

000785

H. Feiting

Mülheim, den 9. September 1936 N.

3444-30/501-29

Betr. Benzin - Synthese

Einfluss der inerten Bestandteile und des mehrstufigen Betriebes auf die Grösse des Reaktionsraumes.

Bei der Benzin-Synthese nach Fischer-Tropsch handelt es sich (wie Versuche und der Betrieb gezeigt haben) um eine katalytische Reaktion erster Ordnung, die im wesentlichen durch die Diffusionsgeschwindigkeit beeinflusst wird. Dadurch ist für eine bestimmte Umsetzung der erforderliche Reaktionsraum dem mittleren Teileruck der umzusetzenden Gase nahezu proportional. Kennt man also für eine Gasmenge bestimmter Zusammensetzung den Umsetzungsgrad für eine Raumeinheit (Kontaktoren usw.), so kann man durch Rechnung für ~~Gas-anerer-Zusammensetzung oder für einen anderen Umsetzungsgrad den erforderlichen Kontaktraum bestimmen.~~

Etwas verwickelter gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Umsetzung des $CO:H_2$ -Gemisches nicht einstufig, sondern mehrstufig mit Zwischenkondensation des gebildeten Wassers und Benzins erfolgt. Hier kommt man zu ganz verschiedenen Ergebnissen, je nachdem man den Umsatz mehr in die erste oder in die zweite Stufe verlegt. Es gibt aber für jede Gaszusammensetzung und für jeden Umsatz zu Benzin usw. ein bestimmtes "Stufenverhältnis", bei dem der erforderliche Reaktionsraum am kleinsten wird. Einen guten Überblick über diese Verhältnisse gibt eine graphische Darstellung, wie sie auf den beigefügten Blättern 1 und 2 gezeigt wird.

Blatt 1 ist berechnet für ein Gasgemisch, welches auf 30 Raumteile CO ungefähr 60 Raumteile H_2 und 4 Raumteile inerte Gase enthält. Als Abszissen sind die Umsätze des CO zu flüssigen und gasförmigen Produkten in der 1. Stufe aufgetragen, während die Ordinate die jeweils erforderliche Reaktionsraum-Grösse darstellen. Der untere bei einem Umsatz von 0% beginnende Kurvenzug gilt für einstufigen Betrieb.

Man kann der Darstellung beispielsweise entnehmen, dass für einen 70 %igen Umsatz ein Reaktionsraum von der Grössenordnung 30 erforderlich ist, während ein 96 %iger Umsatz einen solchen von 80 erfordert.

Die von der Hauptkurve abzweigenden Kurvenäste gelten für zweistufigen Betrieb und für 84, 90 und 96 %igen Gesamtumsatz. Setzt man also in der ersten Stufe das CO zu 70 % ein, so benötigt man hierfür eine Raumeinheit 30. Will man in der zweiten Stufe den Umsatz auf 96 % steigern, so sind, wie die obere Kurve zeigt, hierfür ca. 50 Raumeinheiten nötig - also $50 - 30 = 20$ für die zweite Stufe. Verteilt man umgekehrt den Umsatz zu 26 % auf die 1. Stufe und zu 70 % auf die zweite, so benötigt man im ganzen einen Raum von 65, von dem 19 Teile auf die erste und 46 Teile auf die zweite Stufe entfallen.

Den günstigsten Kontaktraum erhält man, wie die Kurve zeigt, bei einer Umsatzaufteilung von 66:30, entsprechend Raumzahlen von 28:31.

Blatt 2 enthält dieselben Kurvenzüge, jedoch für ein Gas, welches auf 30 CO und 60 H₂ in ganzen 19 % Inerte enthält. Bei gleichem prozentualen und absoluten CO-Umsatz erfordert das verdünnte Gas, wie die Darstellung zeigt, grössere Kontakträume. Bei einstufigem Betrieb und 70 bzw. 96 % Umsatz beispielsweise 36 statt 30 und 97 statt 80 und bei zweistufigem Betrieb 67 statt 50 Raumteile.

Bezüglich des "Stufenverhältnisses" kann ganz allgemein folgendes festgestellt werden:

Der kleinste Kontaktraum ergibt sich, wenn etwa $\frac{2}{3}$ des Gesamtumsatzes in die 1. Stufe und $\frac{1}{3}$ in die 2. Stufe gelegt wird. Das entspricht theoretisch einer Schaltung der Öfen von 2:1 bis 1:1 auf die beiden Stufen. In der Praxis wird man aus nachstehenden Gründen mehr Öfen in die erste Stufe legen:

- 1) Die Ofen werden in der 1. Stufe thermisch stark beansprucht, und die Gefahr des Unwirksamwerdens der oberen Kontaktschichten steigt, wenn die Belastung ~~der~~ pro Ofen zu gross wird.
- 2) Man wird neugefüllte Ofen grundsätzlich zunächst in die zweite Stufe nehmen und dadurch für diese Ofengruppe grössere spezifische Leistungen erzielen.
- 3) Man wird wegen der kleineren thermischen Belastung in der 2. Stufe mit verhältnismässig hohen Temperaturen arbeiten können und dadurch gleichfalls die spezifische Leistung der Einheiten dieser Gruppe steigern.

Derartige Verschiebungen in dem Stufenverhältnis sind auch deshalb unbedenklich, weil die Minimumkurven, wie Blatt 1 und 2 zeigen, im allgemeinen sehr flach verlaufen.

Ganz allgemein wird man am besten fahren, wenn man die Ofen während des 1. Drittels ihrer voraussichtlichen Betriebszeit in die 2. Stufe nimmt und sie während des Restes derselben in der 1. Stufe lässt. Nur bei sehr reichlich bemessenen Anlagen mit stark verdünnten Gasen und hohem CO-Umsatz kann man sich dem Verhältnis 1:1 mehr nähern.

Unter Betriebszeit ist im vorstehenden nicht nur die Gesamtbetriebszeit verstanden, sondern beim Regenerationbetrieb auch die Zeit zwischen der jeweiligen Wiederinbetriebnahme.

In einer weiter beigefügten - für den praktischen Gebrauch gedachten - Zahlentafel (Blatt 3) sind nun für Synthesogas mit verschiedenem Gehalt an Inerten, sowie für Umsetzungen von 80 - 95 %, Verhältniszahlen zusammengestellt die eine Umrechnung der im Betrieb erzielten Ergebnisse auf andere Betriebsverhältnisse gestatten. Für den zweistufigen Betrieb sind hierfür die Raumzahlen eingesetzt, welche sich beim theoretisch günstigsten Stufenverhältnis ergeben. Zeigt der Betrieb beispielsweise für eine Anlage von 60 Kontaktöfen und einen Gasdurchsatz von 58 000 Nm³/h (30:60:10) einen CO-Umsatz von 80 %, so erfordert die Erhöhung der Ausbeuten um 10 % auf 88 % CO-Umsatz eine Vergrösserung der Ofenzahl

auf $60 \cdot \frac{54}{44} = \text{ca. } 74$. Vergrössert man die Ofenzahl nicht, geht aber auf zweistufigen Betrieb über, so erzielt man bei der gleichen Gasmenge eine 13 %ige Ausbeutesteigerung oder man kann bei gleichbleibender Ausbeute den Gasdurchgang auf $58\ 000 \cdot \frac{44}{35} = 73\ 000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ erhöhen. Auch der Einfluss der inerten Gasbestandteile auf die erforderliche Ofenzahl ist der Zahlentafel ohne weiteres zu entnehmen. So ergibt sich beispielsweise, dass eine Änderung der Gaszusammensetzung von 30:60:4 auf 30:60:20 bei kleinem CO-Umsatz (80 %) eine Vergrösserung der Ofenzahl um $4 \cdot 32 = 8$ bedingt, während bei sehr hoch gesteigerter CO-Umsatzung (96 %) eine Erhöhung um $69 - 49 = 20$ erforderlich wird.

gez. Keltling

Benzin - Synthese

Verhältniszahlen für die Größe des Reaktionsraumes.

1-stufiger Betrieb:

CO:H ₂ :Inerte	CO - U m s a t z								
	80 %	82 %	84 %	86 %	88 %	90 %	92 %	94 %	96 %
30:60: 4	41	43	45	48	51	56	62	70	80
30:60: 6	42	44	46	49	52	57	63	72	82
30:60: 8	43	45	47	50	53	58	65	74	84
30:60:10	44	46	48	51	54	60	67	76	86
30:60:12	45	47	49	52	56	62	69	78	88
30:60:14	46	48	50	54	58	64	71	80	91
30:60:16	47	49	52	56	60	66	73	82	93
30:60:18	49	51	54	58	62	68	75	84	96
30:60:20	51	53	56	60	64	70	77	87	99

2-stufiger Betrieb:

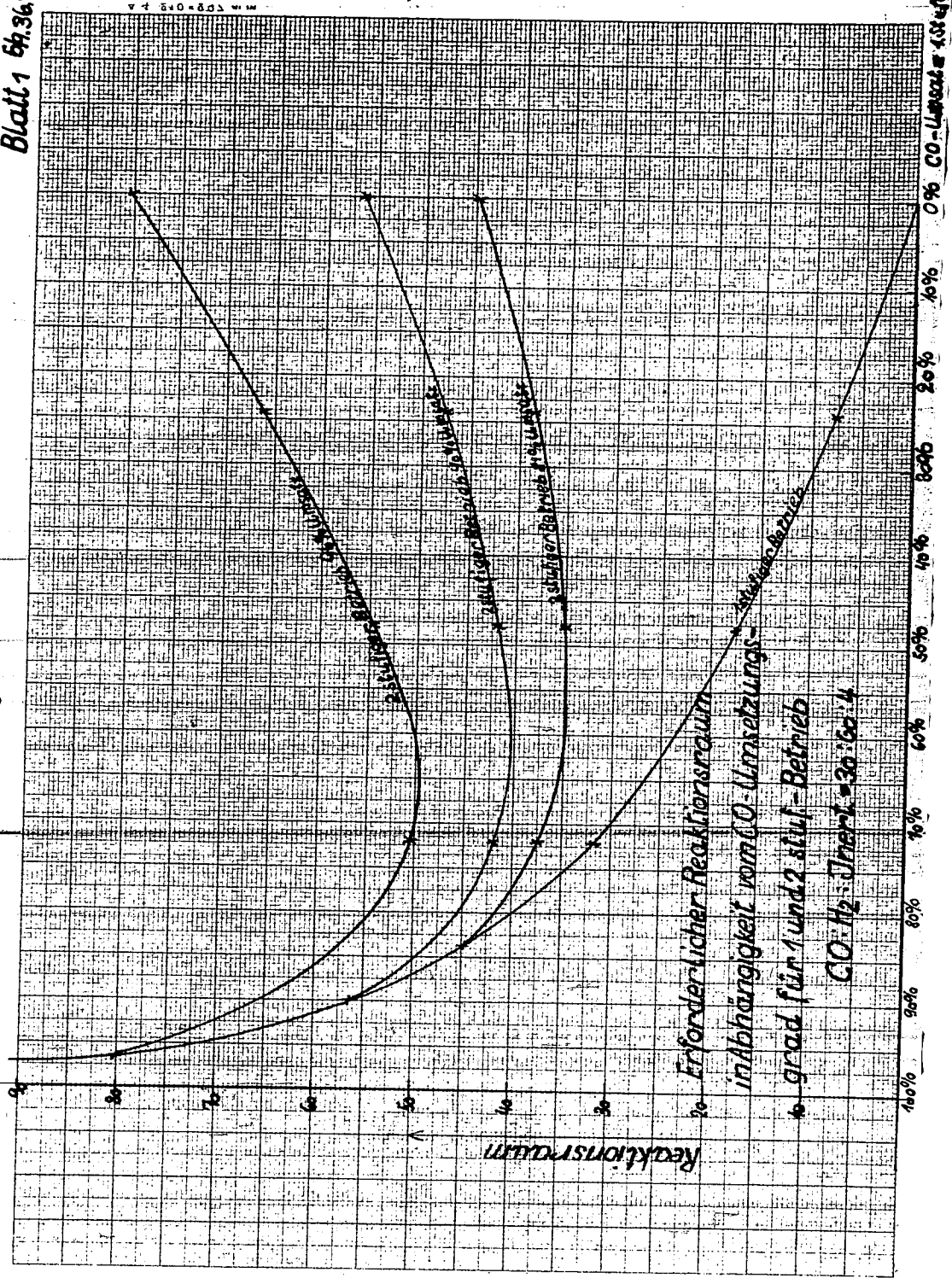
CO:H ₂ :Inerte	CO - U m s a t z								
	80 %	82 %	84 %	86 %	88 %	90 %	92 %	94 %	96 %
30:60: 4	32	33	34	36	38	40	43	46	49
30:60: 6	33	34	35	37	39	41	44	47	51
30:60: 8	34	35	36	38	40	42	45	48	53
30:60:10	35	36	37	39	41	43	46	50	55
30:60:12	36	37	38	40	42	45	48	52	57
30:60:14	37	38	39	41	44	47	50	54	60
30:60:16	38	39	40	43	46	49	52	56	63
30:60:18	39	40	42	45	48	51	54	59	66
30:60:20	40	42	44	47	50	53	57	62	69

Alle Zahlen sind auf die gleiche CO-Menge bezogen, die in der Zeiteinheit durch den Reaktionsraum strömt.

000790

Denzin-Synthese

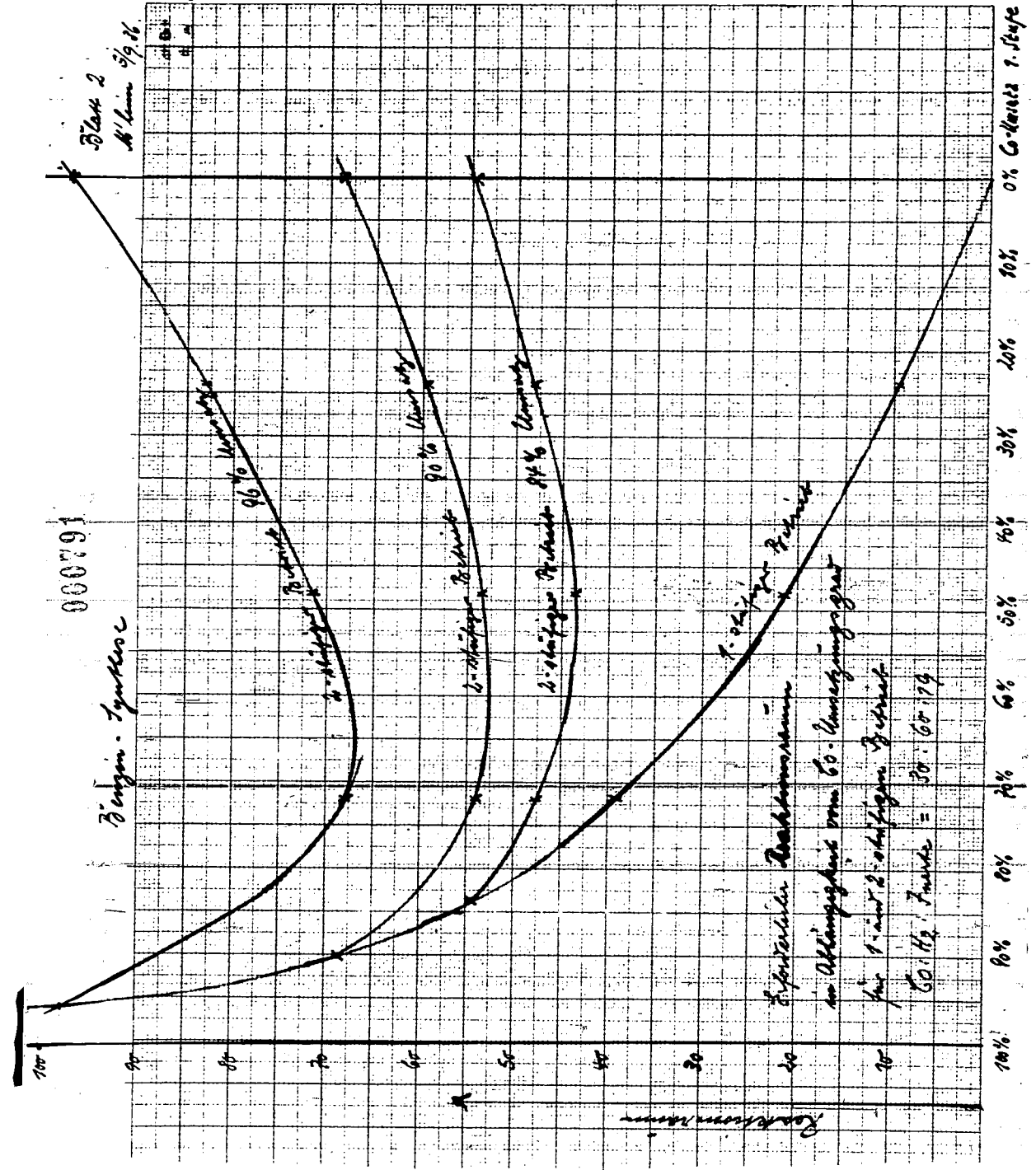
Blatt 1 6/136



Blatt 2
M'heim 9/9 86.

000791

Benzin-Synthese

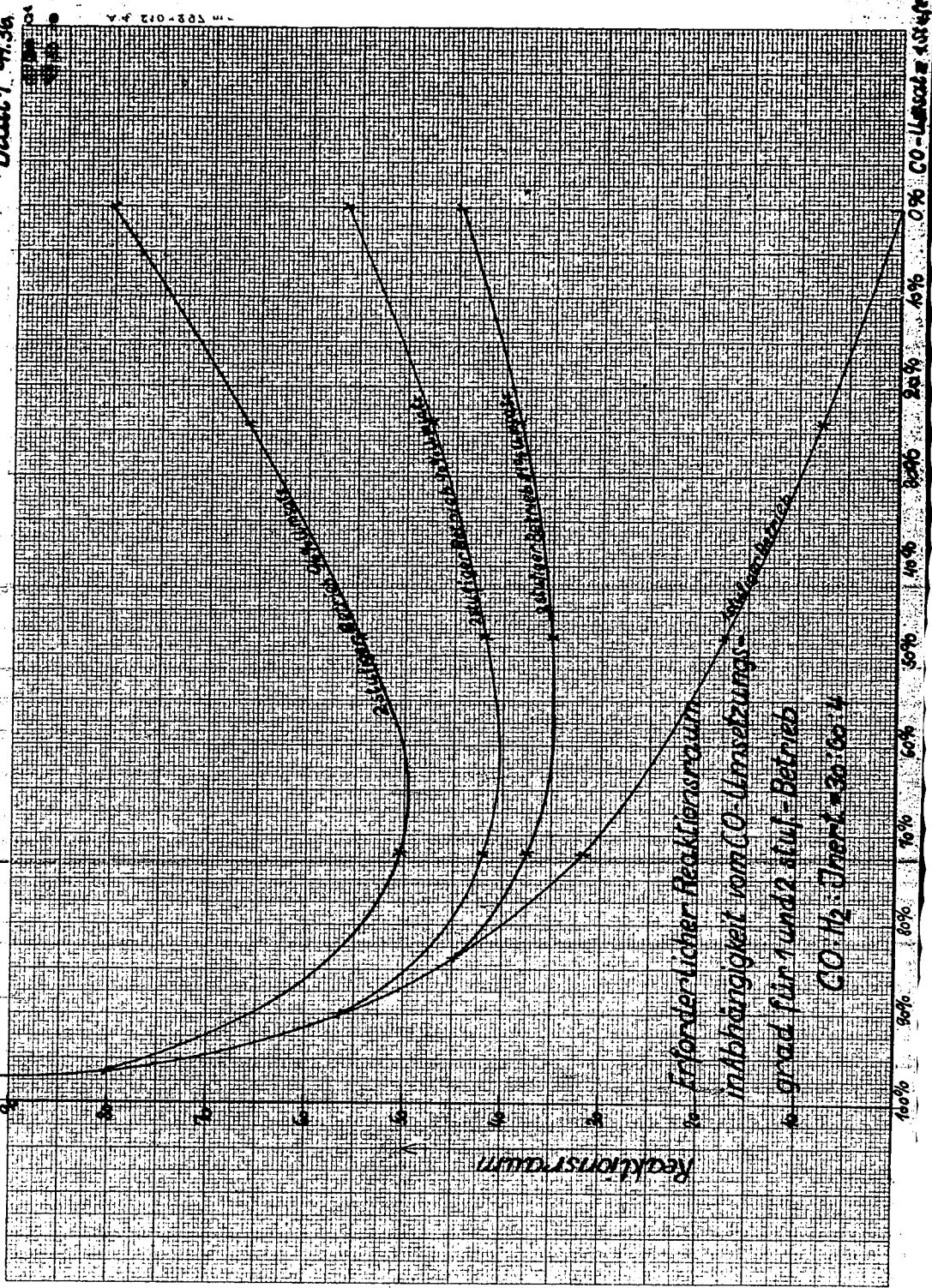


Spezieller Nachkommennachweis
 Abhängigkeit von 60. Umsetzungsgrad
 für 1 mit 2. schärfsten Petrol
 $60:100$ Punkte = 50:60:70

000792

Denzin-Synthese

Blatt 1 44.36



000793

Blatt 2

M. Linn 9/9 18



Bergin: Synthese

