuschlag für Rohrleitungen, Rohrbrücken und Gasometer	500 000
	5 150 000
Gesamt :	£ 5 150 000

Amortisation G. 1

für 1 Generator	£ 552 000 / Jahr
* 4 Generatoren	£ 2 008 000 / Jahr

Bei Generatorleistungen von

50 000	80 000	100 000	obm/Std. für 1 Gen.
u. 150 000	240 000	500 000	" " " " " "

Amortisation:

0,77	0,48	0,38	£ / 1000 m ³ Gas.
------	------	------	------------------------------

Die Einzelkosten der Speisen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt und ausgewertet.

Als besonderer Fall wurde ein anderer Aschengehalt im Staub angenommen. Es wäre denkbar, durch besondere Überwindführung etc. die Kohle so weit nutzbar zu verbrennen, daß nur noch 25 % G in der Asche vorhanden sind. Dieser Fall wurde bei einer Belastung des Generators von 80 000 ohm / Std. eingesetzt. Vorausgesetzt wurde dabei, daß alle übrigen Verhältnisse im Generator so bleiben, daß also Energieverhältnisse, Luftmenge und letzten Endes auch die Gaszusammensetzung keine Änderung erfährt. Es ändert sich dann nur die Rohstoffmenge, die Preisgestaltung des resultierenden Kraftgases ist aus der Tabelle zu entnehmen.

Kraftgas - Herstellung aus T.-B.-Z.

Kosten für 1000 m³ Kraftgas. - B₀ = 1000 WR / m³.

	50 000 m ³ 57,2 %	80 000 m ³ 59,3 %	100 000 m ³ 63,0 %	
0,364 t Förderung	M 3,79	M 3,94	M 4,25	
4, - kWh	0,29	0,30	0,32	
2,28 " "	0,064	0,064	0,064	
0,075 t	0,051	0,040	0,026	
0,25 ohm	0,21	0,21	0,21	
10 " "	0,10	0,10	0,10	
	0,16	0,16	0,16	
0,489 Std.	0,54	0,34	0,27	
0,073 " "	0,08	0,05	0,04	
0,333 " "	0,43	0,27	0,22	
0,100 " "	0,13	0,08	0,07	
0,600 " "	0,73	0,49	0,40	
0,033 " "	0,04	0,03	0,02	
0,049 " "	0,05	0,04	0,03	
	0,77	0,48	0,38	
0,24 t	7,43	6,59	6,57	
	0,65	0,65	0,65	
	6,78	5,94	5,92	

0) ...
 1) ...
 2) ...
 3) ...
 4) ...
 5) ...
 6) ...
 7) ...
 8) ...
 9) ...
 10) ...

Kraftgas - Herstellung aus I. S. G.

Kosten für 1000 m³ Kraftgas. - B₁ = 1000 m³ / m³.

<p>1) Rohstoffe</p> <p>Wasser-Kohle 6 % H₂O</p>									
<p>2) Energie</p> <p>Heizenergie</p> <p>Flüchenergie</p> <p>Erwärmungsenergie</p> <p>Wasserdampf</p> <p>Wasserdampf</p> <p>Wasserdampf</p>									
<p>3) Lohn- und Materialkosten</p> <p>Lohnkosten</p> <p>Materialkosten</p> <p>Schlichter</p>									
<p>4) Abschreibungen</p> <p>Lohnkosten</p> <p>Materialkosten</p> <p>Rep.-Mater. H I A</p> <p> H I A</p>									
<p>5) Zuschlagskoeffizienten</p> <p>15 % Lohn- und Materialkosten</p>									
<p>6) Abschreibungen</p> <p>Summe der Spalten 1-5</p> <p>Zuschlag für Abschreibung</p> <p>Kosten für 1000 cbm Gas</p>									

80.000 m³
25,0 %

M 2,98
0,22
0,064
0,04
0,21
0,10
0,16
0,34
0,05
0,27
0,08
0,49
0,05
0,04
0,48
5,95
0,65
4,90

0,287 \$ Förderung
4,8 kWh
1,8
0,075 \$
0,25 cbm
10
0,305 Std.
0,046
0,208
0,068
0,037
0,026
0,031

2. Kraftgas aus Braunkohlengruße .

Zur Vergasung gelangt Braunkohlengruße, die im Schmelzverfahren gewonnen wird. Sie soll nach Möglichkeit heiß aus dem Schmelzofen direkt dem Winklerofen zugeführt werden. Für die Kraftgaszerzeugung sind wieder die drei Fälle herausgegriffen, wie bei der Vergasung von Trockenbraunkohle mit 8 % H₂O. Es können dann aus den Analysen die erforderlichen Zahlen errechnet werden.

Durchschnittsanalyse der Gruße :

C	=	75,4	%
H	=	2,2	%
O + N	=	2,2	%
S fl.	=	0,8	%
Asche	=	21,4	%
H ₂ O	=	0,0	%
H ₂	=	6 520	kcal/m ³
H ₂	=	6 640	" " "

Die durchschnittliche Gasanalyse des Kraftgases ist :

CO ₂	=	4,8	%
CO	=	27,0	%
H ₂	=	9,8	%
CH ₄	=	0,9	%
N ₂	=	57,5	%
H ₂	=	1 050	kcal/m ³ 15° 755 mm
H ₂	=	1 100	" " " "

Der Kohlenstoffgehalt des Gases beträgt ca. 0,16 kg / m³ .

Aus den angeführten Zahlen läßt sich nun der Wirkungsgrad des Winklergenerators bei Kraftgaszerzeugung aus Gruße und verschiedenen Belastungen annähernd errechnen :

Erzeugte Gasmenge	Belastung je Stunde	Verbr. an Grude	Verbr. an Grude f. 1000 Wk	O - Ausnutzung	Wärme-Wirkungsgrad	C-Gehalt im Staub.
1 cbm	50 000 m ³	0,815 kg	0,800 kg	69,5 %	52,7 %	81,4 %
1 "	80 000 "	0,352 "	0,317 "	65,8 %	50,0 %	84,0 %
1 "	100 000 "	0,365 "	0,346 "	62,8 %	48,4 %	88,0 %

Bei der Ermittlung und Auswertung der Gesamtposten ist genau so verfahren, wie bei der Berechnung des Preises für Kraftgas aus Trockenbraunkohle. Lohnstunden und Reparaturen sowie Anlagenwerte sind übernommen; nur die Energiemehlen sind etwas verringert worden. Die Zahlen sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Analog der Kraftgas erzeugung aus Trockenbraunkohle ist auch hier ein weiterer Fall mit 25 % O im Staub angenommen und damit ein Kraftgaspreis errechnet.

Für die Ermittlung des Grudepreises ist von der Voraussetzung ausgegangen, daß zur Erzeugung eines brauchbaren Kraftgases eine Kohle mit nicht mehr als 8 % Wasser nötig ist. Diese kostet nach der Berechnung auf Seite 13 mit Feuertrocknung $\text{A } 10,59$ pro t bei einem Rohbraunkohlenpreis von $\text{A } 3,50$ pro t, zusätzl. der Förderungskosten von $\text{A } 0,78$ pro t nach Seite 13, zusammen also $\text{A } 11,17$ pro t. Diese Trockenkohle hat einen oberen Heizwert von 5720 kcal/kg. Die in der Schwelung anfallende Grude wird mit einem oberen Heizwert von 6640 kcal/kg eingesetzt. Unter Zugrundelegung der Verhältnisse dieser Heizwerte errechnet sich aus dem obigen ZBK-Preis ein Preis von $\text{A } 12,93$ für 1 t Grude.

Bei dieser Berechnung ist bewußt das Verhältnis der oberen Heizwerte eingesetzt und dabei die Veredlung, welche der Brennstoff mit 8 % Wasser durch die Beseitigung eines Wassergehaltes bei der Schwelung erfährt, vernachlässigt worden.

Kraftaus - Herstellung aus Braunkohlengruben.

Kosten für 1000 m² Kraftaus. - E₀ = 1050 WE/m².

	10.000 kWh 51,4 %	20.000 kWh 26,0 %	30.000 kWh 14,0 %	40.000 kWh 10,0 %	50.000 kWh 7,0 %
1) Investitionskosten	0,315 €	4,08	0,312 €	4,31	0,365 €
2) Wartungskosten	3,2 kWh	0,05	3,2 kWh	0,05	3,2 kWh
3) Stromerzeugung	2,08	0,05	2,88	0,04	3,44
4) Wasserkosten	0,075 €	0,21	0,075 €	0,21	0,075 €
5) Wasserzehrung	0,25 kWh	0,10	0,25 kWh	0,10	0,25 kWh
6) Wasserkosten	10	0,16	10	0,16	10
7) Wasserzehrung	0,403 kWh	0,54	0,365 kWh	0,34	0,244 kWh
8) Wasserkosten	0,073	0,09	0,046	0,05	0,037
9) Wasserkosten	0,333	0,43	0,208	0,27	0,167
10) Wasserkosten	0,100	0,13	0,068	0,08	0,050
11) Wasserkosten	0,500	0,73	0,373	0,49	0,302
12) Wasserkosten	0,053	0,04	0,025	0,03	0,015
13) Wasserkosten	0,049	0,05	0,031	0,04	0,024
14) Wasserkosten	0,77	0,77	0,77	0,45	0,45
15) Wasserkosten	1,42 (69)	1,42 (69)	1,42 (69)	6,65	6,65
16) Wasserkosten	0,05	0,05	0,24	0,05	0,24
17) Wasserkosten	0,24	0,71	0,24	0,60	0,60
18) Wasserkosten	5,45	5,45	5,45	5,71	5,71
Summe der Kosten:					
Kosten für 1000 kWh:					
Wasserkosten:					
Wasserkosten:					

V. Wassergaserzeugung aus Braunkohle.

1. Allgemeines.

Bei der Wassergaserzeugung aus Braunkohle nach Winkler war beabsichtigt, neben dem Wassergas in der Blaseperiode ein für die Gasmotoren des Werkes brauchbares Kraftgas herzustellen. Das Blasegas mußte mindestens ¹⁰⁰⁰ 950 WE/cbm und einen ¹³ 12 % nicht überschreitenden Wasserstoffgehalt haben (siehe Kraftgas-Erzeugung Seite 1). Weitere Bedingung mußte sein, daß ein möglichst günstiges Verhältnis von Wassergas zu Blasegas erreicht wurde.

Versuche mit Rohbraunkohle sind nicht durchgeführt, da sie bereits bei der Kraftgas-Erzeugung auf Schwierigkeiten stießen. Bei der Verwendung von Trockenbraunkohle stellten sich sehr hohe Verhältnisse von Menge Wassergas : Blasegas - im günstigsten Falle 1 : 12 - ein, da die im Kohlebett entstehende, sehr reaktionsfähige Grude die beim Blasen primär entstandener Kohlenäure schon bei Temperaturen unter 1000° C vollständig zu Kohlenoxyd reduzierte und dadurch die Erzeugung und Speicherung größerer Wärmemengen für die Wassergasreaktion verhinderte.

Bei dem Übergang zur Verwendung von Grude zeigte es sich, daß das Verhältnis von Wassergas zu Blasegas sich wohl niedriger einstellte, aber trotzdem ebensowenig wie die Zusammensetzung des Wassergases und der Heizwert des Blasegases den erwarteten Ergebnissen entsprach.

Es wurde daher zunächst auf Grund der vorliegenden Analysen eine Untersuchung angestellt, wie sich das Verhältnis von Wassergas zu Blasegas sowie der Heizwert des Blasegases bei

den gegebenen Bedingungen einstellen muß.

2. Die Abhängigkeit des Verhältnisses Wassergas : Blasgas von
dem Heizwert des Blasgases.

Den Ausgangspunkt für diese Untersuchung bildet die Versuchsanlage (Anlage I) eines Versuches mit 4 % Wasser enthalten-
der Grude. Es sind eine Reihe von Wassergas-Versuchen unter die-
sen Bedingungen durchgeführt worden, so daß wir die angegebenen
Zahlen als brauchbares Mittel bezeichnen können.

Die Analysen, die der Rechnung zu Grunde liegen, sind
folgende:

Durchschnittsanalyse der Grude:

C	%	67,4
H	%	2,0
O + N	%	3,0
S kl.	%	1,4
Aesche	%	22,2
Wasser	%	4,0
H ₂	NR/kg	9700
H ₂	"	5910

Die Zusammensetzung der Gase war bei einem ermittelten
Verhältnis von 1 : 7,5 folgende:

	Wassergas	Blasgas
CO ₂	12,4 %	8,6 %
CO	32,6 %	20,2 %
H ₂	47,6 %	7,4 %
CH ₄	0,2 %	0,3 %
H ₂	7,0 %	55,5 %
C-Gehalt in Gas	0,226 kg C/cbm	0,144 kg C/cbm
H ₂	2 257 NR/cbm	781 NR/cbm
H ₂	2 056 "	795 "

Aus der Bilanz ergibt sich als Restglied für die Gas-, Leitungs- und Strahlungsverluste ein Betrag von nur 0,67 % des Wärmedurchsatzes, der gegenüber dem bei Generatoren üblichen von 4 - 6 % sehr gering erscheint. Aufklärung konnte noch nicht geschaffen werden. Die unsichersten in die Bilanz eingehenden Werte sind die Zahlen für die Zusammensetzung und damit den Heizwert des Klasegases und die für den C-Gehalt des Staubes. Ihre Veränderung bewirkt aber in dem Restglied für die Strahlungs- und Verluste nur Verschiebungen um Bruchteile eines Prozentes.

In Anlage 2 wurde der für die Bildung von Wassergas der erhaltenen Zusammensetzung einschließlich der fühlbaren Wärme des Wassergases, des unersetzten Wasserdampfes und des Staubes im Generator aufzuwendenden Wärmesumme, der nach Abzug der fühlbaren Wärme des Klasegases, des Wasserdampfes aus der Grube und des Staubes bleibende Rest der positiven Reaktionswärme des Klasegases gegenübergestellt (innere Wärmebilanz). Der Leitungs- und Strahlungsverlust wurde aus Anlage 1 ermittelt, indem der dort erhaltene Betrag an Kalorien im Verhältnis der Gasungszeit zur Klasezeit = ca. 1 : 5 geteilt und auf 1 cbm Wassergas bzw. 7,5 cbm Klasegas umgelegt wurde.

Auf diese Weise wurde in Anlage ²/~~1~~ ein Verhältnis Wassergas : Klasegas = 1 : 6,5 gefunden. Um das experimentell festgelegte Verhältnis 1 : 7,5 zu erreichen, mußte der Leitungs- und Strahlungsverlust schätzt werden. Der so ermittelte Strahlungsverlust beträgt 1,3 % des Wärmedurchsatzes der äußeren Wärmebilanz (vgl. Anlage 1).

Die folgenden Rechnungen sind alle unter der Voraussetzung durchgeführt, daß sich nur die Wärmespeicherungen in Gasen

rator ändert, während die Zusammensetzung des Wassergases, die Ausgangstemperatur von Wasser- und Blasegas usw., bis auf die jeweils in den Anlagen gesondert aufgeführten Faktoren die gleichen bleiben. Durch eine Änderung der zu Grunde liegenden Versuchsergebnisse würden alle auf ihnen aufgebauten Rechnungsergebnisse in Mitleidenschaft gezogen werden.

Die Verwendung trockener Grude erniedrigt das Blasegas-Wassergasverhältnis auf 6,6 (vgl. Anlage 3, Blasegas 3). Diese auf trockene Grude berechneten Zahlen sind als neuer Ausgangspunkt genommen und von ihm aus die Verschiebung des Mengenverhältnisses der Gase zueinander mit dem Heizwert und damit der überschüssigen Reaktionswärme des Blasegases berechnet.

Anlage 3 ^{nr 4} enthält die so gefundenen Zahlenwerte und zeigt, daß ein Blasegas mit 1065 Wk/obm sich nicht mehr herstellen läßt. (Blasegas 1). Andererseits sinkt beim stärkeren Blasen auf CO₂ das Verhältnis ^(3,2) auf 3,2. Die Frage, ob man technisch ein solches Gas erblasen kann trotz der dann notwendigerweise höheren Temperaturen und des dadurch hervorgerufenen Schmelzens der Asche ist bei den Rechnungen natürlich unberücksichtigt geblieben.

Die folgenden Tabellen (vgl. Anlagen 4 - 9) zeigen den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes im Staub, der Dampferwärmung beim Gaseinblasen, der Dampferwärmung, der Windverwärmung und der kombinierten Dampf- und Windverwärmung.

Bei der Dampferwärmung (vgl. Anlage 6) ist angenommen, daß nur die fühlbare Wärme des Blasegases in einem Cowper ausgenutzt wird. Die unter dieser Voraussetzung nicht mehr zu realisierenden Gasverhältnisse sind eingeklammert.

Für die Wind- und die kombinierte Dampf- und Windverwärmung ist wegen der Unklarheit der technischen Durchführung der Luftverwärmung und der infolgedessen unsicheren Menge an nutzbarer Abwärme von der Berechnung der Grenzen der Verwärmung mittels der fühlbaren Wärme des Blase- und Wassergases abgesehen worden.

Die Anlagen 9 + 12 bringen graphische Darstellungen der wichtigsten in den Anlagen 4, 6, 7 u. 8 errechneten Zusammenhänge.

Bei den Betrachtungen wurde von der ^{Wärmerückgewinnung} technischen Durchführbarkeit der Voraussetzungen vorerst abgesehen, die zum Teil auf große Schwierigkeiten stoßen dürfte. Z.B. ist die Temperatursteigerung des Kohlebettes und damit die Wärmespeicherung begrenzt durch den Schmelzpunkt der Asche und die hohe Reaktionsfähigkeit der Grube, die das Erblasen eines CO₂-reicheren, mehr Wärme liefernden Blasegases nicht zulässt, da dieses nur an der heißen Grube unter Wärmeverbrauch wieder zu Kohlenoxyd reduziert wird.

Die zusammenfassenden Diagramme (Anlagen ⁹⁻¹² ~~11-14~~) beziehen sich auf die Verwendung trockener Grube von gewöhnlicher Temperatur. Aus Anlage ⁹ ~~11~~ ist das starke Anwachsen des Verhältnisses Blasegas zu Wassergas mit steigendem Heizwert des Blasegases ersichtlich. Die Erzeugung eines heizkräftigen Blasegases unter Aufrechterhaltung eines niedrigen Wassergas-Blasegas-Verhältnisses ist also ohne weiteres nicht möglich.

Die Anlagen ¹⁰⁻¹² ~~12-14~~ zeigen den Einfluss der Verwärmung von Dampf, Wind und der kombinierten Dampf- und Windverwärmung, die die Blasegasmenge im Verhältnis zum Wassergas teilweise erheblich herabsetzen.

Ein Blasegas mit nur 434 VE/cbm, wie es dem Blasegas des
 Hochofentoke - Wassergases entspricht, bedingt nach Anlage 11 ^{9. 11. 1911}
 ein Verhältnis von 1 : 3,2, während dieses an dem Eoke-Wassergasge-
 nerator nur etwa 1 : 1,6 beträgt. Ausschlaggebend für diesen Un-
 terschied ist die hohe mittlere Abgangstemperatur der Gase, ob-
 gleich diese mit 200° nur ebenso hoch angenommen ist, wie bei der
 Erzeugung eines heikräftigeren Blasegases, bei dem die Wärme-
 steigerung und damit die Kohlentemperatur geringer sein muß als
 bei dem stärkeren Blasen auf Kohlenstaube.

3. Wassergas aus Braunkohlenstaube.

In folgenden sind 3 verschiedene Kalkulationen des
 Wassergaspreises durchgeführt worden, die erste auf Grund von
 Versuchsergebnissen mit 5,8 % Feuchtigkeit enthaltender Siebeck-
 staube, die zweite auf derselben Grundlage umgerechnet auf die Ver-
 wendung trockener Staube von 400°, wie sie später aus dem Schmelz-
 ofen kommen würde und die dritte für trockene heiße Staube unter
 der Voraussetzung eines Verhältnisses Wassergas : Blasegas wie
 1 : 4. Die Staube hatte dieselbe Zusammensetzung wie die bei der
 Kalkulation des Kraftgases aus Staube eingesetzt:

Durchschnittsanalyse der Staube:

		feucht	trocken
C	%	69,1	73,4
H	%	2,1	2,2
O + N	%	2,0	2,2
S fl.	%	0,8	0,8
Asche	%	20,2	21,4
Wasser	%	5,8	-
H ₂	VE/kg	6100	6320
H ₂	"	6850	6640

Die Versuche ordnen sich in Bezug auf die Zusammensetzung, Heizwert und Verhältnis der Gase zueinander gut den oben ausgeführten Rechnungen und Diagrammen (siehe Anlage 9) ein.

Durchschnittsanalyse der Gase:

Zustand der Kündroh-Grade:	feucht	trocken	trocken
Verhältnis Wassergas : Biasegas:	1 : 7,6	1 : 6,6	1 : 4
Wassergas:			
CO ₂		11,8 %	
CO		30,5 %	
H ₂		48,1 %	
CH ₄		0,4 %	
N ₂		9,6 %	
Heizwert, unterer		2034 Wt/dm	
" , oberer		2221 "	
C-Gehalt in Gas		0,212 kg/dm	

Biasegas:

Zustand der Kündroh-Grade:	feucht	trocken	trocken
Verhältnis Wassergas : Biasegas:	1 : 7,6	1 : 6,6	1 : 4
CO ₂		8,0 %	12,2 %
CO		20,8 %	12,0 %
H ₂		9,6 %	9,0 %
CH ₄		0,4 %	0,4 %
N ₂		62,2 %	66,4 %
Heizwert, unterer		814 Wt/dm	572 Wt/dm
" , oberer		355 "	610 "
C-Gehalt in Gas		0,143 kg/dm	0,123 kg/dm

Die C-Ausnutzung und den Wirkungsgrad für Wassergas und Blasegas gibt die folgende Tabelle an :

Verhältnis W ₂ -Gas B ₂ -Gas	G a s Art	Menge cbm	Verbrauch an trockener Grube	C-Ausnut- zung	Warme- wirkungs- grad	C-Gehalt im Stach
1 : 7,8	Wassergas	1	0,403 kg	} 71,2 %	53,0 %	} 49,7 %
	Blasegas	1	0,272 "		47,2 %	
	Gesamt	8,8	2,525 "		52,9 %	
1 : 6,6	Wassergas	1	0,403 "	} 71,2 %	53,0 %	} 49,7 %
	Blasegas	1	0,272 "		47,2 %	
	Gesamt	7,6	2,190 "		54,0 %	
1 : 4	Wassergas	1	0,403 "	} 71,2 %	53,0 %	} 49,7 %
	Blasegas	1	0,251 "		39,8 %	
	Gesamt	5	1,550 "		52,7 %	

Der Wert des Wassergases wird durch seinen (CO + H₂)-Gehalt bestimmt. Nach den vorliegenden Analysen beträgt dieser in dem Wassergas aus Grube 78,6 %, während das Hochofenkoke-Wassergas im Mittel 90 % (CO + H₂) besitzt. Für einen Vergleich der Preise dieser Gase wird zweckmäßig auf 1000 cbm 100 %-iges (CO + H₂)-Gemisch umgerechnet. Die Kosten für das Hochofenkoke-Wassergas betragen im Jahresmittel 1928 RM. 26,-/1000 cbm mit 90 % (CO + H₂), d.h. RM. 28,80/1000 cbm 100 %-iges (CO + H₂) bei einem Methangehalt von ca. 0,1 - 0,2 %.

Wie bei den vorhergehenden Rechnungen sind im folgenden auch für die Wassergasherstellung zuerst die Betriebszahlen zusammengestellt, an die sich die Kalkulationen anschließen.

Ausgehend von der Grundkalkulation (Verhältnis 1 : 7,8), die sich auf den Versuchsergebnissen aufbaut, sind Rechnungen aufgestellt für die Verwendung trockener heißer Grube (Verhältnis 1 : 6,6) und für das Verhältnis 1 : 4 unter Gewinnung eines weniger leistungsfähigen Blasegases mit 575 WZ/cbm.

Die beiden letzten Kalkulationen sind fernerhin durch Hineinrechnung gewisser Verbesserungen variiert worden, um zu zeigen.

wie sich der Wassergaspreis stellen würde, wenn der Staub einen besseren Ausbrand hätte (angenommen 25% C im Staub), der (CO + H₂)-Gehalt auf 85% oder die Generatorleistung von 64000 auf 50000 ohn Gesamtgas stiege.

Für die weitere Verbesserung und wirtschaftlichere Gestaltung der Wassergasherstellung kämen noch einige bereits erwähnte nicht begangene Wege in Frage, wie z.B. Vorwärmung von Dampf und Wind, Eindrehen der heissen Crude während der Gasung, evtl. Zersetzung des in der Crude enthaltenen Metans am heissen Mauerwerk. Durch die Vorwärmung von Dampf und Wind wird das Verhältnis von Blasegas zu Wassergas herabgedrückt, vgl. Anlagen 5 - 6 und 10 - 12. Für eine Vorwärmung auf 6000 wurden überschlägliche Kalkulationen beigelegt. Die anderen Fälle sind nicht kalkuliert worden, da jegliche Versuchsunterlagen dafür fehlen.

Die Kalkulationen zerfallen in 2 grosse Gruppen. In der ersten ist das Blasegas unabhängig von seinem Heizwert als Kraftgas mit den auf Seite 29 - 30 kalkulierten Preisen von RM 5,71 bzw. RM 4,61 für 1 Mill. WE je nach dem Ausbrand des Staubes auf 49,3% C bzw. 25% C bewertet worden. Die Verringerung der Erzeugungskosten des Wassergases durch Verbesserung des Ausbrandes auf 25% C im Staub tritt in dem errechneten Gestehungspreise nicht in vollem Masse in Erscheinung, da sie durch die bei besserem Ausbrand notwendigerweise (vgl. S. 30) niedrigere Gutschrift für das Blasegas zum grösseren Teile ausgeglichen werden. In der zweiten Gruppe ist das Blasegas stets nur als Heizgas eingesetzt worden, wobei unabhängig vom Ausbrand des Staubes 1 Mill. WE zum Preise der Feuerkohle mit RM 1,50, ^{von} zusätzlich 10% für den besseren Wirkungsgrad der Gasfeuerungen, zusammen also mit RM 1,65 bewertet sind, ^{beruht auf Preis der RBK Kessel von H 2.50} Dabei kommt die Verringerung der Gestehungskosten des Wassergases durch erhöhten Ausbrand voll in dem kalkulierten Wassergaspreis zum Ausdruck.

Betriebszahlen.Leistungsangaben:

Generatoren vorhanden		4		
" in Betrieb		3		
Verhältnis Wassergas : Blasegas	1 : 7,8	1 : 6,6	1 : 4	
Leistung eines Generators				
Wassergas	7 300	8 460	12 700	cbm/Std.
Blasegas	57 000	55 840	51 600	"
Leistung von 3 Generatoren				
Wassergas	21 900	25 380	38 100	"
Blasegas	171 000	167 520	154 800	"
Grubeverbrauch (C. in Asche 49,7 %)	2,55	2,19	1,55	t/1000cbm Wassergas
" (C in Asche 25 %)	2,01	1,75	1,07	"

Energieverbrauch:

Niederdruckdampf (Dampfzerlegung) 41 %	0,88	0,88	0,88	"
Hochdruckdampf für Wind:				
Windmenge	0,8	0,8	0,84	cbm/cbm Blasegas
"	6 240	5 280	3 360	cbm/1000 cbm Wassergas
Hochdruckdampf 0,1 kg/cbm Wind	0,624	0,528	0,336	t/1000 cbm Wassergas
Niederspannung:				
Solmecken	15,5	13,2	8,0	KWh/1000 cbm Wassergas
Elektrofilter	11	9,3	5,7	"
Hochspannung für				
Desintegratoren	50	42	25	"
Rückkühlwasser	180	150	100	cbm/1000 cbm Wassergas
Wasser rein	2,0	1,66	1,01	"

Wassergas und Kraftgas

Verhältnis Wassergas zu Kraftgas 1 : 7,5 1 : 6,5 1 : 4

Arbeitskräfte:

Arbeiterzahl	208	208	208	Mann
Lehnstunden	1 664	1 664	1 664	Stdn./Tag
"	3,27	2,74	1,83	Stdn./1000 cbm Wassergas
Lehnzuschlag in Arb.-Lehnstdn.	0,95	0,82	0,55	"
Gehälter " " "	0,62	0,53	0,36	"

Reparaturen:

Rep.-Schlosser	200	200	200	Mann
Rep.-Lehnstunden	1 600	1 600	1 600	Stdn./Tag
"	3,05	2,63	1,75	Stdn./1000 cbm Wassergas
Lehnzuschlag in Handw.-Lehnstdn.	0,91	0,79	0,52	"
Rep.-Mat.u. Unkost.-Zuschläge in Handw.-Lehnstdn.	5,94	5,13	3,40	"

Betriebsmaterial:

in Arb.-Lehnstunden	0,40	0,34	0,23	"
---------------------	------	------	------	---

Gutschrift:

Abhitzedampf 750 WD / kg	1,9	1,6	0,96	1/1000 cbm Wassergas
--------------------------	-----	-----	------	-------------------------

Wassergas aus Grube.Änderung der Betriebszahlen durch Erhöhung der Generatorleistung
auf 80 000 ohm Gesamtgas.

Die Zahlen, die sich durch die Leistungssteigerung nicht ändern, sind nicht mit aufgeführt.

Verhältnis Wassergas : Blasegas	2 : 6,6	2 : 4	
Leistung eines Generators			
Wassergas	10 520	16 000 ohm/Std.	
Blasegas	69 480	64 000	*
Leistung von 3 Generatoren			
Wassergas	31 560	48 000	*
Blasegas	198 440	192 000	*

Energieverbrauch:

Niederspannung			
Schnecken	13,2	9,0	ER-Std./ 1000 ohm Wassergas
Elektrofilter	7,5	4,5	*
Hochspannung für			
Desintegratoren	34	20	*

Löhne und Gehälter:

Arbeiterzahl	208	208	Man
Lohnstunden	1664	1664	Stdn./Tag
"	2,20	2,45	Stdn./1000 ohm Wassergas
Lohnzuschlag in Arb.-Lohnstunden	0,66	0,44	*
Gehälter	0,43	0,27	*

Verbrauch aus Grube:

Verhältnis Wassergas zu Blasgas 1 : 6,6 1 : 4

Reparaturen:

Rep.-Schlosser	200	200	Mann
Rep.-Lohnstunden	1.600	1.600	Stdn./Tag
"	2,11	1,38	Stdn./1000 cbm Wassergas
Lohnzuschlag in Handw.-Lohnstunden	0,63	0,40	"
H/p.-Material u. Unkosten-Zuschläge in Handwerker-Lohnstunden	4,10	2,67	"

Betriebsmaterial:

in Arbeiter-Lohnstunden	0,29	0,19	"
-------------------------	------	------	---

Grubeverbrauch bei Erzeugung eines Wassergases
mit 95 % (CO + H₂)

Zusammensetzung des Wassergases:

CO ₂	9,3 %
CO	38,4 %
H ₂	46,6 %
CH ₄	0,2 %
H ₂	5,5 %
Heizwert, unterer	2153 WJ/cbm
" , oberer	2164 "
C-gehalt im Gas	0,239 kg/cbm

Verhältnis Wassergas : Blasgas 1 : 6,6 1 : 4

Grubeverbrauch:

C in Asche	49,7 %	2,24	1,38 1/1000 cbm Wassergas
" " "	25 %	1,00	1,11 "

Wassergas aus Steink.

Anlagekosten und Amortisation.

Anlagekosten für 1 Generator :	M
Generator und Staubsaug ausgeamert	600 000
Elektro - Reinigung	550 000
Eisenkonstruktion	300 000
Kessel	450 000
Rohrleitungen und Kohlen	500 000
Desintegrator	350 000
Kokskosten	100 000
Unvorhergesehenes	300 000
Zuschl. f. Rohrleitung, Rohrbrücken, Gasometer	700 000
	M 3 650 000

Amortisation 8 %

1 Generator	M 292 000 / Jahr
4 Generatoren	M 1 178 000 / "

Verhältnis Wassergas : Blasegas 1 : 7,9 1 : 6,6 1 : 4

Leistung eines Generators

64 300 cbm Gesamtgas/Std.	Wassergas- erzeugung bei 3 Generat.	21 900	23 380	38 100 cbm/Std.
64 300 * *	Amortisation für 1000 cbm Was- sergas	6,14	5,55	3,54 RM/1000 cbm Wassergas
80 000 * *	Wassergaserzeugung bei 3 Generatoren	27 300	31 600	48 000 cbm/Std.
80 000 * *	Amortisation für 1000 cbm Wassergas	4,95	4,27	2,51 RM/1000 cbm Wassergas

Wassergas-Herstellung aus Braunkohlen-Grube.

Kosten für 1000 cbm Wassergas. - C-Gehalt der Asche 49,7 % - 78,6 % (CO + H₂) im Wassergas.

	1 : 7,8 7300 cbm / Std. 37000 814 WR/cbm	1 : 6,6 8460 cbm / Std. 55240 814 WR/cbm	1 : 4 15700 cbm/Std. 51600 575 WR/cbm
Technische Wassergas : Blasegas	2,52 t	2,19 t	1,35 t
Generatorkleistung : Wassergas	0,624 t	0,828 t	0,336 t
Blasegas	0,88 t	0,88 t	0,88 t
Blasegas	50 kWh	42 kWh	25 kWh
Blasegas	26,5 t	22,5 t	13,7 t
Wasser, rdw.	2 t	1,66 t	1,01 t
Rücklaufwasser	180 cbm	156 cbm	106 cbm
1) Lohn und Gehälter:	3,17 Std.	2,74 Std.	1,83 Std.
Lohnsumme	0,95 "	0,82 "	0,55 "
Lohnzuschlag	0,62 "	0,55 "	0,36 "
Gehälter			
2) Reparatur:	3,06 "	2,63 "	1,75 "
Lohnsumme	0,91 "	0,79 "	0,52 "
Lohnzuschlag	5,94 "	5,15 "	3,40 "
Reparatur-Mat.			
3) Betriebsmaterial:	0,40 "	0,34 "	0,23 "
in 100 -Lohnstunden			
4) Inflation:	6,14	5,35	3,54
Summe der Spesen:	66,29	57,64	37,35
Gutschrift : Abtrittsdecks	5,13	4,59	2,95
Blasegas	36,15	20,60	23,10
Summe der Gutschrift :	41,28	35,19	26,05
Wassergas 1000 cbm 78,6 % (CO+H₂)	25,01	22,45	22,54
" " 100 %	31,80	28,60	27,40

Vermögens - Herstellung aus Brennbohlen - Groß.

Kosten für 1000 ohne Vermögen. - G-Gehalt der Asche 25 % - 78,6 % (CO₂ + H₂) im Vermögen.

	1 3 6 6 2460 cbm/Std. 55840 514 VR/cbm	1 : 1 18700 cbm/Std. 51600 575 VR/cbm	EA
Verhältnis Vermögen : Blasegas	1,78 t	22,70	13,88
Gasverlustleistung : Vermögen	0,328 t	1,48	0,94
Blaswert des Blasegases	0,58 t	2,20	1,20
a) Brennstoff:	42 kWh	0,07	0,40
H.-S.-Benzol	22,5 "	0,49	0,30
Kochgasanlage	1,68 t	0,69	0,41
Fischer-Tropsch	160 cbm	2,40	1,69
b) Lohn:	2,74 Std.	3,01	1,91
Lohnm. im Schmelz	0,82 "	0,90	0,61
Lohnm. d. Schmelz	0,53 "	0,58	0,40
c) Reparatur:	2,68 "	3,42	1,28
Lohnm. d. Schmelz	0,79 "	1,08	0,67
Reparatur-Mat.	5,13 "	6,07	1,62
d) Betriebsmaterial:	0,34 "	0,37	0,28
in Art.-Lohnstunden		5,35	1,54
e) Abfertigung:	1,6 t	21,24	26,08
Summe der Spesen:	3,37 Mill. VR	4,59 x/1	2,59
Gutschrift : Abhitzedampf		26,75	10,60
Blasegas		20,24	15,19
Summe der Gutschriften:		22,60	20,68
Vermögen 1000 ohne 78,6 % (CO₂)		28,75	26,30
" " " 100 % "			

x mindigste Aufschlagpunkt
(Annahme der mündigsten Preisbildung)

Preisvergleich des Bismutbolzen-Gusses

Kosten für 1000 cfm Wasserzinn - 87 1/2 (CO + H₂) im Wasserzinn

	49.7 1/2		22 1/2	
	1 : 6,6 8460 cfm/std. 55840 " " 814 WE / cfm	1 : 4 12700 cfm/std. 51600 " " 575 WE / cfm	1 : 6,6 8460 cfm/std. 55840 " " 814 WE / cfm	1 : 4 12700 cfm/std. 51600 " " 575 WE / cfm
U-Gehalt in Lecke				
Verfügbare Wassermenge : Wassermenge				
Benötigte Wassermenge : Wassermenge				
Belastung des Wassermenge				
Wassermenge	2,24 t	1,36 t	1,80 t	1,11 t
Wassermenge	29,00	17,90	23,30	14,36
Wassermenge	29,24	20,03	29,24	20,03
Wassermenge	58,24	37,93	52,54	34,41
Wassermenge	35,19	15,69	29,34	13,19
Wassermenge	23,05	22,24	23,20	21,22
Wassermenge	27,35	26,20	27,33	25,00

Wassermenge 1000 cfm 87 1/2 (CO + H₂)
 " " " 100 " (CO + H₂)

Wassergas - Herstellung aus Braunkohlen - Grube.

Kosten für 1000 cbm Wassergas. - C-Gehalt der Asche 49,7 % - 78,6 % (COH₂) im Wassergas.
Erhöhung der Generatorleistung auf 80 000 cbm Gesamtgas/Std.

	Verhältnis Wassergas : Blasegas Generatorleistung: Blasegas Nennwert des Blasegases	1 : 6,6 10520 cbm/Std. 69450 " " 814 WE/cbm	1 : 4 16000 cbm/Std. 64000 " " 573 WE/cbm	RA
a) Rohmaterialien. Braunkohlengrube	2,19 t	28,40	17,20	RA
b) Energien.				
E.-D.-Dampf	0,528 t	1,48	0,94	
N.-D.-	0,88 t	2,20	2,20	
Hochspannung	34 KWStd.	0,54	0,32	
Niederspannung	20,7 "	0,46	0,28	
Wasser rein	1,68 t	0,69	0,41	
Rückkühlwasser	150 cbm	2,40	1,60	
c) Löhne und Gehälter.				
Lohnsumme	2,20 Std.	2,42	1,59	
Lohnzuschlag	0,66 "	0,73	0,48	
Gebälter	0,43 "	0,47	0,30	
d) Reparaturen				
Lohnsumme	2,11 "	2,74	1,80	
Lohnzuschlag	0,63 "	0,82	0,52	
Reparatur-Mat.	4,10 "	5,33	3,48	
e) Betriebsmaterial. in Arb.-Lohnstunden	0,29 "	0,32	0,21	
f) Amortisation.				
Summe der Spesen:				
Gutschrift: Abhitzedampf	1,6 t	5,27	5,14	
Blasegas	5,37 Mill. WE.	4,59	2,59	
Summe der Gutschriften:		30,60	13,10	
Blasegas		35,19	15,69	
Wassergas 1000 cbm 78,6 % (COH ₂)		18,08	18,43	
" " " 100 %		22,95	23,40	

Wassergas - Herstellung aus Braunkohlen - Grube

Kosten für 1000 cbm Wassergas. - C-Gehalt der Asche 26 % - 78,6 % (CO + H₂) im Wassergas.

Erhöhung der Generatorleistung auf 80 000 cbm Gesamtgas/Std.

	1 : 6,6 10520 cbm/Std. 69480 314 KR/cbm	1 : 4 16000 cbm/Std. 64000 375 KR/cbm	MA	MA
Verbleibendes Wassergas : Blasegas				
Generatorleistung : Wassergas				
Blasegas				
Wärmwert des Blasegases				
a) Braunkohlengruben				
b) Wasserdampf				
c) Lohn und Gehälter				
d) Zement				
e) Leinwand				
f) Anstrichmittel				
Summe der Spesen :				
Gatschrift : Abhittdampf				
Blasegas				
Summe der Gatschriften :				
Wassergas 1000 cbm 78,6 % (CO + H₂)				
" " " 100 %				

Von den auf S. 89 erwähnten Verbesserungsmöglichkeiten ist der Einfluss der Vorwärmung von Dampf und Wind, und kombinierter Dampf- und Windvorwärmung, für die Versuchsergebnisse nicht vorliegen, überschläglich kalkulatorisch erfasst worden. Die Einzelheiten der Rechnung sind nicht mit aufgeführt, sondern nur die gefundenen Gesteuerungskosten tabellarisch auf S. 54 u. 55 dargestellt worden.

Als Temperatur der Vorwärmung wurde allgemein 600° eingesetzt. Die Kalkulationen wurden unter der Voraussetzung durchgeführt, daß für die Vorwärmung des Dampfes ein Teil der fühlbaren Wärme der Blasegase benutzt wird, während der Rest zur Abhitzedampferzeugung verwendet wird. Die Gutschrift für Abhitzedampf wurde entsprechend vermindert. Die durch die verringerte Dampferzeugung fortfallenden Kosten für Bedienung usw. der Abhitsekessel wurden nicht abgesetzt, da sie ungefähr durch die Aufwendungen für die Dampf-Gowper ausgeglichen werden.

Für die Winderhitzung stand fühlbare Wärme nicht mehr zur Verfügung, daher wurde ein Verbrauch an Feuerkohle eingesetzt, der einen 60 %-igen Gesamtwirkungsgrad von Feuerung und Gowper entspricht. Kosten für die Wind-Gowper-Bedienung usw. sind nicht eingesetzt worden, so daß die errechneten Preise Mindestpreise darstellen.

Wassergas - Herstellung aus Braunkohlen - Grube.

Kosten für 1000 cbm Wassergas. - 100 % (CO+H₂) im Wassergas. - Heizwert des Blasegases bei 17,6°

	64 300				80 000				cbm/Std.	
	500	600	600	600	500	600	600	600	500	600
Leistung: Gesamtgas:										
Verdichtung: Dampf										
Wärmehilfs Wassergas: Blasegas										
Leistung: Wassergas	8460	9100	14400	16900	10520	11300	17900	21000	21000	21000
Blasegas	53840	55200	49900	47400	69480	68700	61100	59000	59000	59000
76,6 % (CO+H ₂) im Wassergas	28,60	29,10	27,25	21,90	22,95	23,40	19,40	18,95	18,95	18,95
49,7 % C in Asche	56,20	54,50	37,15	35,10	50,95	49,00	33,95	30,60	30,60	30,60
25 %	28,75	29,10	22,05	20,85	23,25	23,40	18,35	17,90	17,90	17,90
	49,10	47,60	32,60	29,35	43,50	42,00	29,05	26,40	26,40	26,40
25 % (CO+H ₂) im Wassergas	27,15	28,00	22,00	20,95	21,00	22,85	19,70	18,20	18,20	18,20
49,7 % C in Asche	52,80	51,75	35,40	31,75	47,50	46,60	32,15	29,00	29,00	29,00
25 %	27,35	27,65	21,12	20,00	22,20	22,40	17,76	17,46	17,46	17,46
	46,00	44,90	30,80	27,80	40,90	39,70	27,50	25,15	25,15	25,15

x) Blasegas als Kraftgas gerechnet.
 x) " " Heizgas

Wassergas - Herstellung aus Braunkohlen - Grube.

Kosten für 1000 cbm Wasser. - 100 % (CO+H₂) im Wassergas. - Heizwert des Blasesgases 575 W.B.

	64 300		80 000		cbm/Std.	
	500	600	500	600	500	600
Gasvorbereitung: Gesamtgas:						
Verdichtung: Dampf	-	-	-	-	-	-
Wind	-	-	-	-	-	-
Verhältnis Wassergas : Blasesgas	1 : 4	1 : 2,7	1 : 2,4	1 : 1,9	1 : 2,4	1 : 1,9
Gasverlustleistung: Wassergas	12700	17300	18900	22100	23500	27500 (cbm)
Gasverlustleistung: Wassergas	51600	47000	45400	42200	56500	52500 (Std.)
Blasesgas						
76,6 % (CO+H ₂) im Wassergas	27,40 ^x	23,50	22,55	22,45	23,40	19,85 BH
49,7 % C in Asche	39,30 ^x	31,60	29,75	28,10	35,25	25,50 "
25 % " " "	25,30	22,30	21,20	21,05	22,35	18,40 "
	35,00	28,10	26,40	25,15	31,15	22,50 "
85 % (CO+H ₂) im Wassergas	26,20	22,70	21,70	21,70	22,58	19,20 "
49,7 % C in Asche	37,10	28,95	28,35	26,90	33,50	24,40 "
25 % " " "	25,00	21,20	20,35	20,10	21,40	17,72 "
	26,30	26,60	25,15	23,90	29,40	21,45 "

x) Blasesgas als Kraftgas gerechnet.

x) " " Heizgas

Winkler-Wassergas aus Braunkohlengrude.

Äußere Wärmebilanz.

Verhältnis Wassergas 1 : 7,5; 53 % C im Staub.
Blasegas

Berechnungseinheit /m³ Wassergas

	Menge	W E
Eingeführte Wärme:		
Grude H ₀	3,07 kg x 5910 WE	18150
Dampf	0,962 kg x (120° + 526)	621
Wind	7,5 x 0,8 x 35° x 0,3	63
		18834
Abgeführte Wärme:		
Wassergas-Wärme: gebunden Ho	1, m ³ x 2257	2257
" " fühlbar	900° x 0,35	315
Blasegas-Wärme: gebunden Ho	7,5 m ³ x 795	5960
" " fühlbar	7,5 x 875° x 0,35	2300
H ₂ O aus Grude: Verdampfungswärme	3,07 x 0,04 x 620 WE	76
" " " fühlbare Wärme	3,07 x 0,04 x 0,5 x 775	48
Unzersetzst.Dampf: fühlbare Wärme	0,6kg x (0,5 x 845° + 560° + 55°)	624
Staub: Asche	0,68 kg	
" " C	0,77 "	
" " Staub	1,45 kg x 900° x 0,38	497
" " C gebundene Wärme	0,77 kg x 8100 WE	6240
Reaktionswärme Wassergasbildung		390
Strahlungsverlust	0,67 %	127
		18834
Strahlungsverlust nach innerer Wärmebilanz	1,3 %	250

Winkler-Wassergas aus Braunkohlengrude.

Innere Wärmebilanz.

Grude: 67,4 % C
 22,2 % Asche
 4,0 % H₂O Staub: 53,0 % O

	Wassergas	Blasegas + Eindrahtgas
Zusammensetzung: CO ₂	12,4	8,6
CO	32,8	20,2
H ₂	47,6	7,4
CH ₄	0,2	0,3
H ₂	7,0	63,5
C-Gehalt im Gas: kg C / m ³	0,226	0,144
Heizwert H _u WE / m ³	2056	761
H _o "	2257	797
Reaktionswärme / m ³ gesamt	- 390,0	+ 535,0
Fühlbare Wärme / m ³	(900° x 0,35) - (0,96 x 0,465 x 120°)	(875° x 0,35) - (0,8 x 35° x 0,3)
1. Gas	- 261,5	- 297,6
2. H ₂ O aus Grude $\frac{3,07}{7,5} \times 0,4$		0,0164
a. Verdampfungswärme 0,0164 x 620 WE		- 10,2
b. Fühlbare Wärme 0,0164 x 0,5 x 825°		- 6,8
3. Unzersetzter Dampf 0,6 x 0,5 x 780°	- 234,0	-
4. Staub: Grude kg/m ³	0,532	0,340
Asche "	0,118	0,076
C im Staub "	0,133	0,085
Staub kg/m ³	0,251	0,161
900° x 0,38 x kg/m ³	- 86,0	- 56,0
Strahlungsverlust/m ³ nach äußerer Wärmebilanz	- 26,0	- 13,0
Wärme-Summe:	- 997,5	+ 152,4
Verhältnis Wassergas : Blasegas	1	6,5
Strahlungsverlust/m ³ korrigiert	- 52,5	- 26,2
Wärme-Summe:	- 1024,0	+ 139,2
Verhältnis Wassergas : Blasegas	1	7,5

Winkler-Wassergas aus Braunkohlen-Grude.Innere Wärmebilanz.

Grude: 70,3 % C
 23,1 % Asche
 - % H₂O

53 % C in Asche
 37 % Wasserdampf-Zersetzung

	Wassergas	Blasgas + Eindrehgas			
		1	2	3	4
Zusammensetzung: CO ₂	12,4	-	4,0	8,6	15,0
CO	32,8	32,7	25,8	20,2	7,0
H ₂	47,8	5,5	6,5	7,4	8,8
CH ₄	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
H ₂	7,0	61,5	63,4	63,5	68,8
C-Gehalt im Gas kg C/m ³	0,226	0,161	0,149	0,144	0,110
Heizwert H _u WH/m ³	2056	1063	897	761	434
H ₀ "	2257	1090	926	797	475
Reaktionswärme/m ³ gesamt	- 390,0	+ 394,0	+ 477,0	+ 535,0	+ 693,2
Fühbare Wärme / m ³					
1. Gas	- 261,5	- 297,6	- 297,6	- 297,6	- 297,6
2. Unzersetster Dampf	0,6 x 0,5 x 7800 - 234,0	-	-	-	-
3. Staub: Grude kg/m ³	0,512	0,363	0,337	0,326	0,249
Asche "	0,118	0,084	0,078	0,076	0,057
C im Staub "	0,133	0,095	0,088	0,085	0,065
Staub kg/m ³	0,252	0,179	0,166	0,161	0,122
900 x 0,38 kg Staub/m ³	- 86,0	- 61,0	- 57,0	- 55,0	- 41,6
4. Strahlungsverlust / m ³	- 52,5	- 26,2	- 26,2	- 26,2	- 26,2
Wärme-Summe:	-1024,0	- 9,2	+ 96,2	+ 156,2	+ 327,6
<u>Blasgas</u>			10,6	6,6	3,2
<u>Wassergas</u>					

Innere Wärmebilanz.

Veränderung des Verhältnisses $\frac{\text{Blasegas}}{\text{Wassergas}}$ mit dem C-Gehalt des Staubes.

Grude: 70,3 % C
 23,1 % Asche
 - % H₂O

Wasserdampf-Zersetzung: 37 %

	Wassergas	Blasegas + Eindrehgas			
		1063 WE 1	897 WE 2	761 WE 3	434 WE 4
25 % C im Staub. Wärme-Summe:	- 938,0	+ 51,8	+ 153,2	+ 211,2	+ 369,2
Staub: Grude kg/m ³	0,36	0,254	0,238	0,230	0,176
Asche "	0,083	0,059	0,055	0,053	0,041
C im Staub "	0,028	0,019	0,018	0,018	0,014
Staub kg/m ³	0,111	0,078	0,073	0,071	0,055
900° x 0,38 x kg Staub/m ³	- 38,0	- 26,8	- 25,0	- 24,2	- 18,8
Wärme-Summe gesamt	- 976,0	+ 25,0	+ 128,2	+ 187,0	+ 350,4
<u>Blasegas</u>		39,0	7,6	5,2	2,8
<u>Wassergas</u>					
53 % C im Staub. Wärme-Summe:	- 938,0	+ 51,8	+ 153,2	+ 211,2	+ 369,2
Staub: Grude kg/m ³	0,512	0,363	0,337	0,326	0,249
Asche "	0,118	0,084	0,078	0,076	0,057
C im Staub "	0,133	0,095	0,088	0,085	0,065
Staub kg/m ³	0,251	0,179	0,166	0,161	0,122
900° x 0,38 x kg Staub/m ³	- 86,0	- 61,0	- 57,0	- 55,0	- 41,6
Wärme-Summe gesamt	- 1024,0	- 9,2	+ 96,2	+ 156,2	+ 327,6
<u>Blasegas</u>		-	10,6	6,6	3,2
<u>Wassergas</u>					
65 % C im Staub. Wärme-Summe:	- 938,0	+ 51,8	+ 153,2	+ 211,2	+ 369,2
Staub: Grude kg/m ³	0,824	0,587	0,543	0,525	0,402
Asche "	0,190	0,136	0,125	0,122	0,092
C im Staub "	0,355	0,252	0,230	0,224	0,172
Staub kg/m ³	0,545	0,387	0,355	0,346	0,264
900° x 0,38 x kg Staub/m ³	- 187,0	- 133,0	- 122,0	- 119,0	- 91,0
Wärme-Summe gesamt	- 1125,0	- 81,2	+ 31,2	+ 92,2	+ 278,2
<u>Blasegas</u>		-	36,0	12,2	4,0
<u>Wassergas</u>					

Innere Wärmebilanz.

Veränderung des Verhältnisses Blasegas mit dem Grade der Dampfzersetzung
Wassergas

bei verschiedenem C-Gehalt des Staubes.

Grude: 70,3 % C
23,1 % Asche
- % H₂O

	Dampf- zersetzung %	Wassergas Wärme-Summe	Blasegas + Hu		Eindrehgas	
			1063 WE 1	897 WE 2	761 WE 3	434 WE 4
25 % C im Staub	60	- 855,5	+ 25,0 33,3	+ 128,2 6,5	+ 187,0 4,5	+ 350,4 2,4
	50	- 882,0	35,2	6,9	4,7	2,5
	37	- 976,0	39,0	7,6	5,2	2,8
	25	-1162,0	46,5	9,0	6,2	3,3
53 % C im Staub	60	- 883,5	- 9,2 -	+ 96,2 9,2	+ 156,2 5,6	+ 327,6 2,7
	50	- 930,0	-	9,7	6,0	2,8
	37	-1024,0	-	10,6	6,6	3,2
	25	-1210,0	-	12,6	7,8	3,7
65 % C im Staub	60	- 984,5	- 81,2 -	+ 31,2 31,6	+ 92,2 10,6	+ 278,2 3,5
	50	-1031,0	-	33,0	11,2	3,7
	37	-1125,0	-	36,0	12,2	4,0
	25	-1311,0	-	42,0	14,2	4,7

Winkler-Wassergas aus Braunkohlengrude.

Innere Wärmebilanz.

Veränderung des Verhältnisses Blasegas mit dem Grade der Dampfvorwärmung.
Wassergas

Grude: 70,3 % C
 23,1 % Asche
 - % H₂O

53 % C im Staub
 900° Temp. des Blasegases

Dampf- zer- setz- g. %	Dampfvorwärmung			Wasser- gas Wärme- Summe WE	Verfügbare Wärmemenge im Blasegas								Verhältn. Blasegas Wassergas			
	Menge kg	Temp. ° C	Be- darf WE		Blase- gas Temp. Cowan ° C	2		3		4		1063 WE	897 WE	760 WE	434 WE	
						WE	Be- darf in %	WE	Be- darf in %	WE	Be- darf in %					
60	0,6	700°	171	-712,5	750°	390	43,8	242	70,0	116	145,0	-	7,4	4,6	(2,7)	
		500°	110	-773,5	550°	850	12,9	525	20,9	252	43,5	-	8,1	5,0	2,7	
		350°	65	-818,5	400°	1490	4,4	910	7,1	438	14,8	-	8,5	5,2	2,7	
		120°	-	-883,5	-	-	-	-	-	-	-	-	9,2	5,7	2,7	
50	0,72	700°	205	-725	750°	400	51,2	247	83,0	116	177,0	-	7,6	4,7	(2,7)	
		500°	132	-798	550°	870	15,1	537	24,5	252	52,0	-	8,3	5,1	2,7	
		350°	79	-851	400°	1560	5,1	963	8,3	455	17,3	-	8,9	5,5	2,7	
		120°	-	-930	-	-	-	-	-	-	-	-	9,7	6,0	2,7	
37	0,96	700°	274	-750	750°	410	67,0	253	108,0	121	227,0	-	7,8	4,8	(2,7)	
		500°	176	-848	550°	925	18,9	570	30,5	273	64,0	-	8,8	5,4	2,7	
		350°	104	-920	400°	1680	6,2	1035	10,0	490	21,2	-	9,6	5,9	2,7	
		120°	-	-1024	-	-	-	-	-	-	-	-	10,6	6,6	3,0	

Winkler-Wassergas aus Braunkohlengrube.

Innere Wärmebilanz.

Veränderung des Verhältnisses $\frac{\text{Blasegas}}{\text{Wassergas}}$ mit dem Grade der Wind-Vorwärmung.

53 % C im Staub.

Dampf- zer- setzg. %	Wind-Vorwärmung		Blasegas $H_u =$							
	Temp. °C	Bedarf m ³ Blasegas WE	1065 WE		897 WE		761 WE		434 WE	
			Wärme- Summe	Ver- hältnis	Wärme- Summe	Ver- hältnis	Wärme- Summe	Ver- hältnis	Wärme- Summe	Ver- hältnis
50			930		930		930		930	
	700°	176	+166,8	5,6	+ 272,2	3,4	+332,2	2,8	+503,6	1,8
	500°	125	+115,8	8,0	+ 221,2	4,2	+281,2	3,3	+452,6	2,0
	350°	82	+ 72,8	12,8	+ 178,2	5,2	+238,2	3,9	+409,6	2,3
	35°	-	- 9,2	-	+ 96,2	9,7	+156,2	6,0	+327,6	2,8
37			1024		1024		1024		1024	
	700°	176	+166,8	6,1	+ 272,2	3,7	+332,2	3,1	+503,6	2,0
	500°	125	+115,8	8,8	+ 221,2	4,6	+281,2	3,6	+452,6	2,2
	350°	82	+ 72,8	14,1	+ 178,2	5,7	+238,2	4,3	+409,6	2,5
	35°	-	- 9,2	-	+ 96,2	10,6	+156,2	6,6	+327,6	3,2

Winkler-Wassergas aus Braunkohlengrube.Innere Wärmebilanz.

Veränderung des Verhältnisses $\frac{\text{Blasegas}}{\text{Wassergas}}$ durch Dampf- und Wind-Vorwärmung.

53 % 0 im Staub.

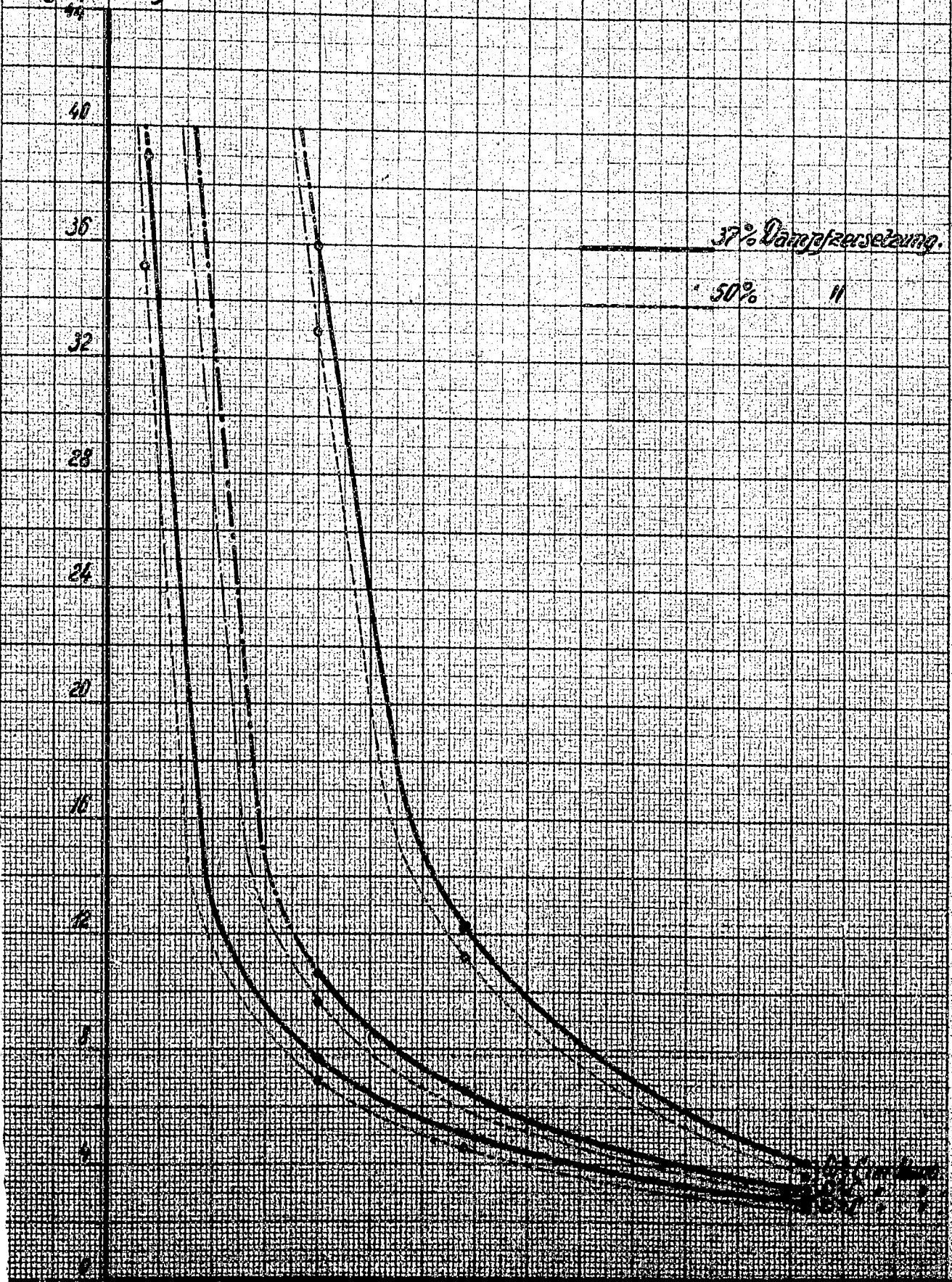
37 % Dampf-Zersetzung.

Wind-Vorwärmung		Dampf-Vorwärmung		Wasser- gas Wärme- Summe	Blasegas $H_u =$			
Temp. °C	Bedarf pro m ³ Blasegas WE	Temp. °C	Bedarf pro m ³ Wassergas WE		1063 WE 1	897 WE 2	761 WE 3	434 WE 4
700°	82	700°	274	- 750	+ 166,8 4,5	+ 272,2 2,8	+ 332,2 2,3	+ 503,6 1,5
		500°	176	- 848	5,1	3,1	2,6	1,7
		350°	104	- 920	5,5	3,4	2,8	1,8
500°	125	700°	274	- 750	+ 115,8 6,5	+ 221,2 3,4	+ 281,2 2,7	+ 452,6 1,7
		500°	176	- 848	7,5	3,8	3,0	1,9
		350°	104	- 920	8,0	4,2	3,3	2,0
350°	176	700°	274	- 750	+ 72,8 10,3	+ 178,2 4,2	+ 238,2 3,2	+ 402,6 1,9
		500°	176	- 848	11,6	4,8	3,6	2,1
		350°	104	- 920	12,6	5,2	3,9	2,3

Anlage 9.

Einfluss des Heizwertes des Blasegases
auf das Verhältnis Blasegas/Wassergas.

Verhältnis
Blasegas/Wassergas



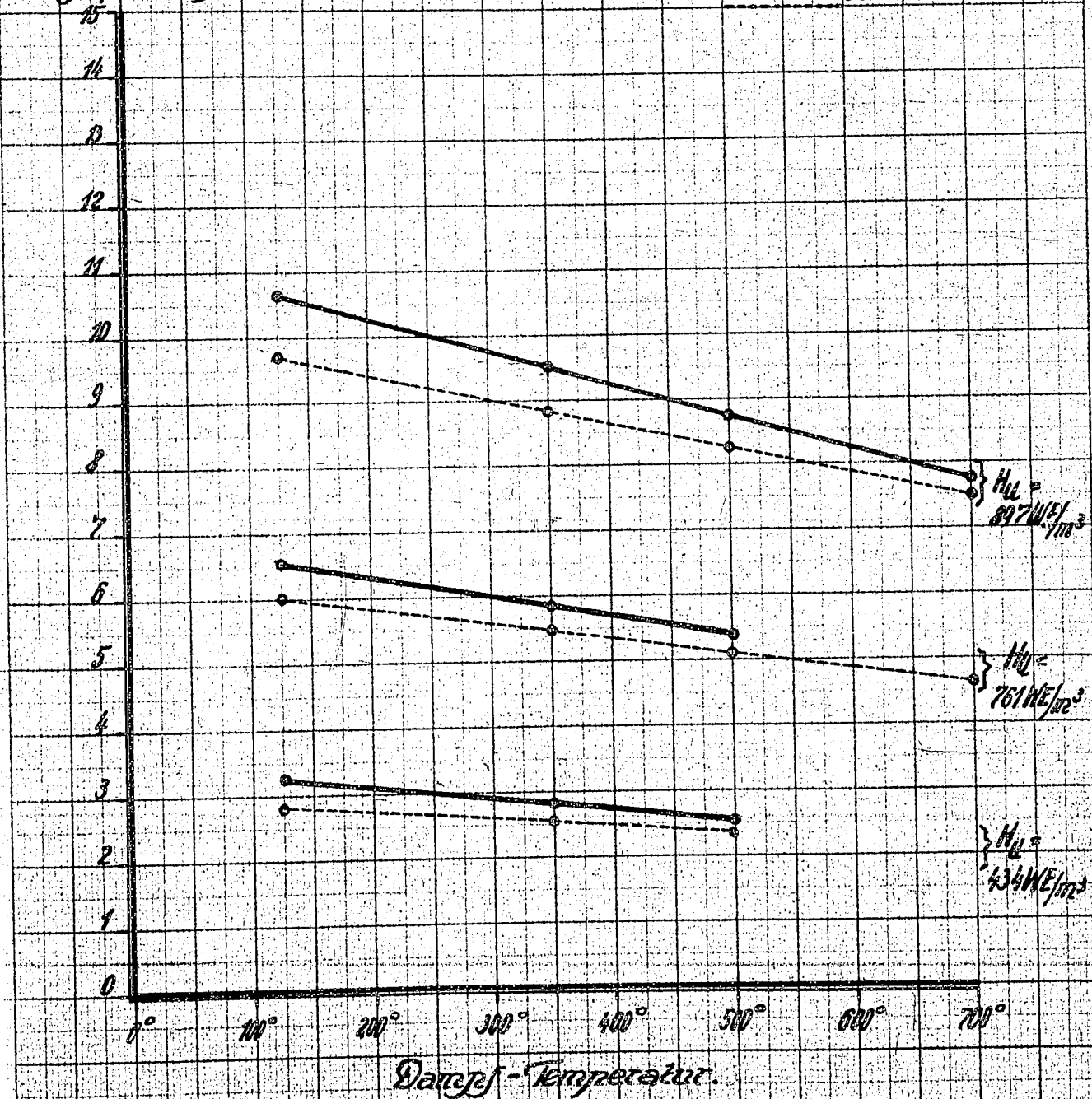
Einfluß der Dampf-Vorwärmung
auf das Verhältnis Blasegas/Wassergas.

Verhältnis
 Blasegas/Wassergas

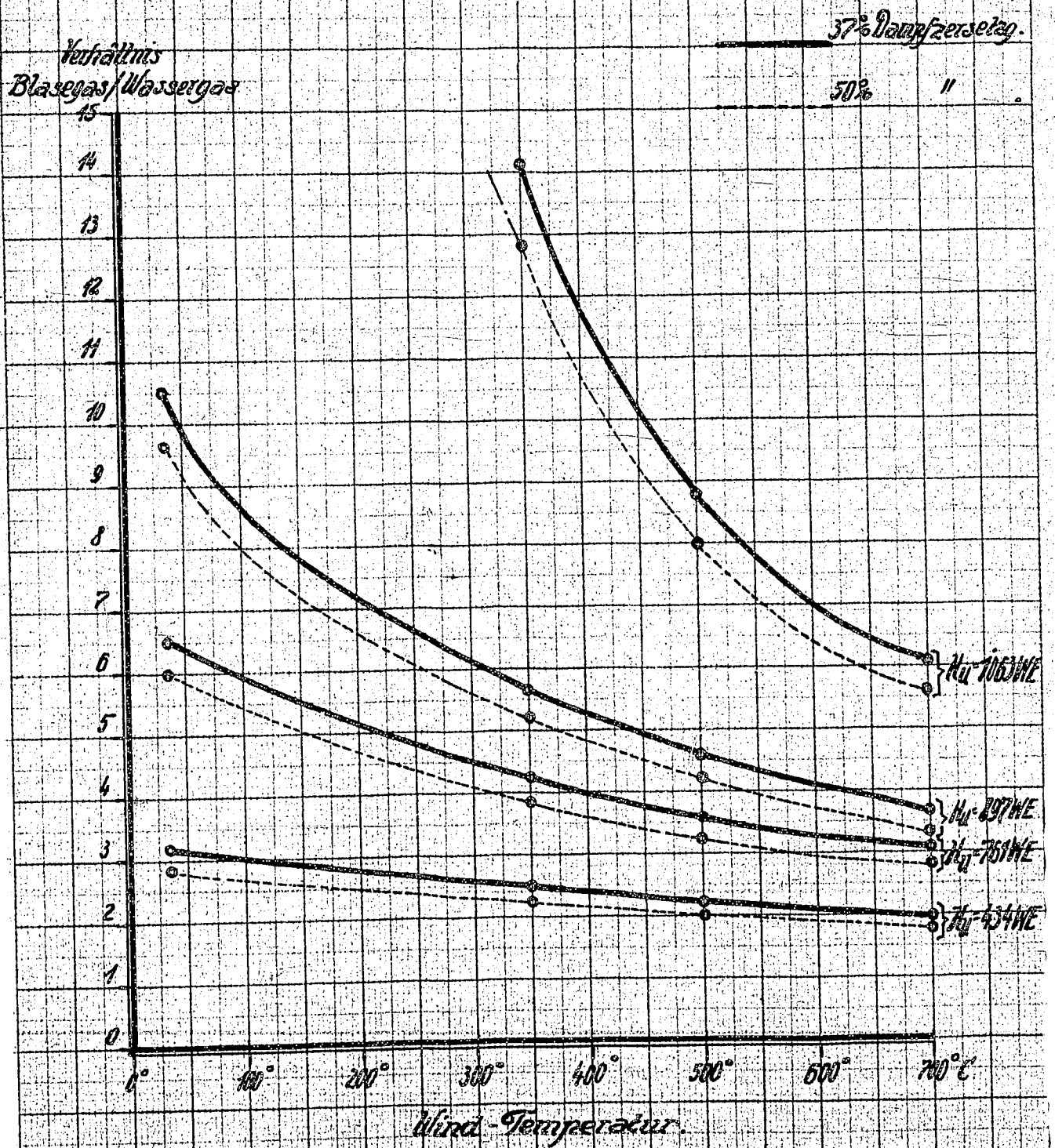
53%^l im Staub.

37% Dampfzersetzung

50% "



Einfluß der Wind-Vorwärmung
auf das Verhältnis Blasegas/Wassergas.



Einfluss von Dampf- und Wind-Vorwärmung
auf das Verhältnis Blasegas/Wassergas.

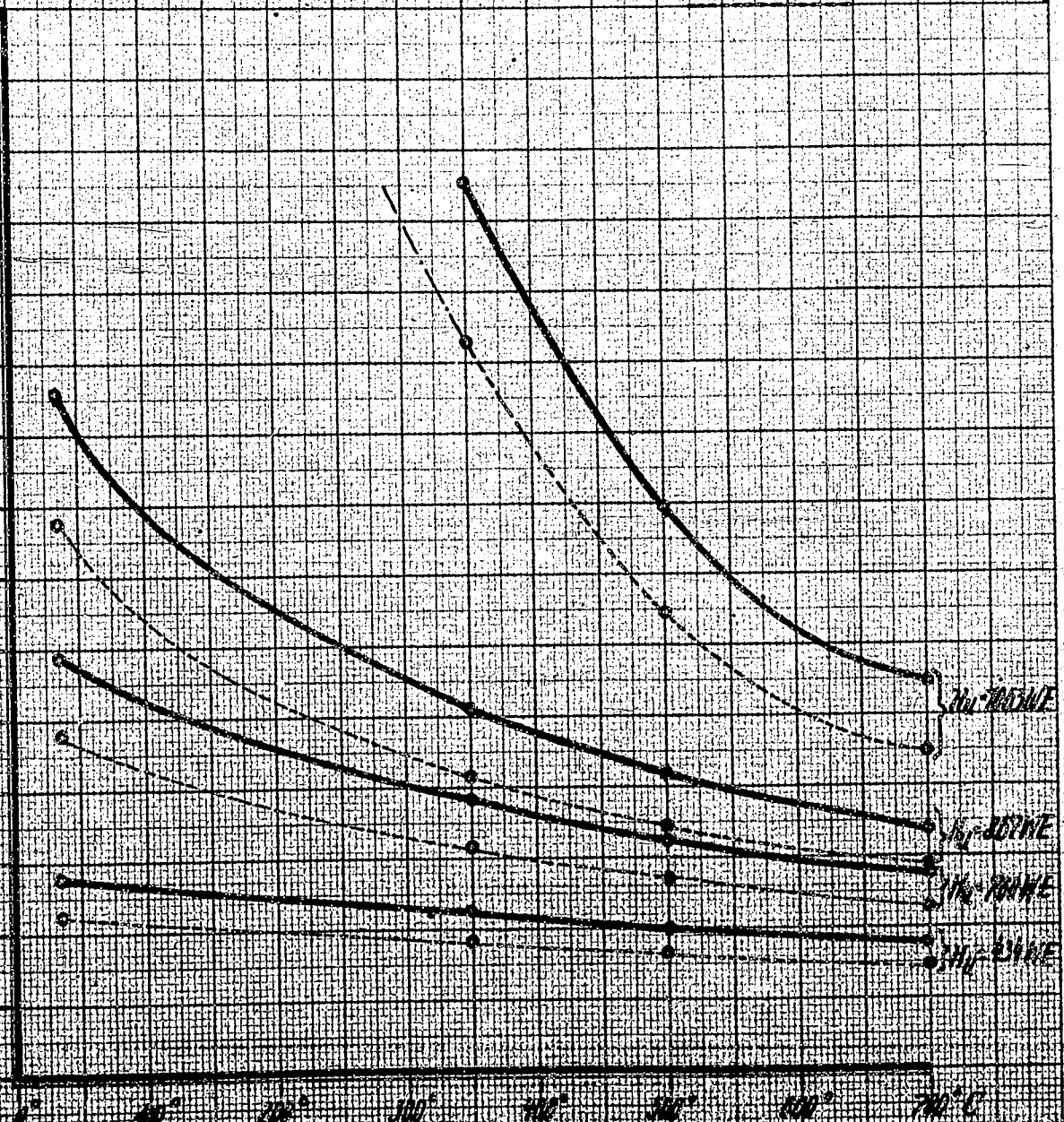
53% Umstaub.
 37% Dampfzerlegung

350° Dampf-Temperatur

700° " "

Verhältnis
 Blasegas/Wassergas.

15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0



Wind-Temperatur.