

II, 12

Akten Nr 26

Leuna Werke, den 21. 9. 1943
Dr. Gem./Ra.

Aktennotiz

Betr.: Stufenfahrweise der Synolanlage Leuna-Süd

W. K. R. T.

Zur Herstellung von 10 000 t Jato Syntheseprodukt sind für die geplante Synolanlage Leuna-Süd 9500 m³/h Idealgas CO/H₂ vorgesehen. Das Gas soll durch Zusammenmischen von Isobutylertspannungsgas und 30% Rein-CO hergestellt werden und wird voraussichtlich einen Gehalt an Inerten zwischen 12 und 15 % aufweisen. Als Inerte sind dabei N₂, CO₂ und CH₄ gerechnet. Durch den hohen Inertspiegel des Frischgases scheint es erforderlich, die Umsetzung in zwei Stufen durchzuführen, um neben einer guten Offenleistung auch eine weitgehende Gassausnutzung sicherzustellen.

Unter der Annahme, daß ein Frischgas der Zusammensetzung 86 % CO + H₂, 5 % CH₄, 3,5 % N₂ und 5,5 % CO₂ eingesetzt wird, errechnen sich unter Berücksichtigung der im kleintechnischen Maßstab gefundenen Erfahrungszahlen nachstehende Analysenwerte des Kreislaufgases bei verschiedenem Gassausnutzungsgrad in einer Stufe.

% des eingesetzten CO + H ₂ werden umgesetzt	Zusammensetzung des Kreislaufgases			
	CO + H ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂
90 %	25,7%	44 %	19,6%	10,6%
85 %	35 %	38 %	17,5%	9,5%
80 %	42 %	33,5%	15,8%	8,7%
65 %	62,5%	17,3%	12,9%	7,3%

Die Werte obiger Tabelle sind unter der Annahme gemacht, daß auf Umsatz berechnet immer derselbe Kontaktraum eingesetzt wird. Zur Erzielung der hohen Umsätze bei niedrigem CO/H₂-Partialdruck sind daher entsprechend höhere Temperaturen erforderlich. Durch die höheren Temperaturen erfolgt die Abscheidung des Sauerstoffs mehr als CO₂ statt als Wasser. Während bei 65 % Umsatz nur 15 % des Sauerstoffs als CO₂ austreten, werden bei 80 - 90 % Umsatz ca. 30 % des Sauerstoffs als CO₂ ausgeschieden. In allen angeführten Fällen werden unter 10 % des Gases zu Methan umgesetzt. In obiger Tabelle wurden 8 % zugrunde gelegt.

Der Gassausnutzungsgrad spielt für die Wirtschaftlichkeit der Kohlenoxyd-Wasserstoffkatalyse eine entscheidende Rolle, und es muß unbedingt getrachtet werden, einen möglichst großen Anteil des zur Verfügung stehenden Gases umzusetzen. Es erscheint nach den bisherigen Erfahrungen als möglich, trotz des hohen Inertengehaltes, das zur Verfügung stehende Gas zu etwa 85 % (berechnet auf CO + H₂ Idealgas) umzusetzen. Würde dieser weitgehende Umsatz von 85 % in einer einzigen Stufe durchgeführt werden, so stellt sich ein Inertspiegel von 65 % im Kreislaufgas ein. Das bedeutet, daß der Partialdruck von CO + H₂ nur etwa ein Drittel des Synthesedruckes beträgt, was bei einem Synthesedruck von 25 Atm. etwa 8 Atm. entspricht. Bei diesem Druck verläuft die Kohlenoxyd-Wasserstoffkatalyse über Eisenkontakte wesentlich träger. Um dieselbe Menge Gas bei diesem niederen Druck umzusetzen, ist daher entweder ein wesentlich größerer Kontaktraum oder eine höhere Betriebstemperatur erforderlich. Die Erhöhung der Betriebstemperatur würde dabei eine erhöhte Bildung von Methan und Gasol zur Folge haben. Außerdem würde die Lebensdauer des Kontaktes verkürzt werden.

Durch Unterteilung der Synthese in zwei Stufen, läßt sich jedoch die geforderte hohe Gassausnutzung unter Beibehaltung einer tiefen Synthese-

temperatur im vorgesehenen Kontaktraum sicher durchzuführen. Nach Ergebnissen der Kleinversuche ist anzunehmen, daß in der ersten Stufe 65 % des CO/H₂ und in der zweiten Stufe der Rest auf 85 % des CO/H₂ umgesetzt werden können. In der ersten Stufe würden daher von 9500 m³ CO/H₂ 6200 m³ und in der zweiten Stufe 1870 m³ umgesetzt werden.

1. Stufe:

In die erste Stufe treten 9500 m³ CO/H₂-Idealgas = 11 000 m³ technisches Synthesegas ein. Es ist als sicher anzunehmen, daß der Umsatz in den Grenzen zwischen 1:150 und 1:200 gehalten werden kann. Zur Umsetzung der geforderten 6200 m³ CO + H₂ wären daher erforderlich bei

Umsatz 1:200	31 m ³	Kontaktraum
" 1:150	41 "	"

Da die Öfen in Form von 12 m³ Aggregaten zur Verfügung stehen sollen, müßte man für die erste Stufe 3 Öfen = 36 m³ Kontakt vorsehen, was einem Umsatz von 1:174 entspricht. Das Kreislaufgas würde dabei eine Zusammensetzung von etwa 62,5 % CO + H₂, 7,3 % H₂, 12,9 % CH₄ und 17,3 % CO₂ aufweisen.

2. Stufe:

In die zweite Stufe treten 5300 m³ Synthesegas aus dem Kreislauf der ersten Stufe ein. Es ist anzunehmen, daß der Umsatz in der zweiten Stufe zwischen 1:80 und 1:120 gehalten werden kann. Zur Umsetzung der vorgesehenen 1870 m³ sind daher erforderlich bei

Umsatz 1:80	23,5 m ³	Kontakt
" 1:120	15,5 "	"

Für die zweite Stufe wären daher 2 Öfen zu je 12 m³ Kontaktraum erforderlich = 24 m³ Kontakt, was einem Umsatz von 1:70 entspricht.

Das Kreislaufgas der zweiten Stufe hätte nachstehende Zusammensetzung: 39,2 % CO + H₂, 30,6 % CO₂, 10,7 % H₂, 19,5 % CH₄. Aus dem Kreislauf der zweiten Stufe werden stündlich 3600 m³ Gas obiger Zusammensetzung entspannt. Es werden also 1400 m³ CO/H₂ = 15 % des in die Synthese eingehenden CO + H₂ (9500 m³) entspannt.

Kreislaufführung der Synthesegase

Nach den Ergebnissen der Kleinversuche ist eine stündliche Gasumwälzung des 100 bis 130-fachen Kontaktvolumens in eff. m³ Synthesegas erforderlich. Bei 25 Atm. Synthesedruck sind daher stündlich je m³ Kontakt 2500 bis 3300 Nm³ Synthesegas umzuwälzen. Für die erste Stufe sind 36 und für die zweite Stufe 24 m³ Kontaktraum eingesetzt. Die Möglichkeiten der praktischen Schaltung sind in nachstehenden 2 Skizzen festgehalten und seien kurz näher erläutert.

Schaltung I. Parallelschaltung der Öfen einer Stufe

Die in Schaltchema 1 niedergelegte Fahrweise erscheint für die Durchführung der Synthese besonders zweckmäßig. Drei 12 m³-Öfen laufen parallel geschaltet als erste Stufe. Das Gas wird durch ein gemeinsames Gebläse von ~ 100 000 Nm³ Leistung umgewälzt. Jeder Ofen kann ohne Störung der Nachbaröfen aus dem Kreislauf ausgeschaltet werden. Zur Reserve und Austauschmöglichkeit bei Regenerationen etc. kann der 6 m³-Ofen fallweise der ersten oder zweiten Stufe zugeschaltet werden. Das Gas für die zweite Stufe wird der Saugseite der ersten Stufe entnommen und der Saugseite der zweiten Stufe zugeführt. Die zweite Stufe umfaßt zwei Öfen mit je 12 m³ Kontakt. Das Gebläse leistet 75 000 Nm³.

Schaltung II. Hintereinanderschaltung der Öfen

Falls es schwierig sein sollte, die Gebläse für die nach Schaltschema I vorgesehene Fahrweise zu erhalten, erscheint es auch möglich, die Öfen einer Stufe hintereinander zu schalten und dadurch bei gleicher Gasgeschwindigkeit im Ofen mit geringeren Umwälzmengen das Auslangen zu finden. Die umzuwälzenden Gasmengen würden hierbei nur etwa $\frac{1}{3}$ gegenüber den bei Parallelschaltung erforderlichen Gasmengen betragen. Der im Kreislauf auftretende diff. Druck würde dafür entsprechend höher liegen. Auch bei dieser Schaltung ist, wie in nachstehender Skizze angedeutet die Leitungsführung so vorzusehen, daß der 6 m³-Ofen fallweise der ersten oder zweiten Stufe zugeschaltet werden kann und eine Abstellung eines Ofens keinerlei Einfluß auf den Betrieb der übrigen Öfen hat.

Produktausbeuten:

Bei der beschriebenen Fahrweise und einer Gasausnutzung von 85 % des eingehenden CO/H₂-Idealgases werden nach den Ergebnissen der Versuche nachstehende Ausbeuten je m³ CO/H₂-Idealgas erhalten:

- 112 g öliger Anfall
- 25 g im Reaktionswasser gelöste organische Substanz
- 24 g Gasol (C₃- und C₄-Kohlenwasserstoff)
- 8 g C₂-Kohlenwasserstoffe
- 15 g Methan
- 184 g Gesamtausbeute an Kohlenwasserstoffen.

Es ist dabei angenommen, daß sich 10 % des Gases zu Methan umsetzen. Praktisch liegt der Methanwert immer unter 10 %, so daß eine gewisse Sicherheit berücksichtigt ist.

Die im Wasser gelösten organischen Produkte setzen sich nach Angaben von Dr. Reisinger wie folgt zusammen:

10 % Methanol	10,0	g
30 % Äthanol	30,0	g
40 % Propanol	40,0	g
10 % Butanol und höhere Alkohole	10,0	g
10 % Benzin-KW	10,0	g
100 %	25,0	g Gesamtmenge org. Substanz im Wasser.

Die organischen Bestandteile machen etwa 15-20 % des wäßrigen Anteils vom Syntheseanfall aus.

Die Anlage soll jedoch für die Kriegsplanung nicht Synol (Alkohole), sondern Benzin und Treibstoff liefern. Um den Anforderungen an ein marktfertiges Benzin zu entsprechen, müssen die bis 160° siedenden Anteile durch Dehydratisierung in Benzin übergeführt werden. Im bis 160° siedenden Ölanteil sind noch ca. 5 % C₃- und C₄-Alkohol enthalten, die bei der Dehydratisierung Gasol ergeben. Die im Reaktionswasser gelösten Anteile werden auch dehydratisiert. Durch die Wasserabspaltung ist die Dehydratisierung mit entsprechendem Gewichtsverlust verbunden.

In der nachstehenden Tabelle ist eine genaue Übersicht der einzelnen Zahlenwerte vor und nach der Dehydratisierung gegeben.

Die über 160° siedenden Anteile werden nicht dehydratisiert, da das Siedeband 160-320° direkt als Dieseltreibstoff verwendbar ist.

Die zwischen 320 und 450° siedenden Anteile sind nach einer hydrierenden Nachbehandlung voraussichtlich als Ausgangsmaterial für die

Paraffinoxydation einzusetzen.

Die über 450° siedenden Anteile sind infolge ihres hohen Molekulargewichtes nicht für Paraffinoxydation direkt einsetzbar.

Bei Verarbeitung des gesamten Synolenfalls auf Treibstoffe und Paraffin würde man demnach erhalten (bei 8700 Betriebsstunden)

6970	jato = 60,2 %	Gasol und Benzin
2520	jato = 22,4 %	Dieselöl
740	jato = 6 %	Oxydationsparaffin
1400	jato = 11,4 %	hochschmelzendes, hochmolekulares Rückstandsparaffin.
11630	jato 100 %	

ccz. Breywisch



Ø Herrn Dir. Dr. v. Staden

" Dir. Dr. Giesen

" Dir. Dr. Herold

" Dr. Sackmann

" O. I. Keinke

A. W. P.

Herren Dr. Elbel/Dr. Mauthner
Versuchslabor 3 x

Gesamtanfall der geplanten Synolanlage Ienna-Süd bei 9500 m³ CO/H₂-
Idealgas/Stunde und 85 % Umsatz

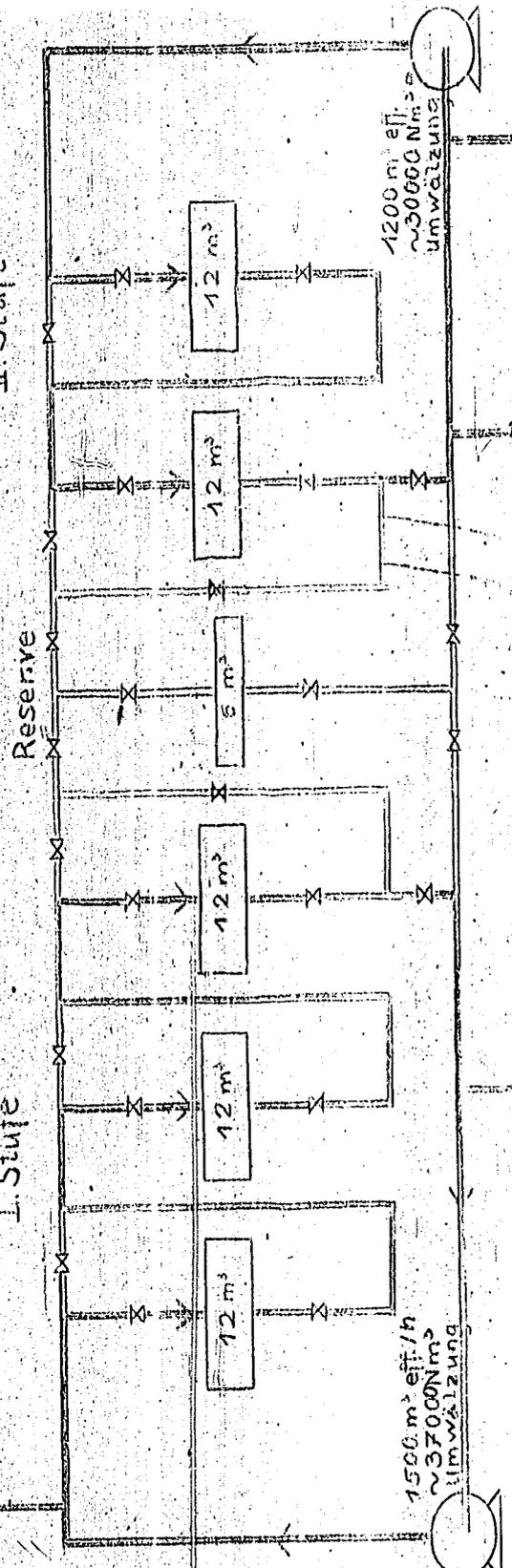
Produkt	Rohr-Synthesenfall				nach der Dehydratisierung				
	g/m ³	kg/h	%	lato bei 8000h	g/m ³	kg/h	%	lato bei 8000h	lato bei 8700h
Gasol	24	228	14,9	1850	37,2	352	26,4	2820	3060
H ₂ O-lösl. o. z. Subst.	25	237	15,6	1895	-	-	-	-	-
bis 160°	56	532	34,8	4250	47,6	452	33,8	3630	3930
160-320°	31,5	299	19,5	2390	31,5	299	22,4	2390	2600
320-450°	8,5	81	5,3	650	8,5	81	6,0	650	705
> 450°	16	152	9,9	1210	16,0	152	11,4	1210	1325
Summe fl. KW und Gasol	161	1529	100	12240	140,8	1336	100	10700	11620
C ₂ KW	8	76	-	610	12	114	-	910	990
Methan	15	142	-	1140	15	142	-	1140	1230
Summe alle KW mit Gasol	184	1747	-	15990	167,8	1592	-	12750	13840

Zweckmäßig werden jedoch nur die wasserlöslichen Anteile ab Propanol dehydratisiert (d.h. 15 g) oder, falls man Bedarf für Äthylen hat, Äthanol für sich dehydratisiert.

Schaltungs 2

9500 m³ [CO+H₂]-Idealgas
~ 1400 Nm³ Frischgas
[86% CO+H₂]

I. Stufe



5900 Nm³ Gas [CO+H₂]-Idealgas
~ 3300 Nm³ [CO+H₂]
62,5% CO+H₂
12,9% CH₄
2,3% N₂
17,3% CO₂

Rest gas 3650 Nm³
~ 1400 [CO+H₂]
39,2% CO+H₂
30,6% CO₂
10,7% N₂
19,5% CH₄

1200 m³ eff./h
~ 5000 Nm³
Umwälzung

1500 m³ eff./h
~ 3700 Nm³
Umwälzung