

Abschrift/22.1.1941/A.

Berlin, den 3.1.1941
Dr. We./A.Aktenvermerk.

25

Betr.: Vorschlag zur Aufstellung eines Winklergenerators für 30 000 Nm³ Rohwassergas/h zur Synthesegaserzeugung anstelle von Koppers VIII.

1. Problemstellung.

Angesichts des hohen Preises von rund 7,5 Mill. RM, wie er heute für die Aufstellung einer kompletten Koppersanlage für 25 000 Nm³ Sy.-Gas/h gegeben ist, regte Herr Dr. Hochschwender an, erneut die Aufstellung eines Winklergenerators anstelle einer Koppersanlage hinsichtlich Erstellungskosten und Einbaumöglichkeiten in die bestehenden Sy.-Gas-Erzeugung durchzuprüfen.

2. Voraussetzungen zur Aufstellung eines Winklergenerators.a) Grude.

Als Ausgangsmaterial zur Synthesegaserzeugung ist der sogenannte Siebdurchfall gegeben. Von diesem Material stehen bei 170 000 Nm³ Sy.-Gas-Erzeugung/h in den vorhandenen Sy.-Gas-Generatoren 500 t also zur Verfügung. Eine Analyse dieses Produktes zeigt einen Kohlenstoffgehalt von 70 - 72% bei 27% Aschegehalt mit einem oberen Heizwert von 6050 WE und einem unteren Heizwert von 6020 WE. Der Siebdurchfall stimmt in seiner Zusammensetzung weitgehend mit der in Böhlen verwendeten Grude überein.

Um zu einem für Schwarzheide gültigen Grudebedarf zur Erzeugung von 30 000 Nm³ Winklergas/h zu gelangen, sind daher die Vergasungsverhältnisse in Böhlen, u.zw. das Jahresmittel von 1939, zugrundegelegt: Bei einem Grudeverbrauch von 0,561 t/1000 Nm³ Rohwassergas und einem C-Gehalt der Grude von 69,7% werden 0,561 · 0,697 = 0,390 t C/1000 Nm³ Rohwassergas verbraucht. Das Rohwassergas hat einen CO₂-Gehalt von 24,4 Vol.%, einen Kohlenoxydgehalt von 28,8 Vol.% und einen H₂-Gehalt von 44,43 Vol.%. Demnach finden sich im Rohwassergas an C wieder:

243,9 · 1,96 · 0,273 =	130,5 kg C	130,71
288,0 · 1,25 · 0,428 =	154,4 " "	154,34
	284,9 kg C	285,05

$$C - \text{Ausbeute} = \frac{284,9}{390} = 0,730.$$

Bei Annahme einer gleichen C-Ausbeute für Schwarzheide und einer gleichen Rohwassergaszusammensetzung errechnet sich ein C-Einsatz von

$$\frac{284,9}{730} = 0,390 \text{ t C/1000 Nm}^3 \text{ Rohwassergas,}$$

welches bei 70% C-Gehalt der Grude $\frac{0,390}{0,70} = 0,560 \text{ t}$

Grude/1000 Nm³ Rohwassergas entspricht, bzw. aus einer t Siebdurchfall können 1 785 Nm³ Rohwassergas erzeugt werden. Ohne der gesamte Siebdurchfall von 500 tate zur Verfügung, so würde die Erzeugung einer Rohwassergasmenge von

$$\frac{500 \cdot 1785}{24} = 37\ 200 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

möglich sein. Es steht demnach mit Siebdurchfall zur Verfügung, als zunächst erforderlich ist. Für 30 000 Nm³ Rohwassergas/h würden

$$\frac{500 \cdot 30\ 000}{37\ 200} = 403 \text{ tate}$$

benötigt werden. Da in obiger Rechnung keinerlei Sicherheiten berücksichtigt sind, kann der Überschuss von rund 100 tate Siebdurchfall als entsprechende Sicherheit angesehen werden.

Die Erstellung einer kompletten Winkleranlage für 30 000 Nm³ Rohwassergas/h einschließlich einer Sieb- und Mahlanlage für die Grude würde voraussichtlich 2,2 Mill. RM kosten.

b) O₂-Bedarf.

Werden wiederum die Böhleger Verhältnisse zugrundegelegt, so errechnet sich ein O₂-Bedarf von 7 200 m³ O₂/h. Zum Betreiben der hierfür erforderlichen Ländeanlage sind 5 000 kW/h erforderlich, während die Winkleranlage weitere 860 kW/h verbraucht. Der Kühlwasserbedarf der Ländeanlage beträgt rund 1 700 m³/h, der Kühlwasserverbrauch der Winkleranlage weitere 520 m³/h.

Die Erstellung einer Ländeanlage kostet weitere 2,2 Mill. RM, so daß sich die Kosten für den Winklergenerator einschließlich Ländeanlage bis hierher auf 4,4 Mill. RM belaufen.

c) Energiebedarf.

Da eine Kupfers-Synthese-Gas-Anlage etwa den gleichen Energiebedarf aufweist wie der Winklergenerator, müssen 5 000 kW/h zusätzlich erzeugt werden. Diese Erzeugung macht die Aufstellung eines Kessels für ca. 30 t Dampf/h und einer Turbine erforderlich. Ohne Verbindung mit einem vorhandenen Kraftwerk erstellt würden hierfür 3 Mill. RM an Kosten benötigt werden. Diese Zahl ist als oberer Grenzwert zu betrachten. Kann der Energiebedarf durch Bezug von Fremdkoks gedeckt werden, so wären zur Installierung des Fremdbezugs etwa 500 000 RM aufzuwenden. Dieser Wert soll einen unteren Grenzwert darstellen.

Es müßte geprüft werden, welche tatsächlichen Kosten für die Deckung des Energiebedarfs auftreten, wenn diese in lt. Finanzplan beabsichtigte Kraftwerks-erweiterung sinngemäß mit einbezogen wird.

Einschließlich Energieversorgung würde demnach die Erstellung einer Winkleranlage kostermäßig zwischen den Grenzwerten 4,9 Mill. u. 7,4 Mill. RM liegen müssen. In dieser einfachen Ausführung würde demnach die Aufstellung einer Winkleranlage mit Sicherheit unter dem Preis für die Aufstellung einer Kupfersanlage liegen. Hiernach ist ein hoher Anreiz für die Aufstellung einer Winkleranlage anstelle einer Kupfersanlage zur Synthesegaserzeugung gegeben. Voraussetzung zu dieser einfachsten Ausführung ist die unmittelbare Verwendung des Winklerrohwassergases als Synthesegas.

d) Konvertierung und Alkaidanlage.

Das Winkler-Rohwassergas ist hinsichtlich seines H₂/CO-Verhältnisses von 1,4 - 1,6 : 1 für eine drucklose Synthese am Kobaltkontakt nicht unmittelbar zu verwenden, da hierzu ein H₂/CO-Verhältnis von 2:1 gefordert wird. Es müßte

daher durch Konvertierung auf das erforderliche H_2/CO -Verhältnis von 2:1 gebracht werden. Diese Konvertierung erhöht, abgesehen davon, daß sie das Winklergas kostennützlich belastet, den Kohlenstoffgehalt, so daß eine Kohlenstoffwäsche zur Verminderung des Inertengehaltes erforderlich wird. Die drucklose Koksannahme von Kohlenstoff ist nach dem Alkoxidverfahren möglich, würde aber eine Energie- und kostennützlich derartig hohe zusätzliche Belastung darstellen, so daß jeder Anreiz für die Durchführung des ganzen Projekts wieder verloren geht.

Für eine Alkoxidanlage zur Kohlenstoffwäsche aus $30\ 000\ Nm^3$ konvertiertem Winklergas/h wären $38\ t$ Dampf/h erforderlich. Ausserdem würden die Herstellungskosten einer Alkoxidanlage $2,2\ Mill. RM$ betragen. Dadurch würden an Gesamtkosten die beiden Grenzwerte $7,1$ bzw. $9,6\ Mill. RM$ entstehen. Hierbei ist die Konvertierung sowie die Tatsache, daß das Winklergas in einem gesonderten Gasbehälter geführt und in einer gesonderten Grobreinigung vorgereinigt werden muß, ehe es dem Synthesegas zugemischt werden kann, noch nicht berücksichtigt.

e) Auf Grund der unter d) gemachten Überlegungen wurde daher ausgerechnet, wie sich die Zusammensetzung des Mischgases von normalen Synthesegas und Rohwassergas bzw. von Kohlenstoff befreiten Winklerwassergas verändert. Hierüber gibt die folgende Tabelle Auskunft, in welcher für Sy.-Gas mengen zwischen $100\ 000$ und $170\ 000\ Nm^3/h$ und einer jeweiligen Zumischung von $30\ 000\ Nm^3$ Winklerrohwassergas bzw. gewaschenem Winklerwassergas die $CO + H_2$ -Konzentration und H_2/CO -Verhältnis des Mischgases zusammengestellt sind.

Sy.-Gas-Menge aus Koppers + Didier-Genera- toren Nm^3/h	Zumischung			
	von Rohwassergas		von CO_2 -freien Rohwassergas	
	$CO + H_2$ - Vol. %	H_2/CO	$CO + H_2$ - Vol. %	H_2/CO
$100 \cdot 10^3$	79,20	1,890 : 1	84,40	1,890 : 1
$110 \cdot 10^3$	79,30	1,896 : 1	83,80	1,896 : 1
$120 \cdot 10^3$	79,38	1,902 : 1	83,35	1,902 : 1
$130 \cdot 10^3$	79,45	1,908 : 1	83,10	1,908 : 1
$140 \cdot 10^3$	79,55	1,913 : 1	83,00	1,913 : 1
$150 \cdot 10^3$	79,65	1,920 : 1	82,90	1,920 : 1
$160 \cdot 10^3$	79,73	1,923 : 1	82,80	1,923 : 1
$170 \cdot 10^3$	79,80	1,931 : 1	82,70	1,931 : 1
Sy. Gas allein	81,00	2,000 : 1	81,00	2,000 : 1

Aus der Tabelle geht hervor, daß durch Zumischung von Winkler-Rohwassergas sowohl die $CO + H_2$ -Konzentration als auch das H_2/CO -Verhältnis des Mischgases nur wenig von der Zusammensetzung des eigentlichen Sy.-Gases abweicht.

Nach den neuesten Erfahrungen in der drucklosen Aufarbeitung des Synthesegases

an Kobaltkontakten sind diese Abweichungen nicht mehr von dem Einfluss, den man ihnen früher zubilligen mußte, insbesondere was die Veränderung des H_2/CO -Verhältnisses anbelangt. Das verminderte Gesamtumsatz bei niedrigerem H_2/CO -Verhältnis kann durch Übergang auf eine etwas höhere Synthesetemperatur leicht begegnet werden. Wahrscheinlich ist dieser Übergang jedoch bei der heutigen Syntheseofenkonstruktion nicht einmal erforderlich, da ohnehin Übertemperaturen vorhanden sind, welche unter anderem ein kleineres H_2/CO -Verhältnis erforderlich machen.

Andererseits wäre die Einhaltung eines H_2/CO -Verhältnisses von 2:1 leicht durch eine entsprechende geringe Erhöhung des H_2/CO -Verhältnisses im Sy.-Gas möglich, so daß im Mischgas jederzeit ein konstantes Verhältnis eingehalten werden kann.

Das Absinken der $CO + H_2$ -Konzentration von 81 Vol.-% im Sy.-Gas, auf 79,8 Vol.-% im Mischgas, d.h. um 1,2 Vol.-% ist ebenfalls ohne weiteres tragbar, da bei der zu reichlichen Anlagerung der Synthese hinsichtlich Kontaktvolumen ein Leistungsabfall überhaupt nicht bemerkbar werden wird.

Bei Auswaschung der Kohlenstaube würde sich die $CO + H_2$ -Konzentration auf 82,7 Vol.-%, d.h. um 1,7 Vol.-% erhöhen, während das H_2/CO -Verhältnis sich wie bei dem nicht gewaschenen Rohwassergas verschiebt. Auch aus diesem Grunde erscheint die Aufwendung von 2,2 Mill. RM für die Aufstellung einer Alkoxidanlage, sowie deren teurerer Betrieb angesichts dieser nur geringfügigen Erhöhung der $CO+H_2$ -Konzentration bei reichlich vorhandenem Kontaktofenraum nicht vertretbar.

f) Erhöhung der Gasausbeute und Fortbestand des Fremdkoksbedarfs.

Der Einbau einer Winkleranlage anstelle einer Koppersanlage hat eine Erhöhung der Gasausbeute von 1230 Nm³ Sy.-Gas auf 1450 Nm³ Mischgas/t Briketts zur Folge. In dieser Verbesserung sowie in dem billigeren Preis des Rohwassergases gegenüber Synthesegas drückt sich eine erhebliche Verbilligung des Sy.-Gas-Preises aus, der etwa 15 - 20 % betragen dürfte.

Andererseits ist zur Aufrechterhaltung der fehlenden Unterfeuerung ein laufender Fremdkoksbezug von ca. 200 tato erforderlich, für welchen als laufende Einrichtung Lager- und Transportanlagen neu zu schaffen wären.

Zusammenfassung

1. Aufstellung eines Winkler-Generators für 30 000 Nm³ Rohwassergas/h auf Basis der Vergasung des Siebdurchfalls ist einschließlich Sauerstoffanlage und Kosten für die Dauereinrichtung von Fremdkokslagerung und-transport preislich höchstens gleich teuer, wahrscheinlich aber billiger als die Aufstellung einer kompletten Koppersanlage.
2. Es muß noch höher festgestellt werden, in welcher Form der für die Sauerstoffanlage erforderliche Energiebedarf, sei es durch eigene Erzeugung oder durch Fremdbezug, aufgebracht wird.
- 3.) Das Rohwassergas ist in Mischung mit Synthesegas unmittelbar für die Synthese verwendbar. Eine Konvertierung der Alkoxidwäsche ist nicht erforderlich und würde die Aufstellung eines Winklergenerators derartig belasten, daß ein Vergleich mit einer Koppersanlage ausscheidet.
4. Die Erstellung einer Winkleranlage bringt eine erhebliche Verbesserung der Gasausbeute von 1230 auf 1450 Nm³ Sy.-Gas/t Brikett. Sie macht den dauernden

20497

- 3 -

Besug von ca. 200 tate Fremdbols zur Beglung der Bnterfllung arforderlla
5. In Verbindung mit der Lndesanlage werden ca. 25 000 m² Stinkstoff/
als dringend benötigtes Schutzgas auskürlich gewandert.

Berlin, den 7. Januar 1941.
Dr. W./R.

Schema für Aufstellung eines Winklergenerators anstelle von Koppers 8.

I Winkler-Generator + O₂-Anlage

50 000 Nm ³ /h	
403 t/ato	
7 200 m ³ O ₂ /h	
5 000 + 660 kWh/h	
1 700 + 520 m ³ /h	
7 520 Nm ³ /h CO ₂	24,4 %
8 640 " " CO	28,7 %
13 530 " " H ₂	44,4 %
~ 22 000 " " CO + H ₂	72,1 %
2 200 000.-- RM	
2 200 000.-- RM	
4 400 000.-- RM	

ohne Alkazidanlage	mit Alkazidanlage
Kostensumme!	Kostensumme!
7 400 000.-- RM	9 600 000.-- RM
4 900 000.-- "	7 100 000.-- "

Erhöhung der Gasausbeutes
von 1 250 auf 1 450 Nm³ Sy.-Gas/T Brikette
Bedingung: Fremdgrubebezug 200tato

Aufstellung eines Kessels und einer Turbine für 5 000 kWh/h erfordert. Kosten: 3 000 000.-- RM bzw. Fremdbezug Kosten: 500.000.--RM

ohne Alkazidanlage vorhandene Behälter können mit benutzt werden
Grobreinigung erforderlich aber nicht getrennt

mit Alkazidanlage Gasbehälter erforderlich
getrennte Grobreinigung erforderlich

im Finanzplan vorgesehen

Alkazid-Anlage	38 t Dampf/h	0,2 %
370 Nm ³ /h CO ₂		37,5 %
8 640 " " H ₂		57,9 %
22 000 " " CO + H ₂		95,4 %

2 200 000.-- RM

Mischgas bei 170 000 Nm ³ Sy.-Gas/h	29 420 Nm ³ /h CO ₂	14,7 %
	54 440 " " CO	27,3 %
	105 130 " " H ₂	52,5 %
	159 570 " " CO + H ₂	79,8 %
	1,93 H ₂ /CO	
200 000 Nm ³ /h Sy.-Mischgas	193 000 Nm ³ /h Sy.-Mischgas	
79,8 Vol.-% H ₂ +CO	82,8 Vol.-% H ₂ +CO	

Kosten der Alkazidanlage:

Kosten der O₂-Anlage
Kosten der Winkler-Anlage

Aufstellungs

Aufstellungs