

Dr. Brdl/K.

Akt. N. Nr. 1059/1

Büro Dr. Langheinrich	
Eingang	29. 11. 38
Tag	11. 11. 38
Beantw.	Langheinrich
Ablage	Werkanlagen

A k t e n n o t i z .

Betr. Vergleich der Fischer-Synthese mit dem Verfahren Hoch-  
druckversuche Lu, Dr. Michael.

Das von Dr. Michael in seinem Memo vom 23. 9. 1938 nieder-  
gelegte Verfahren wurde gemeinsam mit den Niederdruck-Betrieben  
und der Hydrierung einer kritischen Prüfung unterzogen und auf-  
grund der Ermittlungen eine Kalkulation der voraussichtlichen  
Gestehkosten aufgestellt. Zum Vergleich wurde das Fischer-Ver-  
fahren in seinen beiden Abwandlungen (drucklos und unter Druck)  
auf gleicher Basis durchgerechnet, wobei in sämtlichen Fällen  
die Erzeugung des frisch eingesetzten Synthese-Gases aus Stein-  
kohlenkoks im Demag-Generator angenommen wurde.

Da schon eine überschlägige Rechnung für das Verfahren  
Dr. Michael mit Restgas-Aufarbeitung zu  $\text{CO} + \text{H}_2$  verhältnismässig  
hohe Kosten erwarten lässt, wurde in einer weiteren Kostenschät-  
zung die Restgas-Aufarbeitung weggelassen und angenommen, dass  
das gesamte eingesetzte Synthese-Gas aus Steinkohlenkoks herge-  
stellt wird. Die voraussichtliche Gestehkosten-Ermittlung er-  
streckte sich daher auf folgende 5 Fälle :

- 1) Fischer-Synthese drucklos,
- 2) Fischer-Synthese bei 10 atü,
- 3) Verfahren Dr. Michael, Synthesegas-Erzeugung aus Koks und  
Aufarbeitung des Restgases zu  $\text{CO} + \text{H}_2$ . Gasolgewinnung in  
Linde-Anlage und Polymerisation von  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_3$ - und  $\text{C}_4$ -KW  
nach thermischem Verfahren.
- 4) Verfahren Dr. Michael ohne Restgas-Aufarbeitung, Synthese-  
gaserzeugung nur aus Koks, Gasol-Gewinnung mit A-Kohle,  
Polymerisation von  $\text{C}_3$ - und  $\text{C}_4$ -KW nach thermischem Ver-  
fahren.

- 5) Verfahren Dr. Michael ohne Restgas-Aufarbeitung. Synthesegas-Erzeugung nur aus Koks. Gasolgewinnung durch Ammoniak tiefkühlung, Polymerisation von  $C_2H_4$ ,  $C_3$ - und  $C_4$  - KW nach thermischem Verfahren. Der Anfall von  $C_2H_6$  ist unbekannt und wurde daher bei der Polymerisation nicht berücksichtigt.

Da bei dem Verfahren Dr. Michael rund 27 % der verwertbaren Produkte als gasförmige Kohlenwasserstoffe anfallen, wurden die Gestehkosten nicht - wie sonst üblich - auf die Tonne Primärprodukt = Flüssig-+Festanfall, sondern auf die Tonne Primärprodukt, einschliesslich Polybi (aus gasförmigen KW), bezogen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des Produktanfalls bei der Fischer-Synthese und bei dem Verfahren Dr. Michael:

Zusammensetzung des Produkt-Anfalls.

( Angaben in Gew. % )

No.	1	2	3	4	5
Verfahren	Fischer drucklos	Fischer 10 atü	Dr. Michael m. Rückfüh- rung Polybi aus $C_2H_4, C_3, C_4$	Dr. Michael ohne Rückführung Polybi a. $C_3, C_4$	Polybi aus $C_2H_4, C_3, C_4$
Produkte:					
Primärbenzin (b. Verf. Mi ein- schl. Alkohol)	36,8	14,2	57,3	64,0	57,4
Polymerbenzin	6,5	4,7	23,0	15,9	23,0
Dieselöl	45,5	42,2	14,4	16,0	14,3
" aus Polym.	1,0	1,2	3,7	2,3	3,7
Paraffin > 320°C	10,2	37,7	1,6	1,8	1,6

Charakteristisch für die beiden Verfahren ist die Höhe des Benzin-Anteils, der bei der Fischer-Synthese 20-44 %, dagegen bei dem Verfahren Michael rund 80 % des Gesamtanfalls beträgt.

Über die Ausbeute an Primärprodukt, einschliesslich Polybi, je Nm<sup>3</sup> CO+H<sub>2</sub> (100 %ig) gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Ausbeute in g je Nm<sup>3</sup> CO + H<sub>2</sub> (100 %ig).

Nr.	1	2	3	4	5
Verfahren	Fischer drucklos	Fischer 10 atm	Dr. Michael m. Rückführung Polybi aus C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>	Dr. Michael ohne Rückführung Polybi aus C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>	Polybi aus C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>
Anfall flüssig + fest	120	145	83	83	83
Polymerbenzin aus Gasol	9,7	8,8	30	18,5	30
Gesamtanfall	129,7	153,8	113	101,5	113

Infolge der geringeren Ausbeute an Primärprodukt ist daher für das Michael-Verfahren der Einsatz an Synthesegas wesentlich höher als bei der Fischer-Synthese.

Die Gestehpreise je 1000 m<sup>3</sup> Synthesegas liegen bei dem Verfahren Michael ohne Restgas-Aufarbeitung trotz des höheren Druckes (20 atm.) zwischen den Gas-Preisen der beiden Fischer-Verfahren, da die Fischer-Synthese Teilkonvertierung des Synthesegases erfordert, während das Michael-Verfahren CO + H<sub>2</sub> im Verhältnis von 1 : 1 verwenden kann. Ungünstig liegen dagegen die Gas-Preise beim Verfahren Michael mit Restgas-Aufarbeitung. Während für den Synthese-Anteil aus Koks nur RM 20,80 eingesetzt werden müssen, betragen die Gestehkosten je 1000 m<sup>3</sup> CO+H<sub>2</sub> aus der Restgas-Aufarbeitung RM 33,40. Daraus ergibt sich ein Mischpreis von RM 23,50 je 1000 m<sup>3</sup> CO + H<sub>2</sub> (100 %ig).

Der Kosten-Anteil des Synthesegas-Einsatzes beträgt:

Synthesegas aus Steinkohlenkoks  
RM 18,-/t im Demag-Generator

Nr.	1	2	3	4	5
Verfahren	Fischer drucklos	Fischer 10 atü	Dr. Michael m. Rückfüh- rung Polybi aus $C_2H_4, C_3, C_4$	Dr. Michael ohne Rückführung Polybi aus $C_3, C_4$	Polybi aus $C_2H_4, C_3, C_4$
1) Synthesegas- Einsatz Nm <sup>3</sup> $CO+H_2$ 100 %	7 700	6 500	8 850	9 850	8 850
2) RM je 1000 Nm <sup>3</sup> $CO+H_2$ 100 %	18,20	21,90	23,50	20,80	20,80
3) RM f. Synthese- gas-Einsatz	141,-	142,-	208,-	205,-	184,-

Sind somit für das Verfahren Michael erhebliche Mehrkosten für den Synthesegas-Einsatz erforderlich, so werden diese nur teilweise durch eine geringfügige Senkung der Anlagekosten wie die folgende Zusammenstellung des Kapital-Bedarfes zeigt ausgeglichen. Der Kapital-Bedarf für das Michael-Verfahren mit Restgas-Anarbeitung ist sogar noch etwas höher wie bei der Fischer-Synthese.

Die Anlagekosten für 50 000 Jato Primärprodukt, einschliesslich Polybi, betragen:

Anlagekosten in Mill. RM.

(ohne Kontaktfabrik)

(vgl. Anlage 1.)

Er.	1	2	3	4	5
Verfahren	Fischer drucklos	Fischer 10 atü	Dr. Michael m. Rückfüh- rung. Polybi aus C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>	Dr. Michael ohne Rückführung Polybi aus C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>	Polybi aus C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>
Synthesegas- Erzeugung	8,65	9,61	14,82	10,36	10,36
Synthese-, Destillat.- Polybi-Anlage	11,09	10,00	6,07	6,10	7,57
Nebenanlagen u. S. W.	9,49	11,00	11,75	10,95	10,95
Gesamtanlage- kosten	29,23	30,61	32,64	27,41	28,88
Anlagekosten je Jato Primär- anfall einschl. Polybi: RM	585,-	612,-	653,-	548,-	576,-

Eine detaillierte Kostenschätzung zeigt die Anlage 1. Die Synthese und thermische Polymerisation wurde von OI. Keinke und die Benzin-Destillationen von DI. Orth geschätzt. Für die Gas-erzeugung und Nebenanlagen wurden die Unterlagen der AWP ver-wendet.

Je t Primärprodukt unraffiniertes und raffiniertes Benzin errechnen sich bei einem Koks-Verrechnungspreis von RM 18,-/t folgende Gestehkosten einschliesslich Generalia, Verzinsung und Lizenz:

(Detaillierte Schätzung Anl. 2.)

Nr.	1	2	3	4	5
Verfahren	Fischer drucklos	Fischer 10 atü	Dr. Michael m. Rückfüh- rung Polybi aus $C_2H_4, C_3, C_4$	Dr. Michael ohne Rückführung Polybi aus $C_3, C_4$	Polybi aus $C_2H_4, C_3, C_4$
RM/t Primär- produkt ein- schliesslich Polybi	263,-	255,-	298,-	266,-	271,-
RM/t Benzin unraffiniert	323,-	327,-	323,-	308,-	290,-
RM/t Benzin raffiniert	323,-	347,-	348,-/373,-	333,-/358,-	315,-/340,-

Unter Zugrundelegung der von Dr. Michael bisher erreichten Ausbeuten an Primärprodukt je 1000 cbm  $CO-H_2$  errechnen sich sowohl für die Tonne Primärprodukt als auch für die Tonne verkaufsfähiges Benzin höhere Gestehkosten wie bei der Fischer-Synthese. Lediglich für das Verfahren Michael ohne Restgas-Aufarbeitung mit Polymerisation von  $C_2H_4, C_3$  und  $C_4$  Kohlenwasserstoffen liegen die Gestehkosten ungefähr in der gleichen Höhe wie beim drucklosen Fischer-Verfahren, allerdings auch nur unter der Voraussetzung, dass ein günstiges Raffinationsverfahren für das Rohbenzin gefunden wird. Über die Raffination des mit Säuren, Estern, Aldehyden und Ketonen verunreinigten, stark olefinischen Michael-Benzins ist noch nichts genaueres bekannt. Nach unseren bisherigen Schätzungen liegen die Raffinationskosten je t Benzin etwa zwischen RM 25,- bis RM 50,-, wobei die niedrigen Werte von RM 25,- wohl kaum erreicht werden.

Die Kontakt-Regenerationskosten sind bei dem Michael-Verfahren mit RM 0,50/kg und bei der Fischer-Synthese mit RM 3,-/kg eingesetzt. Nach unseren bisherigen Ermittlungen dürften die Kontaktregenerationskosten bei der Fischer-Synthese noch etwas höher liegen, da durch die RM 3,-/kg Kontakt lediglich die Aufarbeitungsspesen gedeckt sind. In beiden Fällen ist eine Lebensdauer von 6 Monaten angenommen.

Die Reparaturkosten sind für die Gas-Generatoren mit 6 % (vom Anlagekapital) und für die übrigen Anlagen mit 3 % geschätzt.

Die Energie-Verbräuche - einschliesslich Synthesegas-Erzeugung - sind niedrig geschätzt und werden nach den bisherigen Erfahrungen um  $\frac{1}{4}$  der errechneten Werte höher liegen.

Den bisherigen Ermittlungen liegt die Annahme zugrunde, dass das Synthesegas, soweit es nicht - wie beim Michael-Verfahren durch Aufarbeitung des Restgases erzeugt wird, aus Koks als Rohstoffbasis gewonnen wird. Durch die Mitverarbeitung von Kokereigas ist es nun möglich, sowohl den Kapitalbedarf wie die Erzeugungskosten des Synthesegases erheblich zu senken. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass das Kokereigas zu einem im Ruhrgebiet bisher üblichen Verrechnungspreis von 1 Rpf je m<sup>3</sup> eingesetzt werden kann.

Da das Michael-Verfahren Synthesegas im Verhältnis 1:1 verarbeitet, das Spaltgas aus Kokereigas jedoch ein CO:H<sub>2</sub> - Verhältnis von 1 : 5 besitzt, sind zur Erzielung der gewünschten Zusammensetzung umfangreiche Massnahmen notwendig, die die für den Kokereigas-Einsatz zu erwartende Verbilligung wieder aufhebt. Es wurde daher bei dem Michael-Verfahren von der Mitverarbeitung von Kokereigas abgesehen.

Unter der Voraussetzung, dass nur soviel Kokereigas eingesetzt wird, dass die sonst notwendige Teilkanvertierung des CO + H<sub>2</sub>-Gemisches in Wegfall kommen kann, errechnet sich für die Fischer-Synthese folgender Gestehpreis je t Primärprodukt und Benzin:

Gestehkosten je t Primärprodukt und Benzin.

Synthesegas aus Koks- und  
Kokereigas. (vgl. Anlage 3)

Verfahren	Fischer drucklos	Fischer 10 atü	Fischer drucklos	Fischer 10 atü
RM je 1000 m <sup>3</sup> CO+H <sub>2</sub> (100%)	einschl. Kapitaldienst		Ohne Kapitaldienst aber einschl. Genera- lia und Lizenz.	
	15,60	18,80		
RM je t Primärprodukt + Polybi	RM: 240,-	232,-	174,-	170,-
RM je t Benzin	RM: 295,-	317,-	250,-	254,-

Anlage.

Herrn Dir. Dr. Bütefisch,  
" Dir. Dr. v. Staden,  
" Dr. Schunck,  
" OI. Sabel,  
" Dr. Herold,  
AWP Berlin, ✓  
AWP Me.



Anlage 1.

Anlagekosten in Mill. RM.  
(Produktion 50 000 Tonne Primäranfall)

Nr.	1	2	3	4	5
	Fischer drucklos	Fischer 10 atü	Dr. Michael m. Rückfüh- rung Polybi ans $C_2H_4, C_3, C_4$	Dr. Michael ohne Rückführung Polybi ans $C_3, C_4$	Polybi ans $C_2H_4, C_3, C_4$
Gas-Erzeugung	8,65	9,61	14,82	10,36	10,36
Summe Gaserzeugung:	8,65	9,61	14,82	10,36	10,36
Synthese-u. A-Kohle-Anlage	10,45	9,50	2,00	2,52	2,00
Unwälgas	-	-	1,80	1,80	1,80
Kühler u. Regen.	-	-	0,20	0,20	0,20
Destillationen	0,20	0,20	0,32	0,32	0,32
Alkohol-Destillation	-	-	0,20	0,20	0,20
Polymerbenzin-Anlage	0,44	0,30	1,55	1,06	1,55
$C_2H_4$ -Gewinnung	-	-	-	-	1,50
Summe Synthese:	11,09	10,00	6,07	6,10	7,57
Kontakteinsatz	1,69	1,40	0,25	0,25	0,25
Allgem. Anlagen, Werkst.,	3,30	3,30	3,30	3,00	3,00
Gleise, Strassen	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Bau- u. Montageleitung	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Betriebskapital + Inbetriebnahme	2,00	3,80	5,70	5,20	5,20
Energie-Zentrale, Wasserw. Vert.					
Summe Nebenanlagen:	9,49	11,00	11,75	10,95	10,95
Gesamt-Anlagekosten:	29,23	30,61	32,64	27,41	28,88
Anlagekosten je Tonne Primär- anfall	585,-	612,-	653,-	548,-	578,-

Gestehkosten je t flüssig + fest-Anfall + Polybi. / Vergleich Fischerverfahren drucklos, unter Druck und Benzin-Synthese Hochdruckversuche, Lu, Dr. Michael.

Produktion: 50 000 kg flüssig + fest-Produkt (ausschliesslich Polymerbenzin).

(auf Basis Steinkohlen-Koks RM 18,- / t.)

Verfahren	Fischer 0-1 atü Synthesegas nur aus Koks			Fischer 10 atü			Michael 20 atü mit Restgasaufarbeitung Polym. von C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>			Michael 20 atü ohne Restgasaufarbeitung Polym. von C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>			Michael 20 atü ohne Restgasaufarbeitung Polym. von C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>		
	Einheits- preise RM	pro t Mengen	Kosten RM	Einheits- preise RM	pro t Mengen	Kosten RM	Einheits- preise RM	pro t Mengen	Kosten RM	Einheits- preise RM	pro t Mengen	Kosten RM	Einheits- preise RM	pro t Mengen	Kosten RM
Ausbeute: je 1000 m <sup>3</sup> CO+H <sub>2</sub> kg Prod. fl.+fest " Benzin a. Gasol		120 9,7 129,7		145 8,8 153,8			83 30 113			83 18,5 101,5			83 30 113		
<b>Rohmaterial:</b>															
Synthesegas (CO+H <sub>2</sub> 100%) m <sup>3</sup>	% 18,27		140,70	% 21,89		142,28	% 23,47		207,71	% 20,83		205,18	% 20,83		184,35
Synthesekontakt			33,80			28,00			5,00			5,50			5,00
Chemikalien, Ammoniak			3,00			3,00			3,00			3,00			3,00
A-Kohle kg	2,00		2,40	2,00		2,40									
Restgas Mill. WE	3,00	4,63	13,89	3,00	4,26	12,78	3,00	3,70	11,10	3,00	6,00	18,00	3,00	5,50	16,50
<b>Summe des Rohmaterials:</b>			166,01			162,90			204,61			195,68			175,85
<b>Spesen:</b>															
<b>Energien:</b>			3,44			3,67			12,20			12,68			13,53
Dampf t	2,00		8,50	2,00		7,70	2,00		4,84	2,00		6,28	2,00		4,84
Strom kWh	% 15,00		2,43	% 15,00		2,16	% 15,00		12,30	% 15,00		11,70	% 15,00		13,65
Heizgas Mill. WE	3,00		0,75	3,00		0,67	3,00		1,92	3,00		1,56	3,00		1,92
Dampf	2,00	4,12	8,24	2,00	3,43	6,86	2,00	3,43	6,86	2,00	3,43	6,86	2,00	3,44	6,88
<b>Löhne u. Gehälter:</b>															
Arbeiterlöhne h	0,90		9,00	0,90		8,37	0,90		9,99	0,90		10,44	0,90		10,62
Lohnzuschlag	25,00		2,25	25,00		2,09	25,00		2,56	25,00		2,61	25,00		2,65
Gehält. u. Zuschl. v. Lohn	30,00		2,70	30,00		2,51	30,00		3,00	30,00		3,13	30,00		3,19
Betr. Mat. u. Lab. Kost. v. L.	20,00	RM/t	1,80	20,00	RM/t	1,67	20,00	RM/t	2,00	20,00	RM/t	2,09	20,00	RM/t	2,12
Rep. Kost. v. Anlagekapital	3,00	222,-	6,66	3,00	200,-	6,00	3,00	121,-	3,63	3,00	122,-	3,66	3,00	151,-	4,53
Feuersch. u. Steuern v. A. K.	1,3	222,-	2,89	1,3	200,-	2,60	1,3	121,-	1,57	1,3	122,-	1,59	1,3	151,-	1,96
Amortisation v. A. K.	10,0	352,-	35,20	10,0	324,-	32,40	10,0	222,-	22,20	10,0	217,-	21,70	10,0	246,-	24,60
<b>Summe der Spesen:</b>			63,94			59,31			57,09			57,90			63,20
<b>Gestehkosten je t flüssig und fest-Anfall</b>			229,95			222,21			261,70			253,58			239,05
<b>Generalia: v. Gestehkosten</b>	%		2,5	%		2,5	%		2,5	%		2,5	%		2,5
Lizenz:			5,75			5,56			6,54			6,34			5,98
Verzinsung:			1,40			1,40			1,40			1,40			1,40
Umsatzsteuer, Verk. Unk.:		585,-	17,55		612,-	18,36		653,-	19,59		548,-	16,44		578,-	17,34
<b>Gesamtkosten je t flüssig u. fest + Polybi-Anfall</b>			262,53			255,19			298,18			286,35			271,93
<b>Anfall:</b>	kg														
Bi + Polybi															
Bi a. 567 Pa+Di									Di-Öl 180 kg = 200,-/t						
Krackspesen			5,60			8,00			Paraff. 20 " = 200,-/t						
Gesamtbenzin			268,13			263,19			Gesamtbenzin			26,00			36,00
"			323,05	"		347,22			"			4,00			4,00
<b>Raffinationspesen:</b>															
<b>Insgesamt RM / t Benzin</b>			323,05			347,22			258,18			246,35			231,93
									322,72			307,94			289,82
									25,-/50,-			25,-/50,-			25,-/50,-
									372,72			357,94			339,91

Fischer-Synthese 0 - 1 und 10 atü.

Gestehkosten je t flüssig + fest - Anfall + Polybi.

Synthesegas aus Koks und Kokereigas .

	Fischer-Synthese 0 - 1 atü			Fischer-Synthese 10 atü		
	Einheits- preise RM	pro t Mengen	Kosten RM	Einheits- preise RM	pro t Mengen	Kosten RM
<u>Rohmaterial:</u>						
Synthesegas (CO+H <sub>2</sub> 100%) Nm <sup>3</sup>	15,60		120,12	18,80		122,20
Sonstiges Rohmaterial			25,31			20,62
<u>Summe des Rohmaterials:</u>			145,43			142,82
Summe der Spesen:			63,94			59,31
Gestehkosten je t flüssig und fest-Anfall RM			209,37			202,13
Generalia: v. Gestehk. %	2,5		5,23	2,5		5,05
Lizenz:			1,40			1,40
Verzinsung: %	3,0	<u>Anl. Kap.</u> 550,-	16,50	3,0	<u>Anl. Kap.</u> 554,-	16,62
Umsatzsteuer, Verk. Unk.: %	3,0		7,19	3,0		6,96
Gesamtkosten je t flüssig u. fest + Polybi-Anfall: RM			239,69			232,16
Krackspesen:			5,60			8,00
Gestehpreis für Benzin:		330	245,29		150	240,16
Gestehpreis je t Benzin			295,53			316,83