

TITLE PAGE

22. Kohlenoxyd - Wasserstoff- Synthesen.
Carbon monoxide-hydrogen syn-
theses.

Frame Nos. 837 - 849

Vorrede

über

Kohlenoxyd - Wasserstoff - Synthesen

Berlin, Länderbank, 1. Juli 1941.

Anwesend:

Büchtemann	
Müller-Gunrad	
Pier	
Langheinrich	A. T. P.
Heintzeler,	Jurist. Abt. Lu
Jackh,	Patent-Abt. Lu
Rheinfelder,	Patent-Abt. Lu
v. Staden,	Ma
Braus,	Ma
Henning,	Mo
Wenzel,	Mo
v. Lom,	Mo
Witzel,	Op
Schauermaan,	Op
Daffschmidt,	Op
Becker,	Hochdruckvers. Lu
Hübner,	"
W. Jackh,	"
Michael,	"
Peters,	"

Herr Dr. Rütens gab einleitend und dann nach den Berichten der Sachbearbeiter abschließend einen Überblick über das Synthesegbiet:

Über die C_6/H_2 -Synthese wird z. Zt. an vielen Stellen s.T. sehr intensiv gearbeitet. Außer bei Fischer und der Ruhrchemie auch bei einer Reihe von Syntheseanlagen u.a. bei der Drabag. Abgesehen von Veröffentlichungen von Frans Fischer dringt über diese Arbeit ^{er} sehr wenig in die Öffentlichkeit, es besteht aber kein Zweifel, daß an verschiedenen Stellen mancherlei Fortschritte gemacht worden sind.

Die Ruhr-Chemie hat dabei eine Pionierstellung. Durch Verträge mit der I.G. und einer Anzahl ausländischer Firmen (z.B. USAC) ist die Zusammenarbeit der Ruhr-Chemie mit der I.G. für die Kohlenwasserstoffsynthese festgelegt. Es bestehen außerdem Verträge der Ruhr-Chemie mit Lizenznehmern, wobei offenbar Unklarheiten über den Umfang der Lizenz und des Erfahrungsaustausches bestehen. Verträge bestehen oder bestanden auch z.B. zwischen Ruhr-Chemie und Iurgi (über Synthese und Produkte) sowie zwischen der Ruhr-Chemie und der Gute-Hoffnung-Rütte. Gewisse Schwierigkeiten könnten sich später eventuell durch verschiedene Auffassungen zwischen IHS und uns über die territorialen Ausdehnungen der Vertragsgebiete nach den Grenaveränderungen in Europa ergeben.

Die Synthese von Kraftstoffen ist z.Zt. nicht so wirtschaftlich wie die Hydrierung. Alle Anlagen erstreben deshalb eine Umstellung vom Mineralölsektor auf den Chemiesektor, d.h. die Erzeugung von Produkten, die einen höheren Erlös als Kraftstoffe bringen.

1. Mineralölsektor.

Bei Syntheseanlagen nach dem Fischer-Verfahren kann man z.Zt. mit 135 g flüssigem Produkt einschließlich Gasöl rechnen. Eine Verbesserung der Ausbeute um ca. 20% auf 150 bis 160 g wäre entscheidend für die Konkurrenzfähigkeit zur Hydrierung.

Die Anlagekosten für Hydrieranlagen (von der Kohle zum Benzin gerechnet) und für Synthese-Anlagen (vom Synthesegas zum Benzin) sind etwa gleich.

2. Chemiesektor.

Paraffin für die Paraffinoxydation war das erste Ausgangsmaterial für chemische Weiterverarbeitung, das von Synthesenanlagen geliefert wurde. Die Wirtschaftlichkeit der Paraffinerzeugung änderte sich mehrfach, indem der Paraffinpreis von ursprünglich 50 Pfg. je kg auf 18 Pfg. zurückging und dann erzwungenermaßen auf 27 - 30 Pfg. festgesetzt wurde.

Durch die Erzeugung von Hartparaffin, das über 60 RM. (bis 85 oder 95 RM./100 kg) einbrachte, wurden gewisse Erlössteigerungen erzielt. Verwendungsgebiet Emulgatoren. Es ist anzunehmen, daß auch auf dem Hartparaffingebiet später ein Übergang eintreten wird.

Die Ruhr-Chemie hat dann als neue Entwicklungsmöglichkeit des Chemiesektors das Oxoverfahren ausgearbeitet, das Ausgangsstoffe für die Waschmittelherstellung liefert. Zwischen L.G. - Ruhrchemie und Henkel besteht ein Abkommen für dieses Gebiet.

Für die organische Chemie sind Alkohole in hoher Konzentration erwünscht.

Das Werk Auschwitz soll seine Fangarme über die ganze Chemie ausbreiten. Es soll dort eine Treibstoff-Synthese-Anlage in Zusammenhang mit einer Kautschuk-Synthese-Anlage errichtet werden. Das Werk soll in großen Maßstab Rohstoffe für den Lack-Plan liefern. In besonderen soll auch die Verarbeitung von Gasen auf wertvolle chemische Produkte Berücksichtigung finden.

Das Gebiet der Gasverarbeitung wird von Dr. Bützfisch als besonders wichtiges Forschungsgebiet zur Bearbeitung empfohlen.

Dr. v. Staden machte nähere Angaben über die Anlage in Auschwitz: Die Süssanlage hat eine Kapazität von 30 000 Tonne (?). Daneben sollen drei Versuchsanlagen errichtet werden und zwar

- 1.) nach dem Dreistufenverfahren
- 2.) nach dem Repperverfahren (Acetylen + Formaldehyd)
- 3.) nach Propylalkoholverfahren.

Es werden vorhanden sein

- 1.) Karbidöfen
- 2.) eine Hochdruck CO/H_2 -Synthese, die 5 % Propylalkohol und 30 % Äthanol liefert.

3.) Eine Mitteldrucksynthese:

In Auschwitz sollen ferner neue Schmieröle hergestellt werden, d.h. Ester von Polysäuren mit Alkoholen und Ester von Polyalkoholen mit Säuren.

Für den Lackplan werden (insbesondere als Lösungsmittel) Ester der Essigsäure mit höheren Alkoholen benötigt.

Die Essigsäuresynthese wird katalytisch durch Kohlenoxydanlagerung an Methanol durchgeführt.

Die Sachbearbeiter Dr. Michael, Dr. Duftschmidt, Dr. Schauer mann und Dr. Wenzel berichteten über den Stand ihrer Arbeiten:

I. Gaskreislauf und Schaumfahrweiser.

Dr. Michael, Dr.

Ursprünglich hatten die Arbeiten das Ziel, Benzine mit Eisenkontakten herzustellen. Eisenkontakte, die Temperaturen über 300° erfordern, können in Röhrenöfen nicht gefahren werden. Im Gebiet von 300 bis 350° besteht immer die Gefahr der Rußabscheidung.

Es wurde das Gesamtvollverfahren entwickelt, bei dem man mit viel kleinerer Kühlfläche als beim Röhrenofen auskommt, weil die Reaktionswärme durch einen Abhitzekessel außerhalb des Reaktionsraumes abgeführt wird, bei dem mit einem Temperaturgefälle bis zu 50° gearbeitet werden kann, während im Röhrenofen nur wenige Grade zulässig sind. Bei Reaktionstemperaturen oberhalb 300° werden im flüssigen Anfall 2/3 bis 3/4 Benzol erhalten. Es hat nach der Sauerstoffentfernung mit Tonerde eine 0.2. Research von 84 bis 85, enthält viel Olefine und ist nach einer Gleichherde Refinement und Zusatz von Naphtol als Stabilisator laerbeständig und in den Testen einwandfrei. 1/6 des Anfalls besteht aus Dieselöl. Es enthält etwa 1 1/2 % Sauerstoff und hat die

Oeten-Zahl 50 - 55. Außerdem wird 1 % Paraffin erhalten. Das neben flüssigen Produkten beim Gasumwälzverfahren gebildete Gas (etwa 30 % Gas Gesamtanfalls) enthält viel Äthylen, Propylen und Butylen.

Bei Versuchen in einem 800 bis 1000 Liter Umwällofen, der sonst zufriedenstellend lief, stellte sich heraus, daß beim Übergang von den relativ engen Umwälzleitungen in den weiten Kontaktraum leicht störende Gaswirbelbildung auftritt, wenn dieser Übergang mit einer Richtungsänderung des Gasweges zusammenfällt. Bei Neukonstruktionen wäre diesem Umstand Rechnung zu tragen.

Für das Gasumwälzverfahren werden sehr feste Eiseneinkontakte verwendet. Fällungskontakte haben sich wegen ihrer Zerreiblichkeit nicht bewährt.

Als das Problem der Mittelölerstellung auftrat, wurde zur Schaumfahrweise übergegangen. Mit einem Eisenrot aus Carbons-Eisen als Kontakt, der in Öl nachvermahlen wird, wird bei 240 - 250° mit guter Leistung ein besseres Mittelöl erhalten als beim Gasumwälzverfahren. Es wird auf möglichst olefinreiches Produkt gearbeitet. Das Dieselöl hat Oetenzahl 60 - 70.

Die Schaumfahrweise hat den Vorteil, nur sehr wenig Vergasung zu geben. Sie beträgt 2 - 3 % je nach Fahrtemperatur gegenüber 18 - 20 % beim Gasumwälzverfahren.

Das Verfahren kann im Rührlofen ausgeführt werden, wobei man Stopfbuchschwierigkeiten in Kauf nehmen muß. Technisch einfacher ist es, mit einer Schaumplatte zu arbeiten, wobei durch einen zusätzlichen Ölkreislauf ein Absinken des Kontaktes sicher verhindert wird. Der außerhalb des Reaktionsraumes liegende Teil des Ölkreislaufes kann zur Wärmeabfuhr und beim Anfahren zum Aufheizen benutzt werden.

Bei der Schaumfahrweise wurden z.B. erhalten:

30 Teile Benzin, 30 Teile Mittelöl und 40 Teile Paraffin, das zu 70 % zu Mittelöl aufgespalten werden kann. Oder man erhält bei etwas veränderten Bedingungen: 60 % Benzin, 30 % bis 350° und 10 % höher siedende. Das bei 310° gewonnene Benzin hat O.Z. Research 90.

Für das Gasumwälzverfahren sind folgende Zahlen kennzeichnend:

Reaktionstemperatur	325°
Leistung	0,8 kg Prod./Liter Kat./Tag
Umsatz	91,5 % in zwei Stufen

Ausbeute Gesamtprodukt je Nm ³ Idealgas	160 g
davon sind 70 % = 112 g flüssig	davon 7 % Alkohole + Säuren
	15 % Dieselöl 200-350°
	48 % Benzin bis 200
30 % = 48 g gasförmig	davon 8 % Äthylen
	9 % Propylen
	3 % Propan
	6 % Butylen
	2 % Butan
	<hr/>
	= 100 % .

Vom C₄ sind 50 - 65 % Iso. Hinschließlich Polymerisation beträgt die Ausbeute 142 g statt 112 g. Die 48 % Benzin können durch Tonerde-Refination säurefrei und geruchlos gemacht werden. Die Ausbeute geht dabei von 48 auf 45 zurück.

Für die Schaumfahrweise auf Mittelöl wurden folgenden Zahlen genannt:

Reaktionstemperatur	240 - 250°
Leistung	0,2 kg/Liter Schaumvol./Tag
Umsatz	90 % (in 3 Stufen)

Ausbeute kg/Nm³ Idealgas 170 g flüssige und feste Produkte. Davon sind 4-5 % Alkohole im Produktwasser.

Der Ölanfall besteht zu

30 %	aus Benzin
30 %	Mittelöl
40 %	Paraffin .

(Hierzu kommen noch:

4-5 %	Gasöl
3 %	Vergasung.

Wird mit der Schaumfahrweise auf Benzin gefahren, so ist, um eine hohe O.Z. zu erreichen, eine Reaktionstemperatur von 310° oder etwas tiefer erforderlich. Die Ausbeute ist dann 160 g.

Über die Untersuchung von Produkten, die Dr. Michael mit eigenen und Leuna-Kontakten hergestellt hat und die in Merseburg auf Alkoholgehalt untersucht wurden, gibt Dr. Wenzel folgende Zahlen:

	Schaumfahrweise Sumpffase	Gasumwälzverfahren Gasphase
Reakt.-Temp.	250°	195°
Kontakt	Michael Eisen-Sinter- kontakt	Merseburg Eisenschmelz- kontakt in Me reduziert
Alkohole	maximum bei 160°	max. 36 % in einer Frak- tion
In der Wess- mittel-Fraktion C_8 bis C_{18}	nicht über 12 %	26 bis 28 %
Olefine in C_8 bis C_{18}	60 - 65 %	40 - 50 %

Es gilt als Regel, daß die Summe von Alkoholen plus Olefinen etwa konstant ist.

Dr. Wenzel teilt mit, daß Leuna neuerdings von der Ruhr-Chemie ein Produkt erhalten hat, das 80 % Olefine in der C_8 bis C_{18} - Fraktion aufweist.

Dr. Michael berichtet noch kurz über Versuche mit dem Merseburg Synol-Kontakt nach der Schaumfahrweise bei 20 at und $2100g$. Es wurden mit Leistung 0,15 ein Produkt mit folgenden Eigenschaften erhalten:

in Fraktion	$220 - 250^{\circ}$	$250 - 300^{\circ}$	$300 - 350^{\circ}$
Alkohole	23 %	24 %	15 %
Olefine	36 %	30 %	27 %

II. Ölkreislaufverfahren

Dr. Duftschmidt, Oppau.

In den Jahren 1927 bis 1928 hat Dr. Linck Riesenschmelzkontakte entwickelt. Beim Arbeiten in der Gasphase unter hohem Druck ergaben sich damals Schwierigkeiten durch C-Abscheidung.

1934 wurden Versuche in flüssiger Phase aufgenommen und das Ölkreislaufverfahren entwickelt, bei dem Öl und Gas im Gleichstrom über fest angeordnetem Kontakt geleitet wurde. Wesentlich ist das Arbeiten in kocondier Phase, die durch Rückführung relativ leichtsiedender Ölanteile gewährleistet wird. Es wurde zunächst bei 100 at später bei Mitteldruck in 2 Stufen gearbeitet.

Bei 240° am Ofeneingang und 290° am Ofenausgang werden bei 50 % Umsatz in einer Stufe über beide Stufen je Normal m³ Idealgas 150 g Primärprodukt (flüssig + Gasol) folgender Zusammensetzung erhalten:

- 40 % Primärbenzin O.Z. 62 - 68, O.Z. + 0,1 Bzl 85
2 % Sauerstoffgehalt, entfarbar durch
Wasserwäsche
- 20 % Mittelöl Octenzahl 78
- 20 % Hartparaffin Schmelzpunkt 95°
- 15 % Gasol (ohne O₂) mit 85 % Olefinen
- 5 % Alkohole mit 25 % Methanol
50 % Äthanol
25 % höheren Alkoholen, Acetaldehyd, Aceton etc.

Die Leistung ist 30 g/Ltr. Kat./Std. = 0,75 /Ltr. Kat./Tag.

Mit steigendem Druck - es wurden Versuche bei 25, 100, 150 und 180 at ausgeführt - nimmt der Sauerstoffgehalt der Produkte zu, bei 180 at erhält man aber sehr viel Leichtesiedende und nur sehr wenig höhere Alkohole.

Um das Verfahren auf Alkoholproduktion umzustellen, ist es erforderlich, mit kleinem Umsatz und mit wasserstoffreichem Synthesegas zu arbeiten.

Bei einem CO/H_2 -Verhältnis 1 : 1, 180 at und 280 - 290° wurden bei 28 - 30 % Umsatz in Gasströmung einfall 48,5 % Alkohole erhalten und zwar

8,5 %	Methanol
21 %	Ethanol
10 %	Propanol
6,5 %	C_4 bis C_{11} - Alkohole
2,5 %	C_{12} bis C_{20} - Alkohole

Die 33,5 % Kohlenwasserstoffe enthielten

26,5 %	Benzin
3,5 %	Mittelöl
3,5 %	über 300°

Von den 18 % Fettsäuren waren

11 %	wasserlöslich
5 %	C_6 bis C_{11}
2 %	C_{12} bis C_{20}

Die Alkohole im Anfall verschwinden

- bei hohem Umsatz
- bei C-Abscheidung am Kontakt.

III. Paraffinsynthese

Dr. Schaueremann, Ammoniaklaboratorium, Oppau.

Es wurde mit der Ruhr-Chemie-Apparatur gearbeitet und Kobalt-Kontakte entwickelt, die hohe Paraffinausbauten geben, worüber schon früher berichtet worden ist.

Das CO/H_2 -Verhältnis war dabei 1:2, der Druck 12 atü.

Später wurden Eisenfüllungskontakte entwickelt, die schon unter 230°C arbeiten, z. Zt. sind schon Eisenkontakte vorhanden, die bereits bei 195° arbeiten.

Bei einer Stufe werden 70 - 75 g Produkt je Nm³ Idealgas erhalten bestehend aus:

10 %	Paraffin
15 %	Mittelöl
15 %	Benzin mit 3-5 % Alkoholen und 8-10% Ungesättigten.

Die berechnete Ausbeute (auf 100 % Umsatz) beträgt 130 bis 140 g je Nm³.

Bei 260° werden mit einem Eisenschmelzkontakt 75 - 80 % Olefine erhalten, von denen 15 - 20 % für die Oxoreaktion geeignet sind. Sie enthalten 90 - 95 % gerade Ketten. Aus den höheren Paraffinen können durch Kracken 70 % Mittelöl erhalten werden.

IV. Paraffin- und Synol-Synthese

Dr. Wenzel, Mersburg.

Im Jahre 1938 wurde angestrebt, das Ruhrchemie-Verfahren zu verbessern. Die Kalkulationen zeigten aber, daß das Verfahren immer teuer sein wird.

Man ging deshalb dazu über, auf Spezialprodukte hinzuwirken.

1.) Hartparaffin.

Es wurde ein Kobalt-, Aluminiumoxyd-, Zinkoxyd-Kontakt entwickelt, der bei 180 - 185° und 10 atm im Röhrenofen in einer Stufe 140 g Produkt je Nm³-Synthesegas lieferte, das 70 % Hartparaffin vom Schmelzpunkt 95° enthielt.

3.) Alkohole.

Mit Eisenschmelzkontakten (Ammoniakkontakt) wurden im Röhrenofen Produkte erhalten, die in den einzelnen Fraktionen im Durchschnitt enthielten:

	% Alkohole	% Olefine
100 - 200°	60	38 - 20
- 380°	65	30 - 20
- 440°	32	35 - 40.

Der Anfall muß entsäuert werden, um in der Destillation Esterbildung zu vermeiden.

Die Geradkettigkeit der Alkohole und Olefine beträgt 80-85 %

Für die Anlage in Auschwitz bietet das Verfahren den Vorteil leichter Umstellbarkeit von der Benzol + Dieselölfahrweise im Krieg, auf die Alkohol (Synol) - Fahrweise in Friedenszeiten.

Im einzelnen ergeben sich für die beiden Fahrweisen folgende Zahlen:

	Bi + Dieselöl		Alkohol (Synol)		
	3 Stufen		4 Stufen		
CO ₂ -Absorption	2 mal		3 mal		
Gas-Belastung	1 : 250		1 : 150		
Leistung t/fl. Prod./m ³ /Tg.	0,92		0,64		
Temperatur °D	220 - 245		190 - 220		
g fl. Prod. je m ³ Idealgas	140		160		
g Gasöl je m ³ Idealgas	14		16		
g Gesamt/m ³ Idealgas	154		176		
g Idealausbeute über Methanbilanz errechnet	181		190		
% Vergasung vom ange. Gas	8		5		
Produktausammensetzung	%	Alkohole	%	Alkohole	
	bis 200	64 - 40	5 - 10	44	39
	200 bis 300	18 - 30	3 - 8	18	56
	300 bis 400	6 - 15	2 - 5	15	50 - 60
	über 400	12 - 15	2 - 5	25	37

Das Verfahren kann in Ruhroheile-Maunsmann-Plattenofen, der großtechnisch erprobt und gut bewährt ist, ausgeführt werden. Man hat den Vorteil des ruhenden Kontaktes und keiner heißen bewegten Teile an der Apparatur.

Der Schmelzkontakt ist leicht herzustellen, sehr hart und unveränderlich und kann durch Umschmelzen leicht regeneriert werden.

Die Plattöfen erlauben jederzeit auch eine Umstellung auf andere Kontakte z. B. die Oppauer oder Mergoburger Kontakte zur Paraffin- bzw. Hartparaffinherstellung.

Um hohe Alkoholausbeuten zu erzielen, ist wesentlich,

- 1) niedrige Temperatur und vorherigen Überschwemmen des Kontaktes mit Wasserstoff;
- 2) kleiner Umsatz (die Alkohole werden bei höherer Temperatur wieder zertrübt),
- 3) kurze Kontaktberührungzeit. (Die Alkohole werden über Eisenkontakt ersetzt. Man wird daher technisch nicht über 2 m Kontaktschicht gehen.)

Die CO₂-Wäsche zwischen den einzelnen Stufen wird mit Druckwasser ausgeführt, wobei der CO₂-Gehalt des Gases von 15 auf 3 % zurückgeht. Aus der ausgewaschenen Kohlensäure werden nachträglich mit A-Kohle noch leichtflüchtige Produktanteile zurückgewonnen.

Abschließend wies Dr. Michael noch auf Differenzen hin, die sich aus den verschiedenen Alkoholbestimmungen ergeben und einen direkten Vergleich der verschiedenen Verfahren erschweren.

Die Alkoholgehalte der Ludwigshafener Produkte mit Synholkontakt nach der Schaumfahweise erreichen 75 - 80 % der Alkoholgehalte der in Leuna im Röhrenofen hergestellten Produkte, wenn die Analyse nach der gleichen Methode erfolgt.

Dr. Wenzel wies darauf hin, daß die Alkohole sich bei der Destillation zersetzen und darauf die Differenzen zurückgeführt werden können.

Dr. Michael hält eine Zersetzung der Alkohole bei der Destillation seiner Produkte für unwahrscheinlich, weil die Destillation bei 2 mm Vakuum erfolgt ist. Die Ursachen der unterschiedlichen Bestimmungen sollen in der nächsten Zeit geklärt werden.

Abschließend wurde noch die Patentlage eingehend besprochen.

Nach Beendigung der Besprechungen wurden auf Anregung von Herrn Dr. Pier gemeinsam mit den Sachbearbeitern in einer Tabelle (siehe Anlage) die Ergebnisse der verschiedenen Verfahren zum Vergleich nebeneinandergestellt.

Um einen richtigen Vergleich zu ermöglichen, erfordert dieses Zahlenmaterial aber noch verschiedener Ergänzungen und Korrekturen.

Die Tabelle wird deshalb den Sachbearbeitern zur Berichtigung zugeleitet.

In Merseburg ist jetzt eine Synthese-Anlage für 1 Tonne/Tag vorhanden. Eine größere Versuchsanlage für 10 000 Jato ist dort geplant. Herr Dr. Bütefisch regt an, in Merseburg auch einen Gasumwälzofen bzw. Schaumplattenofen (Michael) aufzustellen, um unter Mitarbeit von Dr. Michael dort Parallelversuche mit dem Merseburger Verfahren anstellen zu können.

Herr Dr. Pier wendet dagegen ein, daß er eine Konzentration der wenigen Arbeitskräfte, die in Lu für die Synthese-Versuchsanlage zur Verfügung stehen, auf diese Anlage für richtig hält und regt eine Aussprache in Leuna über die geplante Versuchsanlage an, an der auch die Ingenieure teilnehmen sollen.

gez. Peters

1) Tabelle.

1) Herr Dr. Michael hat schon einige Korrekturen angebracht.

Hochdruckversuche
Lu 55B

		Hochdruckversuche Luftkatalysator				
		Michael				
Fahrweise	Benzin	Synol	Dieseldi	Benzin	Synol	
Druck	20 atü	20 atü	20 atü	20 atü	20 atü	
CO : H ₂	1 : 2	1 : 0,	1 : 0,8	1 : 0,8	1 : 0,	
Temperatur °C	325	195	240-250	300-310	210	
Verfahren:	Gasumwälzung		Schwafelfahrweise			
Kontakt	Eisensinter	Synol- kontakt 3-5 mm	Eisensinterkontakt re- duziert und gemalen		Synol- kontakt 100	
Katalysator Stufen	2	4	3	3	4	
CO ₂ -Stoße	1 x	3 x	2 x	2 x	3 x	
% Umsatz	91-92	90	ca. 90	ca. 90	90	
Flüssig-Produkt je 100 CO + H ₂ 6 flüssig	112	160	170	170	165	
6 C ₃ O ₄ (% Olefine)	35 (14)	15	5	5	12	
6 O ₂ (% Olefine)	13					
3 O ₁	35	10	0	10	6	
Gasol + flüssig ber.						
Flüssig-Produkt % bis 200 (% Alkohole)	78 (0,3)		33	63	52	
% 200-300 °C					17	
% 300-350 °C	20		20	20	13	
% 350-400 °C			30	5		
% über 400 °C	2					
Leistung kg/Liter-Raum/Tag	0,6	0,5	0,2	0,4	0,15	
Gas-Durchsatz m ³ Gas/m ² Kat./Std.	1 : 250	1 : 120	1 : 100	1 : 200	1 : 100	

