

Versuche zur Verarbeitung von rumän. Rohölrückstand (P 1490 > 350°)
durch katalytische Krackung.

Zusammenfassung.

Rumänischer Rohölrückstand (über 350° siedend) wurde sowohl nach vorausgegangener Druck-Destillation wie auch ohne Vorbehandlung katalytisch gekrackt. Die Krackung erfolgte in 3-Ltr.-Öfen und im 50-Ltr.-Öfen über festangeordneten Kontakt und im 50-Ltr.-Schleusofen mit bewegtem Kontakt.

In den 3-Ltr.-Öfen wurde über Terrana (K 6108) und synthet. Al-Silikat (K 6752) gefahren, in den beiden 50-Ltr.-Öfen nur über K 6752.

Die Spaltenfälle aus dem Schleusofen wurden schliesslich ohne Zerlegung - als solche nochmals einer zweiten Spaltung im 3-Ltr.-Öfen über K 6752 unterworfen.

Die Versuche ergaben, dass stark spaltende Katalysatoren (synth. Al-Silikat) für die Verarbeitung schwerölhaltiger Ausgangsprodukte ungeeigneter sind als schwach spaltende (K 6108 oder bereits abgeklingener K 6752). Der Vorteil der Letzteren macht sich hauptsächlich in einer günstigeren Produktverteilung (bessere Selektivität) geltend. Man erhält, bei zwar geringerem Schwerölabbau, mehr flüssige Produkte, vor allem Mittelöl, neben vergleichsweise wenig Gas und Koks.

Im Hinblick auf möglichst hohe O.Z. der Spaltbenzine ist es vorteilhafter zuerst zu möglichst viel Mittelöl aufzuspalten (Viskositätsbrechung) und dieses dann in Benzin umzuwandeln als von vornherein die Spaltung auf Benzin auszurichten.

Die Spaltbenzine aus Öfen mit festeingebautem Katalysator haben Jod-Zahlen, die über 100 liegen. Die Benzine vom Schleusofen liegen in der Jodzahl erheblich niedriger (im Mittel etwa bei 30).

Grundsätzlich verschieden von den Ergebnissen der Mittelölspaltung ist die Zusammensetzung der Vergasung bei der Spaltung schwerölhaltiger Produkte. Bei Mittelölspaltung besteht die Hauptmenge der Vergasung aus C_2H_4 , mit viel iso- C_4H_{10} . Bei der Schwerölspaltung ist C_2H_5 neben C_2H_4 der Hauptbestandteil.

Die Spaltprodukte von Schwerölen enthalten keine Schmierölanteile mehr, sondern nur noch Spindelöl und ein für Oxydationszwecke brauchbares Paraffin.

Ausbeutemässig scheint die Schwerölverarbeitung im Schleusofen vorteilhafter zu sein als über festeingebautem Katalysator.

Eine Aufarbeitung schwerer Ölfractionen in 2 Krackstufen führt zu einer kaum höheren Ausbeute an flüssigen Produkten wie eine 1-stufige Arbeitsweise. In der zweiten Spaltstufe findet neben einer Weiter-spaltung der Mittelölanteile zu Benzin (nebst Vergasung und Koksbildung)

hauptsächlich ein weiterer Schwerölabbau zu Gas und Koks statt.

Von wirtschaftlichem Standpunkte aus ist bei rationeller Schwerölverarbeitung unter Einschaltung der katalytischen Krackung die Nachschaltung einer Hydrierstufe (festangeordneter Kontakt) unbedingt erforderlich, wenn man kein Heizöl (als Krackrückstand) erzeugen will.

Gez. Free

Unter Mitarbeit von:

Dr. Peters (Tab. 576)

Dr. Schiffmann

Dr. Meier

Dr. Dehn

Versuche zur Verarbeitung von rumän. Rohölrückstand (P 1490 > 350°)
durch katalytische Krackung.

Ausführung.

Rumänischer Rohölrückstand (P 1490)* > 350° wurde sowohl als solcher, als auch nach voraufgegangener Druck-Destillation unter verschiedenen Bedingungen katalytisch gespalten. Neben Variorung der Temperatur, des Durchsatzes und der Krackperiodenlänge wurde mit verschiedenen Katalysatoren (Bleicherde und synth. Al-Silikat) und in verschiedenen Ofentypen gespalten. Sodann wurde das bereits einmal katalytisch gesplattene Produkt ohne Zerlegung nochmals einer zweiten katalytischen Spaltung unterworfen.

Bei der Verarbeitung ist auf die Eigenart des Ausgangsmaterials insofern Rücksicht zu nehmen, als einmal die Anwendung hoher Spalttemperaturen die Gefahr unzulässig hoher Koksbiidung mit sich bringen könnte, andererseits aber das Material möglichst gleichmässig dampfförmig zum Katalysator gelangen soll. Beide Forderungen lassen sich kaum realisieren, insbesondere dann nicht, wenn, wie bei den vorliegenden Versuchen, ohne Dampf- oder Inertgaszusatz gearbeitet wird. Die Spaltung eines derartigen Materials ist daher zwangsläufig in Mischphase vor sich gegangen.

1.) Spaltung von P 1490 Druck-Destillat > 350° abgetrennt über K 6108

Die Spaltung wurde unter relativ milden Bedingungen (hoher Durchsatz) über einen Bleicherdekatalysator (K 6108), dem das gleiche Volumen Raschigringe (Porzellan) vorgeschaltet war, im 3-Ltr.-Ofen vorgenommen. Es waren 1-Ltr. Raschigringe und 1 Ltr. K 6108 eingebaut, sodass das untere Ofendrittel frei blieb, aber ebenfalls beheizt wurde. Der angegebene Durchsatz (Vol.) bezieht sich auf den K 6108.

Mit zunehmender Verschärfung der Spaltbedingungen wird die anfänglich fast ausschliessliche Viskositätsbruchung (Mittelölbildung) von einer mehr oder weniger starken Benzinbildung begleitet. Gleichzeitig damit steigt die Menge Flüssiggas an. Die Koks- und Trockengasverluste bleiben bei den Versuchen im Prüfungsbereich von 7-15% Benzin-Umsatz nahezu gleich, woraus man schliessen kann, dass die sog. Koksverluste grossenteils in einer adsorptiven Bindung der Asphaltanteile, die nicht aufgespalten werden, zu suchen sind.

Die Bildung von Mittelölanteilen (180-350°) nimmt mit Verschärfung der Spaltbedingungen, ebenso wie die Benzinbildung (von 18% auf 30%), gleichzeitig damit fast linear ein verstärkter Abbau der > 350° siedenden Anteile (von 67 auf 32,5%).

In Kurvenblatt 1, Fig. 1, sind die Spaltergebnisse in Abhängigkeit vom Benzinumsatz dargestellt.

Die Änderung der Benzin- und Mittelölqualität in Abhängigkeit vom Benzin-Umsatz ist in Fig. 2, Kurvenblatt 1 dargestellt.

Die Versuchs- und Untersuchungsergebnisse in einzelnen sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Kennzeichnend für die Spaltbenzine ist der hohe Olefingehalt (Jod-Zahl). Die Jod-Zahlen der Benzine liegen bei allen Versuchen über

100, obwohl meistens mit Krackzyklen von nur 15 Min. gearbeitet wurde. Mit steigendem Benzinumsatz nimmt die Jod-Zahl, abweichend von der Mittellölsplattung, nicht stetig ab, sie steigt sogar im Bereich von 7,6 bis 14,4% Benzin-Umsatz noch an (von 143 auf 154), trotz Zurücknahme der Temperatur um 10°. Erst bei Steigerung des Benzin-Umsatzes von 14,4 auf 15% sinkt die Jod-Zahl von 154 auf 130.

Der Jod-Zahlkurve fast entgegengesetzt verläuft die AP-Kurve der Benzine derart, dass hohen Jod-Zahlen niedrige A.P. entsprechen und umgekehrt. Ähnlich verläuft übrigens auch die Kurve der bis 100° siedenden Benzinanteile.

Das bei der Spaltung neu entstandene Mittelöl (180-350°C) liegt im A.P. zwischen 48 und 64°C und wird mit steigendem Benzin-Umsatz schwerer (bis 14,4 % Benzin). Bei Erhöhung des Benzinumsatzes von 14,4 auf 15% sinkt das spez. Gew. des Mittelölanteiles merklich ab. Möglicherweise liegt hier eine Fehlbestimmung vor, doch steigt in diesem Bereich der A.P. ebenfalls (von 48 auf 50°) an. Der Gesamtumsatz an Druckdestillat (100-% > 350°) liegt bei dieser Versuchsreihe zwischen 33,2 und 67,3%.

2.) Spaltung von P 1490 Druck-Destillat > 350° über K 6752.

Rohölrückstand von P 1490 über 350° wurde von Dr. Rank druckdestilliert und das bis 350° abgetoppte Druckdestillat im 50 Ltr.-Ofen (701) über festangeordneten K 6752 (Al-Silikat) gefahren.

Im Vergleich zu den in Abschn. 1 mitgeteilten Ergebnissen der Versuche im 3-Ltr.-Ofen über K 6103 streuten die im 50-Ltr.-Ofen über K 6752 erhaltenen Ergebnisse sehr stark. Bei den angeführten Zahlen handelt es sich in der Mehrzahl um Mittelwerte, die aus Einzelversuchen errechnet wurden, (Tab. 2).

Es ist besonders auffallend, dass die Umsätze im 50-Ltr.-Ofen geringer sind als in den 3 Ltr.-Ofen.

	K 6103 3 Liter-Ofen			K 6752 50 Liter-Ofen	
Temp.	480°	470°	480°	480°	480°
Durchsatz	4	2	2	1,5	0,5
Dauer (Min)	15	15	15	20	15
Schweröl-Umsatz (100-% > 350°)	47,2%	65,7%	7,3%	48,0%	64,5%

Um gleichen Umsatz an Schweröl zu erhalten, muss die Kontaktbelastung im 50 Ltr.-Ofen bedeutend zunehmen werden.

Die Gas + Koksverluste liegen im 50 Ltr.-Ofen (gleicher Schwerölumsatz) bei Umsätzen unter 50% bedeutend günstiger, bei mehr als 50% Umsatz etwa gleich oder auch noch etwas besser. Infolge der stark unterschiedlichen Kontaktbelastung kann dieser Unterschied aber weitgehend auf Verdampfungsschwierigkeiten beruhen.

Schweröl-Umsatz		Gas+Kok	+C ₃ C ₄	Bi+Mi	598
3 Ltr.-Ofen	50 Ltr.-Ofen	3 Ltr.-Ofen	50 Ltr.-Ofen	50 Ltr.-Ofen	
65,7%	64,5%	34,7%		30,1%	
67,3%		33,1%			
47,9%	48,0%	40,1%		24,5%	

Das unterschiedliche Verhalten der beiden Ofen ist überraschend, zumal da bei der Aufspaltung von Mittelölen derartige Diskrepanzen nicht im entferntesten in diesem Masse festzustellen waren. Der Grund dafür dürfte in erster Linie in dem schwer verdampfbaren Produkt zu suchen sein, das in den 3 Ltr.-Ofen mit ihrem geringen Querschnitt vielleicht gleichmässiger erwärmt wird als im 50 Ltr.-Ofen mit vergleichsweise grossem Querschnitt. Die Verschiedenartigkeit der Katalysatoren spielt hier wohl die kleinere Rolle.

Für die Benzine ist die hohe Jod-Zahl (über 100) auch hier wieder kennzeichnend.

Kurvenblatt 2, Fig. 1 und 2 gibt die Spaltverhältnisse im 50 Ltr.-Ofen verglichen mit den in 3 Ltr.-Ofen (Kurvenblatt 1) erhaltenen wieder. Die in den 3 Ltr.-Ofen beobachteten Gesetzmässigkeiten sind im 50 Ltr.-Ofen kaum erkennbar. Immerhin bleibt auch hier die Gas + Koksbildung bei steigendem Bi-Umsatz nahezu konstant. Das leichte Ansteigen der Kurve bei steigendem Bi-Umsatz ist auf die Einbeziehung der C_3C_4 -Anteile zurückführbar. Erst bei Bi-Umsätzen über 12% zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit der Bi- und Mittelölbildung vom Schwerölumsatz. Der erste Wert der Kurve (2,9% Bi-Umsatz) könnte wegen der um 30° niedrigeren Spalttemperatur schon eine Ausnahmestellung einnehmen. Bemerkenswert ist das starke Absinken des A.P. des Spaltbenzins bei einer Bi-Umsatzsteigerung von 12,1 auf 16,2% (von 35° auf 16°). Dies deutet auf starke Aromatisierung der Spaltprodukte. Die Änderung von A.P. und spez. Gewicht des Mittelölanteils in diesem Umsatzbereich lässt gleichfalls auf stärker werdende Aromatisierung schliessen.

Von den Spaltgasen des 50 Ltr.-Ofens wurden einige Podbielnik-Analysen (Tab. 3) gemacht. Die Menge der gasförmigen Einzelbestandteile ist in den linken Spalten in Gew.-% bez. a. Einspritzung, in den rechten Spalten in Gew.-% bez. a. Gesamtvergasung (=100%) angegeben. Zum Vergleich sind in der gleichen Tab. die Gaszusammensetzungen von Mittelölspaltungen unter vergleichbaren Bedingungen mit aufgeführt.

Die Vergasung der Schwerölspaltung enthält 32 bis 44,4% Olefine (Mittelölspaltung: 28,0 bis 35,9%). Bei der Schwerölspaltung ist C_2H_4 und C_3H_6 der mengenmässig höchste Anteil der Vergasung, bei der Mittelölspaltung aber C_4H_{10} (mit hohem Gehalt an i- C_4H_{10}). Der CH_4 -Gehalt ist bei der Schwerölspaltung höher als bei Mittelölspaltung. Die H_2 -Bildung ist in beiden Fällen nur gering, doch ist der H_2 -Anteil in der Schwerölvergasung etwa dreimal so gross wie in der Mittelölvergasung. Im Butylengehalt (für Butadienherzeugung von Bedeutung) zeigen beide Vergasungen keine charakteristischen Unterschiede (10 bis 15% der Gesamtvergasung). Kurvenblatt 3 zeigt in einer Nebeneinanderstellung der bei 41-46,4% Ölumsatz erhaltenen Vergasungen diese Verhältnisse anschaulich.

3.) Spaltung von P 1490 Druck-Destillat 350° über K 6752 in 50 Ltr.-

Schleusofen.

Gestripptes (Bi-freies) Druckdestillat mit 20% Mittelöl (bis 350°) wurde im Schleusofen über nicht mehr sehr aktiven K 6752 gefahren. Die Verarbeitung im Schleusofen macht grosse Schwierigkeiten, weil wegen Leutenmangel nur in Tagschicht gearbeitet werden kann, und der Ofen erst nach mehreren Stunden ins Gleichgewicht kommt. Aus diesen Grunde konnten nur höchstens 8 Stunden für einen Versuch angesetzt werden. Weitere Schwierigkeiten machten wiederholte Fliegeralarme, die

öftere Unterbrechungen der Versuche, schon kurz nach den Anmachungen. Hierbei traten in vielen Fällen Verkokungen der Apparate und des Ofens ein, die Ausbau und längere Betriebsunterbrechungen zur Folge hatten. Die Auswertung der Versuche ist daher nur zum Vorbehalt möglich.

Tab. 4 enthält die Versuchs- und Untersuchungsergebnisse. Die Versuche sind einheitlich bei 460° geföhren, der Öldurchsatz ist ein Durchschlagen der Krackprodukte durch die Schleuse zu vermeiden, absichtlich niedrig gehalten (0,3-0,5).

Der im Schleusofen verwendete K 6752 (5 mm-Fillen) hatte nur noch rd. 50% seiner Anfangsaktivität, gemessen am Mittelöl-Umsatz zu Benzin, wie aus folgender Gegenüberstellung hervorgeht:

Prüfung im 3 Ltr.-Ofen mit Brucksealer Gasöl (P 1203).

K 6752	frisch	aus Schleusofen
Temp. °C		420°
Du (V/V/Std.)		1
Dauer (Min.)		60
% Bl-170° (bez. a. Einspr.)	33,0	16,3

Bis auf den Versuch in der 3. Spalte der Tab. 4 erscheinen die Versuche, den Gas + Koksverlusten nach, als auswertbar. Danach liegt der Schwerölumsatz zwischen 63,5 und 71,6%. In Kurvenblatt 4 sind die Spaltergebnisse (Fig. 1) und die Produkteigenschaften (Fig. 2) in Abhängigkeit vom Benzin-Umsatz aufgetragen. Relativ unabhängig vom Benzin-Umsatz ist wieder die Gas + Koksabgabe, wenn man berücksichtigt, daß in den eingetragenen Werten auch die C.C.-Abgabe enthalten ist. Mit steigendem Benzin-Umsatz sinkt nicht nur der Schwerölanteil, sondern auch der von 180-325° siedende Mittelölanteil, woraus zu schliessen ist, daß die Erhöhung des Benzin-Umsatzes z.T. auf eine Aufspaltung dieses Mittelölanteils zurückführbar ist. Der schwere Mittelölteil, der zwischen 325 und 350° siedet, steigt mit dem Benzin-Umsatz ebenfalls an.

In den Eigenschaften der Spaltprodukte sind z.T. deutliche Maxima und Minima bei einem Benzin-Umsatz von 10,3% zu erkennen. So zeigt hier der z.T. des Benzins und des leichten Mittelölanteils 180-325° ein deutliches Maximum. Dem entspricht beim Mittelöl ein nicht weniger ausgeprägtes Minimum des spez. Gewichts an der gleichen Stelle.

Völlig abweichend von den Versuchsergebnissen in anderen Öfen ist die Höhe der Jod-Zahlen des Spaltbenzins. Während sonst keine Jod-Zahlen unter 100 festgestellt wurden, liegen sie hier zwischen 25 und 32. Der Grund hierfür ist nicht eindeutig anzugeben. Möglicherweise liefert das Schleusverfahren weniger ungesättigte Benzine, jedoch liess sich bei Mittelölspaltung im Schleusofen diese Beobachtung nicht machen. Eine andere Ursache für die niedrigen Jod-Zahlen könnte im Einspritzprodukt zu suchen sein, das bei diesen Versuchen mittelölhaltig war. Ein dritter Grund für die Verschiedenartigkeit der Jod-Zahlen könnte - was allerdings unwahrscheinlich sein sollte - im Wechsel der Ausführung der Jod-Zahlbestimmung seitens des Laboratoriums 576 liegen. Während die Jod-Zahlen der zuerst angeführten Versuche noch nach Hanus bestimmt waren, sind die Jod-Zahlen der Versuche im Schleusofen aus der Brom-Zahl (durch Multiplikation mit 1,59) umgerechnet.

Die Höhe der Jod-Zahlen nimmt mit steigendem Benzin-Umsatz ab, wobei die Flüchtigkeit des Benzins ($\%100^\circ$) in gleicher Richtung grösser wird.

- Kurvenblatt 5 veranschaulicht die Zusammensetzung der Vergasung im 50 Ltr.-Schleusofen und im 50 Ltr.-Ofen bei festeingebautem K 6752. Die Unterschiede beider Vergasungen sind geringfügig und wohl z.T. auf die Verschiedenartigkeit des Siedeverhaltens der Einspritzprodukte zurückführbar. Der Hauptanteil besteht wieder aus C_2H_6 und C_2H_4 , neben viel CH_4 . Die C_3H_8 -Menge tritt auch hier in beiden Fällen gegenüber der Mittellölsplattung ganz erheblich zurück. Der H_2 -Anteil ist mengenmässig am geringsten. Tab. 5 enthält die Zahlenwerte der beiden Vergasungen.

Die O.Z. der Spaltbenzine liegt mit 72,8 bis 76,6 ziemlich hoch, doch ist die Pb-Empfindlichkeit ausgesprochen schlecht (5 bis 6 Punkte bei 0,12% Pb!).

Die Anlagen enthalten die Untersuchungsergebnisse des gesammelten Anfalls der Einzelversuche (Durchschnittsprobe). Danach enthält das Benzin 22,0% Olefine, was einer Jod-Zahl von ca. 56 entsprechen müsste.

Die Gasölfraktion hat Cetanzahl 40 und wird nach schwacher Raffination über Bleicherde einwandfrei sein.

Der über 350° siedende Anteil enthält nur Spindelöl und Paraffin, das für Oxydationszwecke brauchbar ist. Schmierölanteile sind in dieser Fraktion nicht mehr vorhanden.

4.) Spaltung von P 1490 Rohölrückstand 350° im 50 Ltr.-Schleusofen über K 6752. (Tab. 6).

Die Versuche sind einheitlich bei 460° und einem Öldurchsatz von 0,2 Vol/Vol/Std. gefahren. Der Katalysator-Durchsatz lag zwischen 0,075 und 0,285 Vol. Kat./Vol. Ofen/Std. Die Versuchsdauer betrug 3 bis 7 Stunden. Die Versuchsergebnisse streuen stark. Bei grösserem Katalysator-Durchsatz war der ausgeschleuste Katalysator mehr oder weniger mit zähem, dickflüssigem Ölrückstand durchsetzt, was dann zu erheblichem Produktverlusten führte. Eine Auswertung der Versuchsergebnisse in Abhängigkeit von den Fahrbedingungen hat bei dieser Versuchsreihe keine Berechtigung. Wie aber der Versuch 47 zeigt, lässt sich der Ölrückstand bei richtiger Fahrweise sehr wohl im Schleusofen verarbeiten. Bei 10,8% Gas + Koksverlust (Bez. a. Einspritzung) wurde ein Schweröl-Umsatz von 60,6% erhalten. Diese Ergebnisse werden sich bestimmt noch verbessern lassen.

Die Jod-Zahlen der Spaltbenzine (umgerechnet aus den Brom-Zahlen) sind auch hier wieder auffallend niedrig, obwohl diesmal das Einspritzprodukt frei von Mittellölanteilen war. Die O.Z. der Spaltbenzine liegt, trotz grösserer Flüchtigkeit der Benzine, etwa 5 Punkte unter der O.Z. der Spaltbenzine aus dem mittellölhaltigen Bruckdestillat (s. Tab. 4). Es erscheint im Hinblick auf gute O.Z. daher zweckmässiger, Schweröle zuerst ohne Benzinbildung einer Viskositätsbrechung zu unterwerfen und das hierbei gebildete Mittellöl in einer zweiten Stufe in Benzin aufzuspalten, als von vornherein auf viel Benzin zu spalten. Die Pb-Empfindlichkeit ist wieder schlecht.

5.) Aufspaltung über K 6752 von Druck-Destillat aus P 1490, bis 232° gestrippt, und im Schleusofen über K 6752 vorgespalten.
(2-stufige Fahrweise).

Die in Tab. 7 eingetragenen Versuchsdaten zeigen die mit zwei verschiedenen K 6752-Chargen (Partie 32 und Partie 19/20/21) erhaltenen Ergebnisse. Beide Katalysatoren waren neu eingebaut und zeigten bei einer Aktivitätsprüfung mit P 1203 Gasöl verschiedene Spaltaktivität.

Aktivitätsprüfung der K 6752-Chargen mit P 1203 Gasöl.

Bedingungen: 420°, Du = 1 Vol/Vol/Std., 1 Std.-Cyklus.

	Partie 32	Partie 19/20/21
% Bi-170°	30,5	28,7
% M'öl > 170°	50,0	55,3
% C ₂ C ₄	10,1	8,2
% Gas + Koks (Rest)	9,4	7,8

Die Aktivitätsprüfung ergibt bei P. 32 einen Gasölsatz von 50,0%, bei P. 19/20/21 von 44,7%. Partie 32 ist danach deutlich aktiver als Partie 19/20/21. Unter vergleichbaren Bedingungen ist aber nach Tab. 7 (460°, Du=0,5, 60 Min.) P 19/20/21 spaltaktiver, allerdings weniger selektiv als P 32 (mehr Bi, C₂C₄, Gas + Koks;

Bei schärferer Spaltung (Du 0,5 bei gleicher Temperatur) wird der > 350° siedende Rückstand weiter abgebaut, wobei er nun auch flüssige Spaltprodukte liefert und zugleich ein günstigeres Verhältnis von Gas + Koks/ neugebildeten Bi + Mittelölanteilen + Gas + Koks ergibt. Bei weiterer Steigerung der Temperatur, auf 480° kann der Schwerölabbau und der Verlust noch etwas verbessert werden. Bezogen auf neugebildete flüssige Spaltprodukte ist aber auch die niedrigste Vergasung mit 58,8% noch viel zu hoch, um eine Aufspaltung der 350° siedenden, vorgespalteten Anteile aussichtsreich erscheinen zu lassen. Für derartige Produkte kommt, wirtschaftlich gesehen, nur die hydrierende Arbeitsweise in Betracht, wenn man die Rückstände nicht als Heizöl verwenden will.

Partie 19/20/21 des K 6752 spaltet den > 350° siedenden Rückstand am stärksten auf, aber ebenfalls fast ausschliesslich zu Gas und Koks. Die Benzin-Neubildung erfolgt hier fast ausschliesslich aus den > 180° siedenden Mittelöl-Anteilen.

Der vorgespaltene Rohölrückstand (Tab. 8) hat bei 460° und Du=1 noch 65% Vergasung; er ist infolge nur einmaliger thermischer Vorbeanspruchung (Fehlen der Druck-Destillation) mit etwas günstigerer Ausbeute zu spalten wie das vorgekrackte Druck-Destillat.

Bei schärferer Fahrweise (Zurücknahme des Durchsatzes und Erhöhung der Temperatur) sind die Spaltergebnisse kaum von den mit Druck-Destillat über die gleiche Katalysator-Charge erhaltenen verschieden, d.h. die vorgespalteten Produkte, Rohölrückstand wie Druck-Destillat, sind für Benzin- oder Mittelölgewinnung durch einfache Spaltung nicht mehr einsetzbar.

Um ihre Eignung für eine hydrierende Verarbeitungsweise festzustellen, wurden ca. 200 Liter des im Schleusofen vorgespalteten Druck-Destillats an Dr. Peters abgegeben, der über den Verlauf der Versuche selber berichten wird.

Die bei der zwei-stufigen Spaltung anfallenden Benzine haben

gute O.Z. (76 bis 79) und auffallend niedrige Jod-Zahlen (10,2 bis 28,6), die als Brom-Zahlen bestimmt und dann umgerechnet wurden.

Die Mittelöle sind schon ziemlich an H_2 verarmt. Nach dem Vermischen dürfte das bis 350° siedende Mittelöl des Rohöl-Rückstandes höchstens eine Cetan-Zahl von 30 haben (Tab. 8). Die Mittelölanteile der Druck-Destillatspaltung werden mit ca. 35 etwas besser liegen.

Tabelle 1.

Spaltung von Druck-Destillat P 1490 bis 350° getroppt.

(3 Ltr.-Ofen; Kat.: 1 l Raschig-Ringe + 1 l K 6108)

Temp. °C	415°	480°	470°	480°	
Durchsatz (V/V/Std.)	4	4	2	2	
Dauer (Min.)	60	15	15	15	
% Bi-180°	3,0	7,6	14,4	15,0	
% Mi 180-350°	18,6	21,0	28,6	30,0	
% > 350°	66,8	52,1	34,3	32,7	
% C ₃ C ₄	0,5	2,5	3,8	4,8	
% Gas + Koks	11,1	16,8	18,9	17,5	
Spez.Gew.Anfall	0,852	0,851	0,842	0,847	
Bi-Konzentr.%	3,4	9,4	18,6	19,1	
l Gas	29	35	25	28	
% Gas+Koks+C ₃ C ₄ /Bi+Mi	35,0	40,4	34,7	33,1	
Bi - 180°					
spez.Gew.	0,728	0,742	0,755	0,725	
A.P.	46,5°	52°	52°	37°	
Beginn	60°	70°	50°	50°	Einspr.Fred.
- 70°	11,5	-	12,0	18,0	spez.Gew.
- 100°	37,5	25,5	44,0	54,0	0,854/
- 120°	58,5	48,5	62,0	68,0	50%
- 150°	85,5	77,5	86,0	89,0	-350° 0,0%
- 180°	96,0	95,5	97,0	96,0	
E	189,8	189,8	190,0	183,8	
Jod-Zahl	108	143	154	130	
MI 180-350°					
spez.Gew.	0,846	0,852	0,864	0,860	
A.P.	64°	60°	43°	50°	
Beginn	178°	190°	187°	184°	
- 200°	5,0	2,5	5,0	7,0	
- 225°	11,0	7,5	14,5	17,0	
- 250°	23,0	14,0	29,0	32,0	
- 300°	51,5	44,0	55,0	62,0	
- 325°	75,0	69,0	82,0	81,0	
- 350°	94,0	93,0	94,0	95,0	
E	355,0	358,0	359,0	358,0	
RU > 350°					
spez.Gew.		0,853 (50°)	0,872 (30°)	0,862 (50°)	
Vers.-Nr.	2841	2844/45	2852-2862	2846-2851	

Tabell: 2.

Spaltung von Druck-Destillat P 1490 bis 350° getoppt.
(50 Torr.-Ofen; Kat: 50 1 K 6752)

Temp. °C	430°	430°	480°	480°	480°	480°	
Durchsatz (V/V/Std.)	3	2	1,5	1,5	1	0,5	
Dr. or (Min.)	10	30	20	10	15	15	
% B. -130°	2,9	12,1	6,8	9,2	11,1	16,2	
% Ml. 130-350°	18,5	22,4	29,4	24,5	23,5	28,9	
% 320°	55,0	49,5	52,0	53,6	50,0	35,5	
% Gas	25,6	16,0	1,9	3,2	15,4	11,1	
% Koks			9,9	9,5		8,3	
spez. Gew. Anfall (20°)	0,852	0,836	0,852	0,832	0,855	0,855	Einstr. Proct.
Br-Konzentr. %	4,2	14,2	7,9	10,3	13,1	18,0	spez. Gew. C ₈ H ₈ 56%
% Gas	114	7500	400	370	585	621	
% Gas + Koks/Br+Ml+	57,0	31,6	24,5	27,3	30,8	30,1	-350° 0,0%
Br -180°							
spez. Gew.	0,725	0,735	0,737	0,725	0,736	0,750	
A.P.	36	75°	30°	43,5°	32°	16°	
Beginn	37°	17°	20°	38°	48°	51°	
- 70°	25,0	13,0	13,0	23,0	11,0	10,0	
- 100°	46,0	42,0	23,5	45,0	41,0	36,0	
- 120°	63,0	61,0	49,0	59,0	60,0	57,0	
- 150°	85,0	83,0	77,0	86,0	87,0	83,0	
- 180°	-	95,5	96,5	95,0	-	95,0	
B	180°	193°	193°	182°	182°	187°	
Jod-Zahl	-	118	154	160	138	173	
Ml 180-350°							
spez. Gew.	0,865	0,857	0,856	0,857	0,856	0,867	
A.P.	65,5°	52°	66°	61°	56°	48°	
Beginn	192°	180°	191°	197°	180°	180°	
- 200°	1,5	6,0	3,0	-	8,5	5,0	
- 225°	8,0	14,0	6,5	6,5	13,0	12,0	
- 250°	18,5	28,0	12,5	16,0	27,0	26,0	
- 300°	51,0	60,0	33,0	48,5	58,0	54,0	
- 325°	77,0	84,0	55,0	74,5	82,0	73,0	
- 350°	96,5	91,5	94,0	94,5	93,0	89,0	
B	354°	360°	358°	358°	360°	360°	
Jod-Zahl			10,3				
Rä 350							
spez. Gew.		0,851 (20°)	0,871 (200)	0,875 (20°)	0,885 (20°)	0,881 (200)	
Vers.Nr.	500	565	486-492	494-495	557	371-395	

Tabelle 3

Spaltung von Druck-Destillat P 1490 bei 350° getoppt.

(50 l-Ofen; Kat: K 6752)

Zusammensetzung der Vergasung.

Temp. °C	480°		480°		480°	
Du (V/V/Std)	1,5		1,5		0,5	
Dauer (Min)	20		10		15	
% Schweröl-Umsatz	48,0		46,4		64,5	
% Gas	1,9		3,2		11,1	
% CH ₄	0,19	19,0	0,11	3,5	1,42	12,8
% C ₂ H ₄	0,40	21,0	0,53	16,6	2,62	23,6
% C ₂ H ₆	0,88	46,3	1,12	35,0	3,00	27,0
% C ₃ H ₈	0,09	4,7	0,37	11,6	0,70	6,3
% C ₄ H ₁₀	0,08	4,2	0,32	10,0	0,64	5,8
% C ₄ H ₁₂	0,12	6,3	0,39	12,2	1,60	14,4
% C ₅ H ₁₂	0,09	4,7	0,27	8,4	0,87	7,8
% H ₂	0,05	2,7	0,09	2,7	0,25	2,3
% Olefine	1,90	100,0	3,20	100,0	11,10	100,0
% Olefine	0,61	32,0	1,29	40,4	4,92	44,4

Für Vergleich:

Zusammensetzung der Vergasung bei M'ölspaltung über

K 6752 im 50 l-Ofen.

(annähernd gleicher M'ölumsatz wie Sp. 2 oben)

Gas:Ul	P 1538 Reithbrock		P 1203 Bruchsal	
% M'öl-Umsatz	41,6		45,3	
% Gas	4,58		5,96	
% CH ₄	0,13	2,8	0,03	0,5
% C ₂ H ₄	0,58	12,7	0,36	6,1
% C ₂ H ₆	0,46	10,0	0,59	9,9
% C ₃ H ₈	0,30	6,6	0,69	11,6
% C ₄ H ₁₀	0,49	10,7	0,88	14,8
% C ₄ H ₁₂	0,76	16,6	0,61	10,3
% C ₅ H ₁₂	1,31	29,5	2,35	46,0
% H ₂	0,05	1,1	0,05	0,8
% Olefine	4,58	100,0	5,6	100,0
% Olefine	1,64	35,9	1,66	28,0

Tabel. 4.

Spaltung von Druck Mat P 1490, gestrippt, über K 6752 im 50 Ltr.-
Schleusofen.

Temp, °C	460°	460°	460°	460°	
Du (Vol. Gl/Vol. Ofen/ Std.)	0,5	0,3	0,3	0,3	
Kat.-Du (Vol. Kat./ Vol. Ofen/Std)	0,52	0,37	0,54	0,33	
Dauer (Stunden)	4	8	8	6	
% Bi -180°	7,5	12,5	10,2	10,3	
% Mi 180-325°	26,4	24,8	20,5	25,3	
% Mi 325-350°	13,0	17,5	7,8	16,0	
% 350	36,5	28,4	14,7	30,7	
% Gas	16,6	6,7	46,8	17,7	
% Koks		10,1			
spez. Gew. Anfall (20°)	0,879	0,874	0,868	0,867	
Bi-Konz. %	9,0	13,8	18,9	12,5	
l Gas	4170	6700	-	-	
Gas+Koks/Bi+Mi-350 (neu) +	38,4%	32,5%	(71,6%)	36,0%	
Bi -180°	0,752	0,744	0,750	0,746	Einspr. Prod.
spez. Gew.					P 1490 - 350° druckdest u. gestrippt
A.P.	29°	25,5°	27,5°	31°	
Beginn	46°	40°	62°	43°	spez. Gew. 0,854/70°
- 70°	4,5	7,0	1,5	5,0	Beginn 232°
-100°	20,5	29,0	20,5	24,0	-250° 5,0%
-120°	42,5	52,0	45,5	44,0	-275° 7,5%
-150°	77,5	84,0	79,5	77,0	-300° 10,0%
-180°	96,5	98,5	96,5	98,5	-325° 15,0%
E	183°	180°	186°	180°	-350° 20,0%
Jod-Zahl	32,1	26,0	32,2	29,9	Rü 80,0%
O.Z. (M)	76,6	76,6	74,6	72,8	AP (-350°) = 68°
+ 0,12% Pb	-	81,0	80,8	79,5	
Bi 180-325°					
spez. Gew. (20°)	0,853	0,852	0,854	0,844	
AP	47°	44°	41,5°	52°	
Beginn	195°	200°	189°	200°	
-200°	-	-	8	-	
-225°	20	24	34	15	
-250°	47	50	57	42	
-300°	87	90	90	84	
-325°	97	98,5	97	96,5	
E	328°	325°	330°	330°	
Bi 325-350°					
spez. Gew. (20°)	0,886	0,876	0,898	0,876	
A.P.	69°	68,5°	61°	72°	
> 350°					
spez. Gew. (20°)	0,920	0,925	0,961	0,921	
Vers. Nr.	20	37	48	38	607

Tabelle 5.

Spaltung von Druck-Destillat F 1490 bis 232° gestriopt über
K 672 im 50 Ltr.-Schlensofen.

Zusammensetzung der Verzinsung.

z. Vergleich: K 6752 fest eingebaut im 50 Ltr.-Ofen

Temp. °C	460°		480°	
Da (V/V/Std.)	0,3		0,5	
% Schweröl-Umsatz	51,6		64,5	
% Gas	6,7		11,1	
% CH ₄	0,95	14,2	1,42	12,8
% C ₂ H ₄	1,05	15,7	2,62	23,6
% C ₂ H ₆	1,44	21,5	3,00	27,0
% C ₃ H ₆	1,00	14,9	0,70	6,3
% C ₃ H ₈	0,95	14,2	0,64	5,8
% C ₄ H ₈	0,80	13,0	1,60	14,4
% C ₄ H ₁₀	0,36	5,4	0,87	7,8
% H ₂	0,15	2,1	0,25	2,3
	6,70	100,0	11,10	100,0
% Olefine	2,85	42,6	4,92	44,4

Tabelle 5.

Spaltung von P 1490-Rohöl-Rückstand > 350° über K 6752 im 50 Ltr.-

Schleusenofen.

Temp. °C	460°	460°	460°	460°	460°
Du (Vol. Öl/Vol. Ofen/Std.)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kat. Du (Vol. Kat./Vol. Ofen/Std.)	0,27	0,285	0,18	0,08	0,075
Dauer (Std.)	4	7	3	7	6
% Bi -180°	11,3	12,0	9,5	8,1	9,7
% Mi 180-325°	25,6	21,1	18,8	20,1	24,3
% Mi 325-350°	13,7	4,0	8,9	7,0	16,6
% > 350°	23,0	12,1	29,6	42,8	9,4
% Gas + Koks	26,4	50,8	33,2	22,0	0,0
spez. Gew. Anf. (20°)	0,882	0,870	0,890	0,892	0,891
Bi-Koks %	15,2	24,2	14,0	10,4	10,8
Gas+Koks/Bi+Mi +	34,3%	58,0%	47,2%	38,5%	16,5%
Di -180°					
spez. Gew.	0,750	0,755	0,748	0,740	0,750
AP	23,5°	21,5°	22,0°	25,0°	28,0°
Beginn	54°	50°	40°	45°	68°
-70°	3,5	8	9	10,5	-
-100°	26,5	38	34	35,5	16
-120°	48,5	60	55	58,5	38
-150°	80,5	85	83	86,5	76
-180°	97,0	97	97,5	97,5	98
E	189°	186°	184°	186°	183°
Jod-Zahl	31,5	30,5	33,7	31,9	33,9
O. Z. (H)	70,0	73,2	70,5	69	-
+ 0,12% Pb	76,8	78,6	77,2	76	-
Einsatz-Prod.					
Mi 180-325°					
spez. Gew. (20°)	0,848	0,860	0,849	0,842	0,847
A.P.	43°	35,5°	40,5°	45,5°	49°
Beginn	184°	180°	180°	180°	180°
-200°	8	10	14	14	5
-225°	29	30	38	33	21
-250°	57	51	61	54	43
-300°	92	88	91	91	84
-325°	98	97	97	-	95
E	332°	332°	338°	325°	336°
Mi 325-350°					
spez. Gew. (20°)	0,899	0,920	0,874	0,905	0,888
A.P.	60°	49,5°	66,5°	68,5°	65,5°
Rü 350°					
spez. Gew. (20°)	0,993	0,966	0,971	0,938	0,951
Vers. Nr.	41	42	43	44	47

Tabelle 7.

Zweistufige Spaltung von P 1490 Druck-Destillat, gestrippt bis 232°

über K 6752 im Schmelsofen.

(Ergebnisse der 2. Spaltstufe in 3 Ltr.-Öfen über K 6752).

	P 32			P 19/20/21		
Temp. °C	460°	460°	480°	460°		
Du (V/V/Std.)	1	0,5	0,5	0,5		
Dauer (Min.)	60	60	60	60		
Bi -180°	18,6	20,4	18,7	25,0		
% Bi 180-325°	32,7	32,7	34,5	25,0		
% Bi 325-350°	12,2	13,6	21,1	6,3		
% C ₃ C ₄	23,9	16,2	10,5	5,9		
% Gas + Koks	1,3	1,3	2,8	8,6		
spez. Gew. Anfall	0,846	0,841	0,846	0,814		
Bi-Konz. %	21,2	24,5	21,8	40,0		
l Gas	54	37	39	113		
C+K+C ₃ C ₄ /Bi+Mi-350 (neu) +	100%	79,0%	58,8%	96,5%		
Bi -180°					Einspr. Prod.	
spez. Gew.	0,730	0,733	0,730	0,730	spez. Gew.	0,866/20°
A.P.	33,7	32,3	30	29	-180°	13,4%
Beginn	38	30	45	32	180-325°	32,1%
-70°	17	21	12	29	325-350°	18,0%
-100°	40	42	38	50	Ru > 350°	36,5%
-120°	60	57,5	56	64		
-150°	83	80,5	83	88		
-180°	97	96,5	97	98		
E	186°	186°	187°	183°		
Jod-Zahl	12,8	12,2	10,2	27,7		
O.Z. (H)	77,3	78,3	78,8	79,0		
+ 0,12% Pb	84,9	-	-	89,6		
MI 180-325°						
spez. Gew. (20°)	0,858	0,861	0,859	0,884		
A.P.	39	41	40	30		
Beginn	191	197	191	185		
-200°	4	3	3	5		
-225°	21	17,5	25	29		
-250°	44	42,5	46,5	50		
-300°	94	95	97	96		
E	337°	330°	330°	333°		
MI 325-350°						
spez. Gew. (20°)	0,895	0,895	0,886	0,825		
A.P.	67	68	68	63		
RU > 350°						
spez. Gew. (20°)	0,923	0,927	0,935	0,981		
Vers. Nr.	3141/ 3142	3143/ 3144	3145/ 3146	3150/ 3153		

Tabelle 8.

Zweistufige Spaltung von P 1490 Ret.öl-Rückstand > 350° über K 6752
(Ergebnisse der 2. Spaltstufe in 3 Ltr.-Öfen über K 6752)

Temp. °C	460°	460°	480°		
Du (V/V/Std.)	1	0,5	0,5		
Dauer (Min.)	60	60	60		
% Bi -180°	25,7	28,5	25,7		
% Mi 180-325°	34,8	29,8	27,6		
% Mi 325-350°	6,1	7,1	7,4		
% > 350°	19,0	5,3	6,9		
% C ₃ C ₄	1,8	6,8	5,6		
% Gas + Koks	12,6	22,5	26,8		
spez. Gew. Anf.	0,850	0,833	0,830		
Bi-Konzentr. %	30,0	40,0	37,6		
l Gas	64	72	82		
G+K+C ₃ C ₄ /Bi+Mi(neu)+	65,0%	81,9%	94,5%		
Bi -180°				Einspr. Prod.	
spez. Gew.	0,740	0,740	0,743	spez. Gew.	0,886/20°
A.P.	31°	31°	26°	-180	14,1%
Beginn	41°	36°	38°		
-70°	15,5	25	21,5		
-100°	37,5	47,5	44,0	180-325°	30,8%
-120°	55,5	64,5	61,0		
-150°	81,5	88	86,0	325-350°	14,0%
-180°	97,5	98,5	98,0		
E	187°	186°	186°	Rü > 350°	41,1%
Jod-Zahl	28,6	21,1	25,0		
O.Z. (M)	76	76	77,7		
+0,12% Pb	84	86,6	86,0		
Bi 180-325°					
spez. Gew. (20°)	0,866	0,881	0,883		
A.P.	32,5°	23°	23°		
Beginn	188°	188°	187°		
-200°	10	4	4		
-225°	32	29	31		
-250°	57	53	56		
-300°	92	88	92		
-325°	98	94	98		
E	329°	327°	328°		
Jod-Zahl	11,3	-	-		
Bi 325-350°					
spez. Gew.	0,927	0,928	0,938		
A.P.	54,5°	48°	46,5°		
Rü > 350°					
spez. Gew. (20°)	0,963	1,006	1,008		
Vers. Nr.	3159	3154/ 3155	3156/ 3158		

Anlage 1:Spaltergebnisse im 50-Ltr.-Schleusofen über K 6752.P 1490 Druck-Destillat bis 232° gestrippt.Gesamtprodukt:

spez. Gewicht 0,855/20

Gew, Engler

68-180	=	13,0 %
200		17,0 %
225		22,3 %
250		29,8 %
275		36,6 %
300		44,8 %
325		54,1 %
350		65,6 %
R		100,0 %

Benzin -185° = 16,9 %

Mittel 185-350° = 46,8 %

RU > 350° = 36,3 %

Benzin -185° (16,9 %)

spez. Gew. 0,753/20

ASTM

A.F. I 27,6°

A.F. Ia 41,1°

A.F. II 72,9°

54-70	=	5,5 %
80		11,0 %
90		18,0 %
100		23,0 %
110		37,0 %
120		46,5 %
130		57,0 %
140		66,0 %
150		76,0 %
160		84,0 %
170		92,0 %
180		95,5 %
190		98,2 %
R		99,5 %

80 - 100°

0,706/20 + 28,1°

110-140°

0,754/20 + 26,8°

150-180°

0,788/20 + 30,3°

Zusammensetzung

Paraffine 52,0 %

Naphthene -

Aromaten 26,0 %

unges. K.W. 22,0 % !

KlopWert: = 89,0 Res.

74,5 Motor

Elementaranalyse:

C	86,70 %	100,00 %
H	13,44 %	15,50 %
O	0,00 %	0,00 %
N	0,05 %	0,06 %
S	0,098 %	0,113 %

Anlage 2.Gasöl 185-350° (46,8 %)

Farbe	grün-braun																
spez. Gew.	0,860/20																
A.F.	+ 50,4°																
Cu Streifen	Anlauffarben																
Getanzahl	40,0																
Stockpunkt	-17°																
Erüfungspunkt	..																
Viskosität bei 20°	1,27°E																
38°	1,18°E																
Gew. Enlger																	
202-225	7,5 %	<u>210-230</u>															
250	31,0 %	0,828/20 + 40,2°															
275	52,4 %																
300	72,8 %	<u>240-270</u>															
325	88,6 %																
350	97,9 %	0,849/20 + 45,1°															
R	100,0 %	<u>280-310</u>															
		0,865/20 + 56,5°															
unges. K.W.	4,5 %																
Elementaranalyse	<table> <tr> <td>C</td><td>87,46 %</td><td>100,00 %</td></tr> <tr> <td>H</td><td>12,30 %</td><td>14,06 %</td></tr> <tr> <td>O</td><td>0,00 %</td><td>0,00 %</td></tr> <tr> <td>N</td><td>0,034 %</td><td>0,038 %</td></tr> <tr> <td>S</td><td>0,31 %</td><td>0,35 %</td></tr> </table>		C	87,46 %	100,00 %	H	12,30 %	14,06 %	O	0,00 %	0,00 %	N	0,034 %	0,038 %	S	0,31 %	0,35 %
C	87,46 %	100,00 %															
H	12,30 %	14,06 %															
O	0,00 %	0,00 %															
N	0,034 %	0,038 %															
S	0,31 %	0,35 %															

Anlage 3.

Schweröl > 350°

spez. Gew.	0,890/50	Vak. Dest. (15 mm)	
Stockpunkt	+ 30°	208-225 =	9,0 % 0,901/20°
Viskosität		215	71,4 % 0,885/40°
bei 50°	= 2,46°E	325	97,0 % 0,895/60°
30°	= 1,70°E	R	100,0 % -

Elementaranalyse

C	87,23 %	100,00%
H	11,71 %	13,22%
O	0,00 %	0,00%
N	0,14 %	0,16%
S	0,20 %	0,23%

Entparaffiniert mit Butanon-Benzol (1:1)

Paraffin bei - 5° = 10,7% gelb 0,774/70
+54° +117°

Paraffin bei -20° = 7,0% h. braun 0,770/70
+40° 111,5°

entparaff. Öl = 82,3%

Farbe d. grün
spez. Gew. 0,935/20
A.P. ca 76°

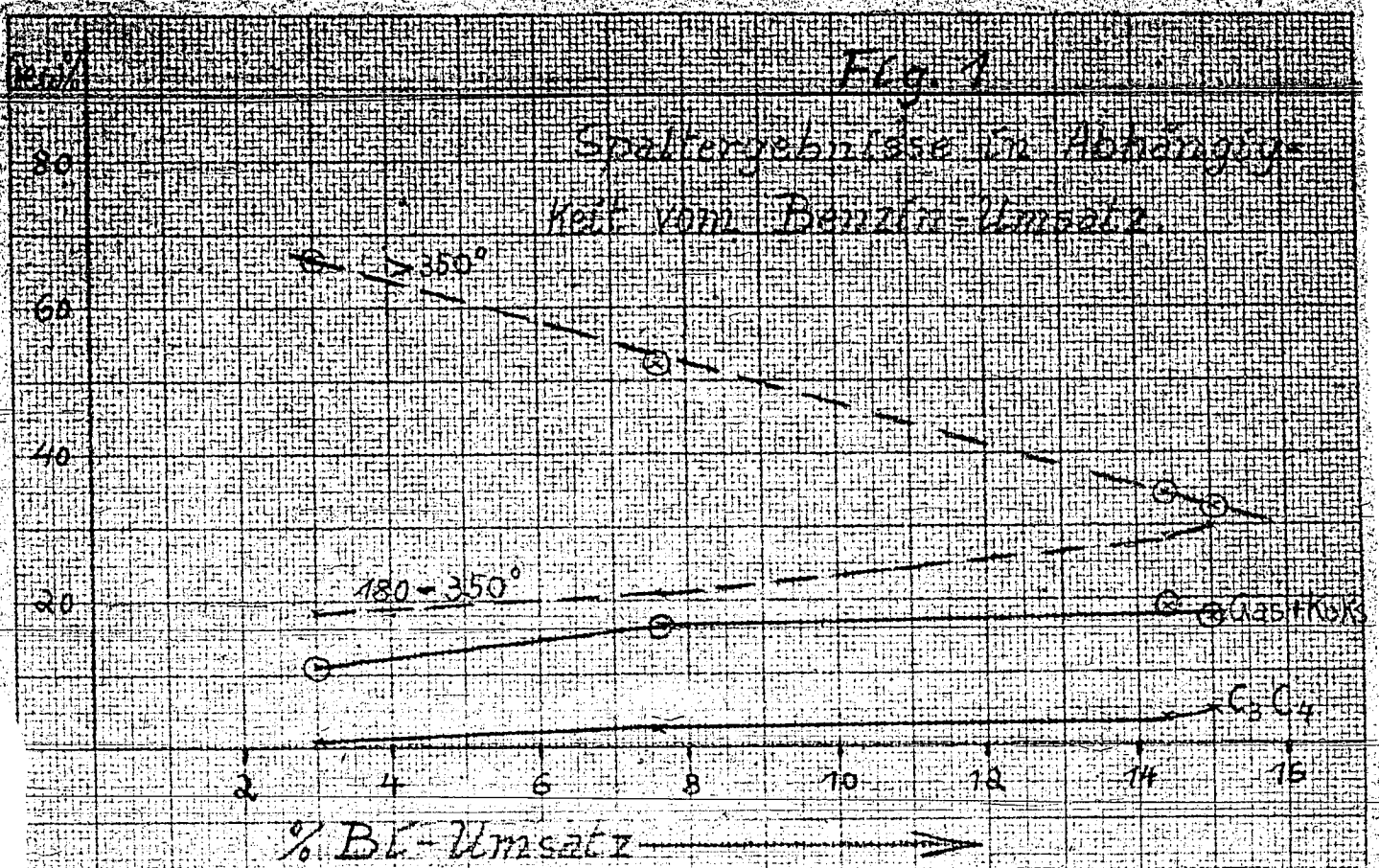
Spindelöl { Stockpunkt -19°
Kokstest 1,26%
Viskosität bei 38° = 4,48°E
99° = 1,38°E

Öl zerlegt in

Vorlauf bis 265° (b. 15 mm Hg)
66,54

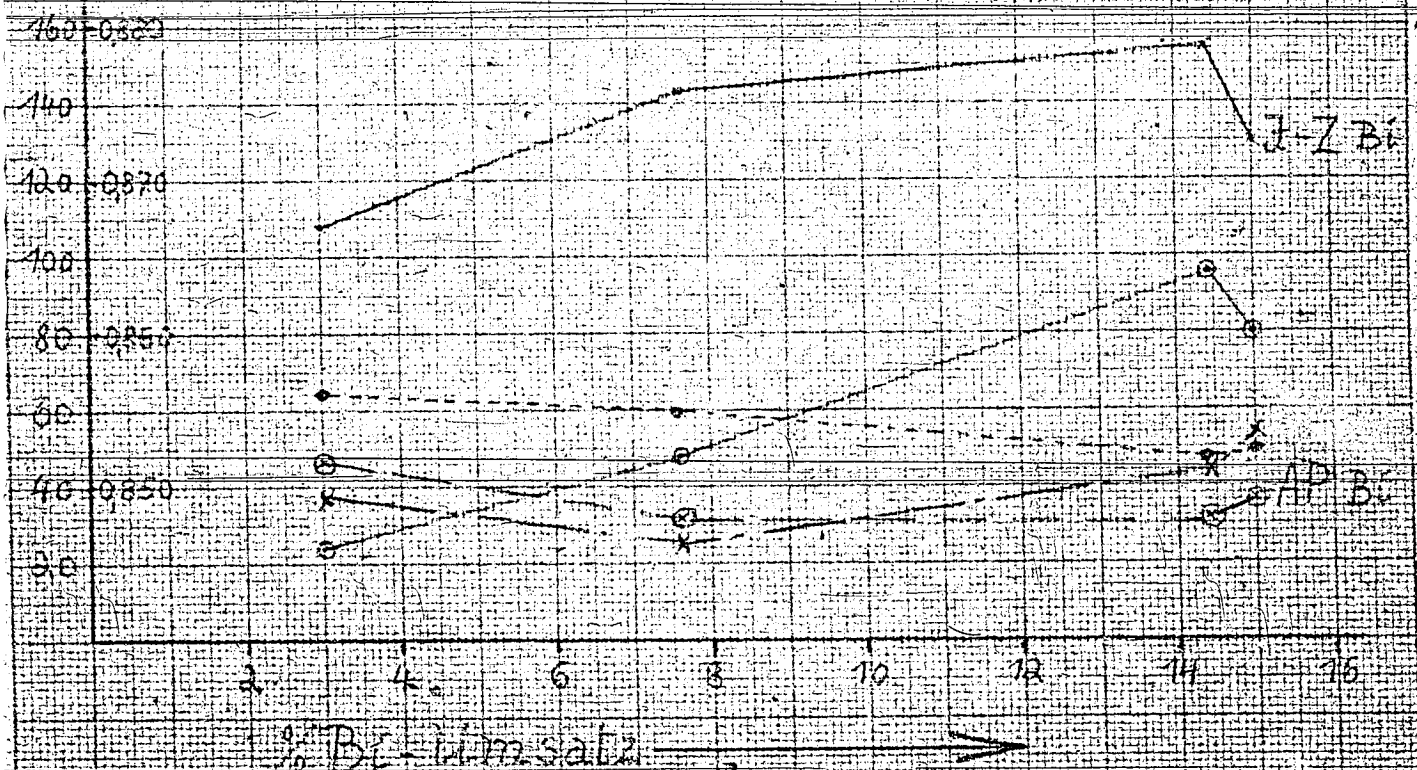
Rück 265°C
33,5%

spez. Gew. b. 20°C	0,912	AP 71,5	0,945	dunkel, harzig.
Stockpunkt °C	-16		-19	
Viskos. b. 20°C	5,7°E		-	
30 "	-		-	
50 "	2,0 "		10,48	
99 "	-		1,96	
V.-I.	-		50	



- x — x J-Z Bi
- o — o AP Bi
- x — x % = 700°
- o — o AP Mi
- o — o Soez. Gew. Mi

Fig. 2



Eigenschaften der Spalterprodukte in Abhängigkeit vom Benzol-Umsatz.

Gew. %

Fig. 1

Spaltsergebnisse in Abhängigkeit
von Benzol-Umsatz

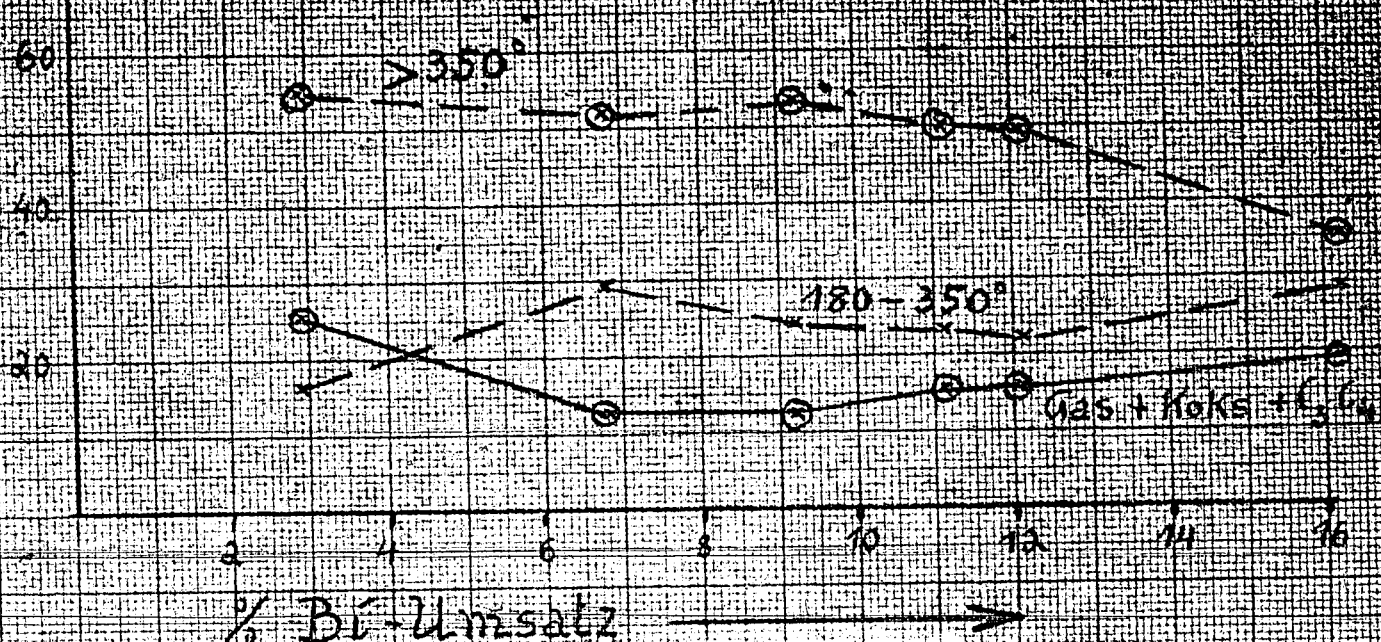
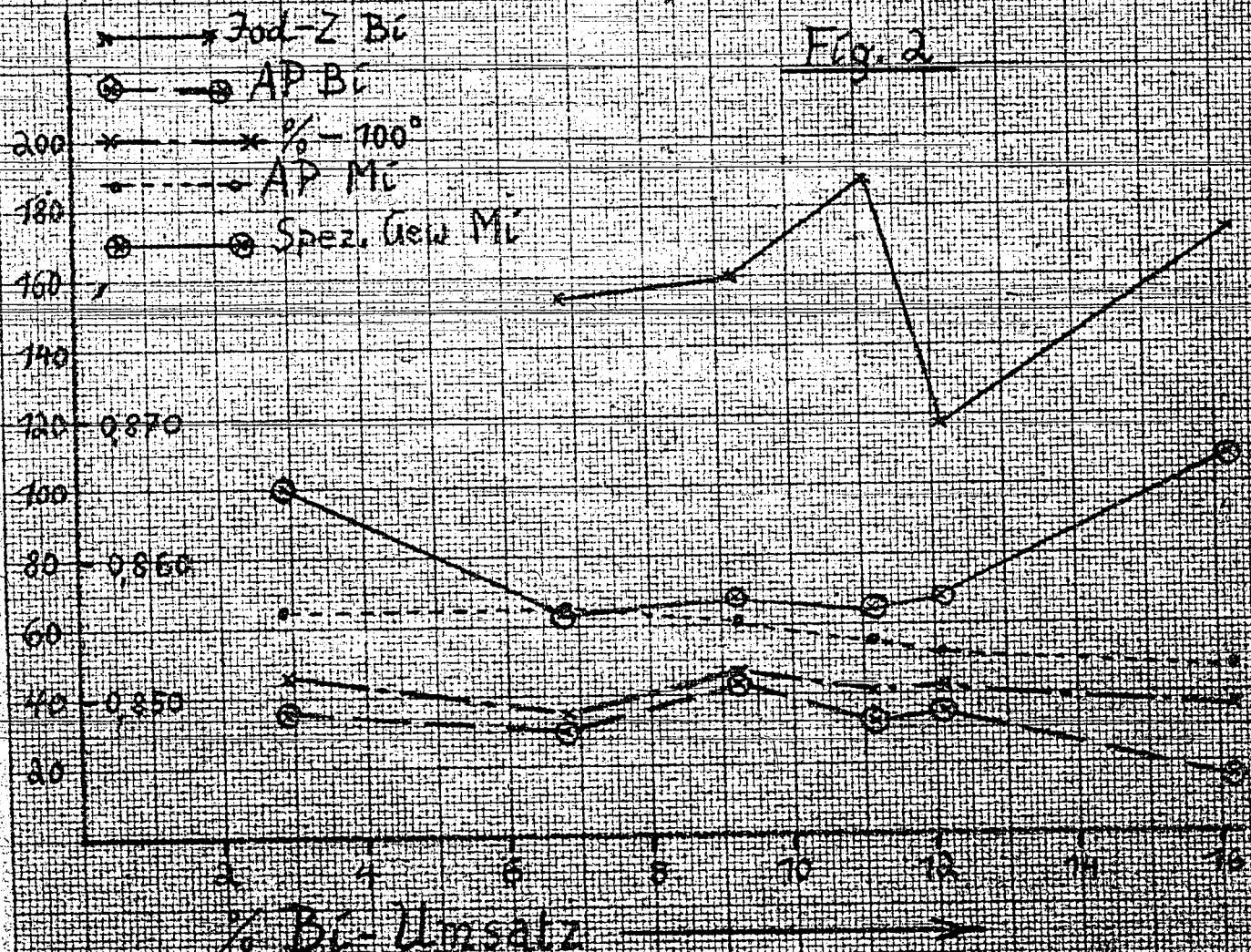


Fig. 2



Eigenschaften der Spaltprodukte
in Abhängigkeit vom Benzol-Umsatz

Gew. %

P1490 Druck-Desf.

P1328 Gasöl

P1203 Gasöl

Gew. %

10

0

H₂

50

100

150

200

250

275

CH₄

C₂H₆

C₃H₈

C₄H₁₀

C₅H₁₂

C₆H₁₄

C₇H₁₆

Gaszusammensetzung bei Schweröl- und Gasölspeicherung
(bez. a. 100% Gas)

Gew. %

Fig. 1

Spaltergebnisse in Abhängigkeit vom Br.-Umsatz

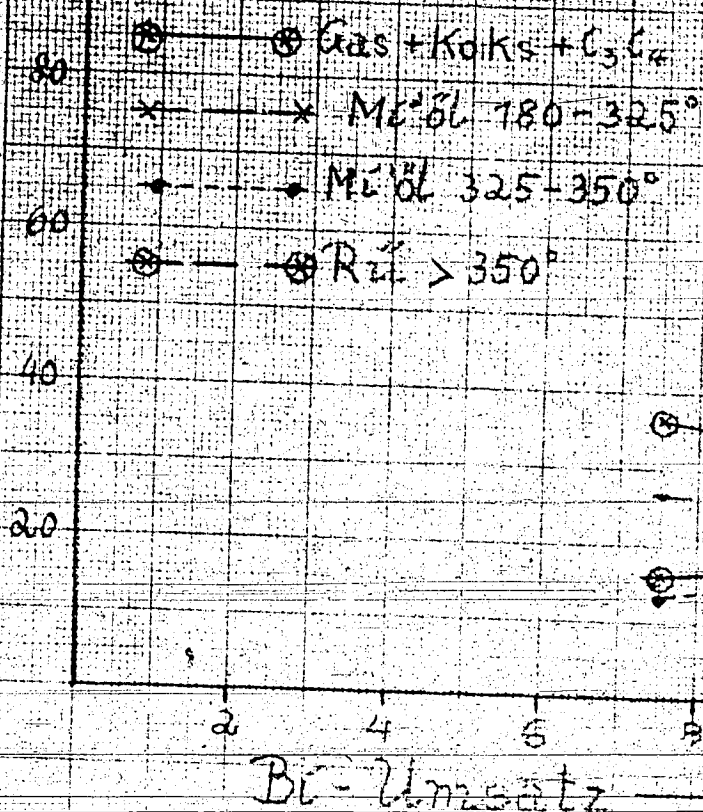
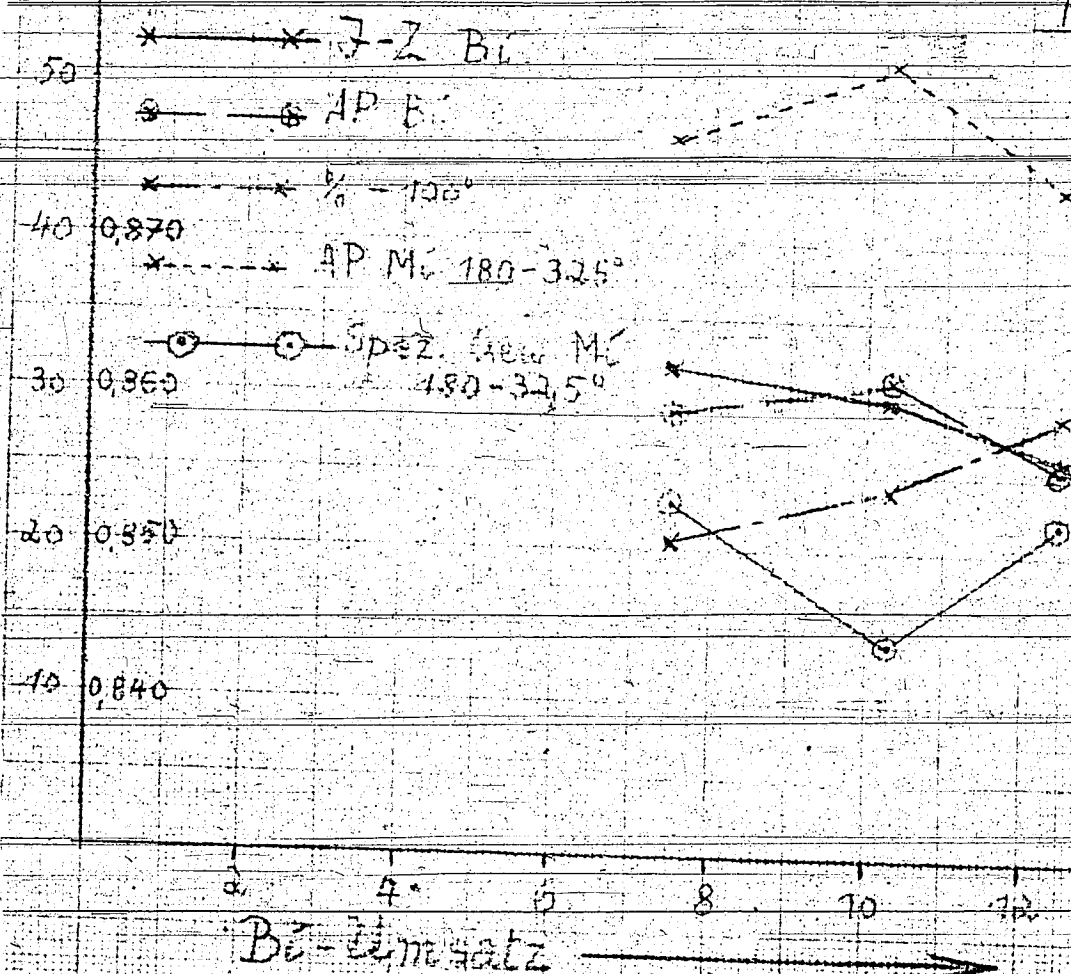


Fig. 2



Eigenschaften der Spaltprodukte
in Abhängigkeit vom Benzol-Umsatz

Gew. %

□ P1420 dr.-dest, gest. - 232°; Schlenksofen 450°; Dr. - 0,3

■ P1420 dr.-dest, gest. - 350°; 50 Lbr.-Ofen 480°; Dr. - 0,5



Gaszusammensetzung bei Schmierölspaltung über geschleusten
und fest eingebauten K675d