

Abt.HL - Tr/Schz.

Oberhausen-Holtten, den 18.Nov.1937.

000738

Herrn Professor Martin,
Herrn Direktor Waibel,
Herrn Direktor Alberts,
Herrn Dipl.-Ing. Wilke,

je besonders!

Betr. Spaltversuche bei der UOPC/Chicago, September 1937.

A) Aufgabestellung und Zusammenfassung der Ergebnisse.

Aufgabestellung: Für die im Versuchslaboratorium der Universal Oil-Products Comp. in Riverside bei Chicago durchzuführenden Versuche waren folgende 2 Hauptprogrammunkte aufgestellt worden:

1.) Untersuchung, ob der garantierte Einsatz von 825 brls pro Tag in der von der UOPC für die Schmierölfabrik der Ruhrbenzin zu liefernden Crackanlage nur für Kondensatöl mit einem Siedebeginn von ca. 150°C und einem Siedende von ca. 400°C erreicht wird, oder ob die Anlage auch mit engeren Fraktionen, d.h. mit Siedeschnitten des Gesamtkondensates betrieben werden kann. Im Rahmen dieser Fragestellung war zu klären, ob und wie bei Verwendung bestimmter enger Fraktionen die Ausbeute und die Beschaffenheit des anfallenden Crackbensins verändert werden würde.

2.) Klärung der Frage, ob die von der UOPC vorge schlagenen Crackbedingungen, - d.h. Temperaturen von ca. 580°C bei Drucken von 4,5 Atm. unter Zugabe von 3 - 5 % Wasserdampf vor der eigentlichen Crackzone -, hinsichtlich Ausbeute und Qualität günstiger sind als die von uns ausprobierten Bedingungen und ob und wie weit die Crackbedingungen der Anlage unter Beibehaltung des Durchsatzes variiert werden können.

Zusammenfassung: Die Versuche haben ergeben, daß die Anlage geeignet sein wird, sowohl das Gesamtkondensatöl wie auch Einzelfraktionen beliebiger Schnitte, d.h. sowohl hoch siedende wie niedrig siedende Kondensatölfractionen mit gewünschten Durchsätzen und gewünschter Qualität der Endprodukte zu verarbeiten. Die engeren Siedefractionen geben dabei an sich bessere Resultate als sie bei der Crackung des gesamten Kogasins

000739

erreicht werden könnten. Kolonnen, Kühler und sonstige Apparate der Anlage sind nach Mitteilung der Herren der UOPC so ausgelegt daß die Verarbeitung in Fraktionen ohne weiteres zulässig ist. Fast alle von der UOPC erbauten Crackanlagen sind so elastisch konstruiert, daß sie verschiedene Ausgangsprodukte verarbeiten können. Es wurden auch in Betrieb befindliche Crackanlagen be- sichtigt, die im regelmäßigen Turnus ihre Einsatzprodukte wech- seln, um so die höchstmöglichen Ausbeuten zu erzielen.-

Zur Frage 2 wurde festgestellt, daß die von der UOPC auf Grund ihrer Arbeiten an Erdölwachsen vorgeschlagenen Bedin- gungen für uns nicht die günstigsten Bedingungen sind. Die in Holten aufgefundenen Crackbedingungen erwiesen sich als wesent- lich überlegen, hauptsächlich hinsichtlich der erreichbaren Aus- beuten an Crackbenzin. Dagegen fiel der Durchsatz auf die Hälfte bis ein Drittel ab.

Eine Durchrechnung ergab, daß es voraussichtlich nötig sein wird, die Crackzone des Ofen mit 30 bis 40 % mehr Rohren zu versehen, um den Durchsatz von 825 brls auch bei den von der Ruhrchemie vorgeschlagenen Bedingungen zu erreichen. Ganz sicher sind diese Zahlen nicht, weil die in unserer Versuchsanlage durchgeführten Temperaturmessungen keine direkte Vergleichsbasis bilden. Eine entsprechende Nachprüfung ergab, daß es möglich ist, die erforderlichen Rohre noch in der Crackzone unterzubringen. Einige kleine Änderungen (Vergrößerung der Durchführungsplatten, Erhöhung der Trennwand zwischen Heizraum und Feuerraum) sind ohne Mehrkosten am Ofen angebracht werden. Die zusätzlich erfor- derlichen Rohre mit Umkehrbögen werden mitgeliefert, ohne einge- baut zu werden, so daß nunmehr alle Möglichkeiten gegeben sind, den Ofen mit höchstem Effekt zu betreiben.-

B) Aufstellung des Versuchsprogramms in Riverside.

Die Versuchsarbeiten zerfielen in 2 Gruppen.

In der 1. Gruppe wurden 4 verschiedene Siedebreiten des Kondensatöles auf ihre Crackeignung untersucht, und zwar die 4 Siedebreiten

ca. 150 bis ca. 390°C
" 150 " " 220°C
" 200 " " 320°C
" 200 " " 390°C

Um eine absolut sichere Basis für Vergleiche zu schaffen, wurde besonders sorgfältig das Gesamtkogasin, d.h. die Siedebreite 150 bis 390°C, untersucht. Es wurden von diesem Material 8 Läufe von je 6 Stunden Dauer bei den von der UOPC vorgeschlagenen Bedingungen, d.h. bei ca. 4,4-Atm. und 550°C durchgeführt. Die anderen Fraktionen wurden in je 3 bzw. 4 Läufen bei den gleichen Bedingungen geprüft. Damit wurde Material zur Beantwortung der Fragestellung 1 - der Frage nach der Crackfähigkeit des Produktes - geschaffen. Es wurde sodann das bestuntersuchte Material nämlich das unfraktionierte Gesamtprodukt, über das sowohl in Riverside wie in Holtent die ausgedehntesten Erfahrungen vorlagen, bei veränderten Crackbedingungen gecrackt, und zwar wurden

1. die Holtener Bedingungen gewählt, d.h. 10 Atm. Druck und 500°C,

~~2. wurden, um bei möglichst tiefen Temperaturen einen möglichst hohen Durchsatz zu erhalten, die für die zu liefernde Anlage im Ofen zulässigen Höchstdrucke von ca. 27 Atm. bei solchen Temperaturen angewendet, daß gerade noch der für die UOPC-Anlage geforderte Durchsatz erreicht wurde. Diese Temperatur betrug 518°C.~~

Auf Grund der Ergebnisse dieser 2. Versuchsgruppe wurden die obengenannten Maßnahmen zur Erweiterung der Crackzone getroffen.

Im ganzen wurden im Rahmen des Versuchsprogramms in 14 Tagen 24 Crackversuche durchgeführt. Die anfallenden Benzine wurden auf Siedeanalyse "Reiddruck" spezifisches Gewicht und z.T. auf Oktanzahl untersucht. Ferner wurden Molekulargewichtsbestimmungen und Bromzahlbestimmungen durchgeführt und außerdem Olefine nach der in unserem Labor veränderten Methode von Kattwinkel mittels P₂O₅-haltigen konzentrierten Schwefelsäure bestimmt.

Eine Reihe von besonders charakteristischen Benzinen aus Läufen, die bestens gesichert erschienen, wurde in einer Hempel-apparatur in Siedefractionen zerlegt und jede einzelne Fraktion auf Dichte, Molekulargewicht und Ungesättigte nach der Brom-zahlmethode und nach der Kattwinkelmethode geprüft. Ferner wurden 13 vollständige Gasanalysen durchgeführt, die ein sicheres Bild über die zu erwartenden Gasqualitäten ergeben.

C) Beschreibung der Versuchsanordnung.

Die Versuchsanordnung sei an Hand der beiliegenden Zeichnung näher beschrieben. Der Crackofen enthielt 24 Rohre von 1070 mm Heizlänge bei einem Durchmesser von 9,5 mm. Die Rohre waren mit Umkehrbögen aus Stahlguß versehen, in die die Rohre eingewalzt waren. Jeder Umkehrbogen hatte 2 Schraubstopfen mit konischem Gewinde aus einer Spezial-Aluminiumbronze. In den Umkehrbögen 8, 12, 16, 20 und 24 waren Thermoelemente in den Ölstrom eingebaut, die mit Thermoschreibern verbunden waren. Die Heizung des Ofens erfolgte durch 3 voneinander unabhängige mit Regeltransformatoren bedienbare Heizwiderstände elektrisch. Das Rohr- und Heizsystem war in einen gut isolierten Aufbau eingesetzt. Der Ofen wurde gespeist durch eine Heißölpumpe, die nach dem Dow-Prinzip mit schwingender Ölsäule als 3-fach-Kolbenpumpe ausgebildet war. Der Antrieb erfolgte über ein stufenlos regelbares Flender-Getriebe. Das den Ofen verlassende gecrackte Material gelangte zuerst in die Flashkammer, die gleichfalls elektrisch geheizt und mit Druck und Thermoschreiber versehen war. Zur Temperatureinstellung der Flashkammer genügt Regulierung der Heizung, da die Abkühlung in der Rohrleitung so groß ist, daß eine besondere Kühlung unnötig ist. Der Abzug des Bodenproduktes aus der Flashkammer erfolgte von Hand. Das gecrackte Material geht weiter in die Fraktionierkolonne, eine 3 300 mm hohe Säule von 125 mm Durchmesser, auf der ganzen Länge isoliert, am untersten Teil elektrisch regelbar geheizt, zu 2/3 der Höhe mit Ketten als Füllmaterial gefüllt. Die Einspritzung des Crackmaterials erfolgt in ca. 50 cm Höhe vom Abzug der Kolonne gerechnet. Oberhalb der Einspritzstelle sind einige Platten, über die das Frischmaterial zugeführt wird. Teilweise ist bei den Versuchen allerdings auch so gearbeitet worden, daß das Frischmaterial direkt in die Rohre gegeben wurde. Im Unterteil der Kolonne ist ein Verdrängerkörper angebracht. Die Entnahme des Bodenproduktes erfolgt über einen Niveauregler. Die Kopftemperatur wird durch eine mit Kühlöl betriebene Dephlegmatorschlange eingestellt, wobei der Zufluß des Kühlöles durch ein thermisch gesteuertes Regelventil erfolgt. Das Kopfprodukt aus der Kolonne geht durch einen

Kühler zu einem Abscheider, aus dem das Gas über ein druckgesteuertes Regelventil, die Flüssigkeit über ein niveaugesteuertes Regelventil entnommen wird. Die Flüssigkeit geht weiter zu Stabilisierkolonne, einer Säule von 3 m Höhe und 50 mm Durchmesser, gleichfalls mit Ketten gefüllt, isoliert und im Unterteil elektrisch geheizt. Die Flüssigkeitsentnahme erfolgt auch hier durch ein niveaugeregeltes Ventil über einen Wasserkühler. Das bei der Stabilisierung abgetriebene Gas wird durch ein Druckregulierventil entnommen und geht mit dem aus dem Abscheidegefäß entnommenen Gas in eine Gasuhr. Die Stabilisierkolonne wird über eine Kolbenpumpe beschickt, um bei beliebigen Stabilisierdrücken arbeiten zu können. Vor Eintritt in die Kolonne wurde das Produkt in einem Dampfvorwärmer vorgeheizt. ~~Hinzuzufügen ist noch, daß sich vor der Fraktionierkolonne ein Druckreduzierventil befand und daß bei den Versuchen der Gruppe II und III das Crackprodukt vor Eintritt in die Fraktionierkolonne mit Hilfe dieses druckgesteuerten Regelventiles entspannt wurde.~~

~~Sämtliche Thermoelement-Meßstellen und Druck-Meßstellen wurden auf schreibende Apparate übertragen. Die Regel- und Meßapparatur der Anlage war also genau so ausgebildet wie bei einer Grobanlage. Das eingesetzte Rohmaterial und das angebrachte stabilisierte Benzin wurde sowohl gewichts- wie voluminaßig gemessen. Das Gas wurde in einer Gasuhr erfaßt. Das spezifische Gewicht des Gases wurde durch Analyse und direkte Messung bestimmt. Die Anlage war so durchgebildet, daß ein einwandfreier Versuch in ca. 6 Stunden abgeschlossen werden konnte. Es wurden stets mindestens 3 Versuche unter gleichen Bedingungen durchgeführt, damit ein guter Mittelwert genommen werden konnte.~~

Beim ersten Cracken von Kogasin in Anwesenheit der Herren Stock, Wagner und Zechetmeyer waren Schwierigkeiten aufgetreten durch Abscheidung eines flockigen rußartigen Kohlenstoffs. Die UOPC-Herren führten diese Rußabscheidung auf eine katalytische Wirkung der Crackrohre zurück, die vor dem Einsatz von Kogasin gründlich gereinigt und mit Luft ausgebrannt waren. Hierbei entsteht aktives Eisen, das rußabscheidend wirkt. Es zeigte sich, daß man die Anlage desaktivieren

kann, indem man kurzzeitig mit schwefelhaltigem Öl arbeitet. Dieser Kunstgriff wurde angewendet. Ich bin mir allerdings nicht sicher, ob er wirklich notwendig gewesen wäre. Jedenfalls hatten wir unter Kohlenstoffabscheidung praktisch nicht zu leiden. Der Anfall an schwerem Rückstand in der Flashkammer war gleichfalls außerordentlich gering, so daß er nicht einwandfrei bestimmt werden konnte.

Die Anlage arbeitete in jeder Weise vorzüglich. Sie wurde auf 3 Schichten durchgeführt. Auf jeder Schicht waren zwei Leute tätig. Ferner ein Mann im Laboratorium zur Durchführung der notwendigen Siedeanalysen und sonstigen Untersuchungen. Weiterhin war ein Gasanalytiker für die Versuche abgestellt und 2 Analytiker zur Feststellung der Benzingualitäten, außerdem ein junger Ingenieur, der die Auswertung der Versuche vornahm (Mr. Lommen) und der Leiter der Crackanlage (Mr. Zimmermann). An der Versuchsdurchführung war nicht das Geringste zu bemängeln.

D) Diskussion der erhaltenen Versuchsergebnisse.

Versuchsgruppe A, d.h. Versuch I und IV bis VI.

Vers.I.

Verwendet wurde als Ausgangsprodukt ein Gesamtkondensat, das von ungefähr 150 bis 390°C siedete. Die genauen Zahlen sind aus der Anlage zu ersehen. In den 8 Versuchen wurde bei ca. 4,5 Atm. Druck und 554°C gecrackt. Der Gesamteinsatz in die Crackapparatur betrug ca. 22 bis 23 l/h. Von dieser Menge wurden im Durchschnitt bei einmaligem Durchgang ca. 15 % umgesetzt. An stabilem Benzin mit einem "Reißdruck" von im Mittel 0,8 Atm. bei 38°C wurden etwa 60 % erhalten. Das Benzin war dabei so geschnitten, daß der korrigierte 95%-Punkt bei ca. 153 bis 154°C lag, d.h. 10° über dem Siedebeginn des eingesetzten Kondensates, der mit 143°C in der Engler-Apparatur festgelegt worden war. Diese Endpunkts-Bedingungen wurden in allen Versuchen grundsätzlich festgehalten. Die Benzine waren somit wesentlich bessergeschnitten, als wir es in unserer Anlage tun. Um mit der Holtener Anlage vergleichbare Ergebnisse zu bekommen, ist es notwendig, die C₄- und C₅-Fraktion, die bei uns als Kondensatbenzin im Kompressor anfallen und dem Crackbenzin zugeschlagen werden, zu den für Stäbilsbenzin angegebenen Ergebnissen hinzuzuzählen. Man bekommt dann eine Gesamtflüssigkeitsausbeute, die bei 71 bis 72 % liegt. Diese Ergebnisse stimmen praktisch mit den Holtener Ergebnissen überein; sie sind aber als besonders gut zu bezeichnen, da wie oben erwähnt, die Benzine besser geschnitten sind.

Die bei dem Produkt erhaltene Olefin-Dichte-Kurve ist gleichfalls vollkommen befriedigend. Interessant ist der Vergleich der Bestimmung der Ungesättigten nach der Brom-Methode und nach der Kattwinkel-Methode. Man sieht, daß nach der Brom-Methode absolut unzuverlässige Werte erhalten werden, die von den Kattwinkel-Werten vollkommen abweichen und zwar besonders bei den hohen Siedefractionen. An der Olefin- und Dichte-Kurve ist besonders wichtig, daß bei der Untersuchung nach Kattwinkel selbst die 160°-Fraktion noch 70 % Olefine enthält, das gesamte Produkt also einen sehr schönen gleichmäßigen Verlauf aufweist. In Holtten beobachteten wir immer einen ziemlich steilen Abfall im Olefingehalt der letzten Fraktionen, da infolge schlechterer

000746

Vers. IV

Fraktionierung ungecracktes paraffinisches Material in diese Fraktionen gelangte. Die Abweichungen in den einzelnen Versuchen sind, wie die Tabelle zeigt, außerordentlich gering, so daß die Versuche gut gesichert erscheinen. Auch die Gasanalysen geben ein sehr gleichmäßiges Bild, so daß die Basis für die weiteren Versuche gegeben war. Im Vergleich zu dem Gesamtkogasin wurden nunmehr die einzelnen Fraktionen ge-crack't und zwar als erste die niedrig siedende Fraktion von ca. 150 bis ca. 220°C. Diese Fraktion war nicht ganz sauber geschnitten, sie wies etwas Vorlauf und eine geringe Menge schwerer siedende Bestandteile auf. In dem Versuch a) der Gruppe IV wurde das Crackbenzin so geschnitten, daß sein 95 %-Punkt bei 116° lag, d.h. wirklich 10° über dem Anfangsiedepunkt des Ausgangskogasins. Demzufolge ist das Produkt in diesem Versuch besonders stark ge-crack't worden und die Ausbeute bis auf 40 % an stabilem Benzin abgesunken. Bei den nachfolgenden Versuchen IV b; c und d wurde die prozentual sehr kleine Menge Vorlauf im Ausgangsprodukt vernachlässigt und ein 95 %-Punkt im Crackbenzin von 140°C korrigiert erhalten. Dadurch ging die Ausbeute auf im Mittel 60 % stabiles Benzin herauf. Wie die zugehörigen Bestimmungen der Ungesättigten und Dichte zeigen, war bei diesem Endpunkt eine vollkommen ausreichende Cracking erreicht. Unter Zurechnung der C₄-u.C₅-Fraktion wurden Gesamtausbeuten an polymerisierbarem Flüssigbenzin in Höhe von 70 % erhalten, d.h. trotzdem ein wesentlich niedriger siedendes Ausgangsmaterial vorliegt, fast die gleiche Ausbeute wie beim Gesamtkogasin. Hier zeigt sich deutlich der Vorteil des Crackens kleinerer Siedeschritte. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß es sich im Ölbetrieb immer wieder gezeigt hat, daß gerade die Crackprodukte des niedrig siedenden Kondensatöles ungünstige Polhöhen im Fertigöl ergeben, so daß zumindest eine Alleinverwendung der 150 bis 220°-Fraktion als Ausgangsmaterial für die Ölsynthese nicht in Frage kommt. Charakteristisch in dieser Versuchsgruppe ist der überraschend starke Einfluß der richtigen Einstellung des Endpunktes des Crackbensins auf die Ausbeute. Wichtig ist auch in dieser Gruppe, daß der Umsatz pro einmaligem Durchgang bei nur ca. 10 % lag. Allerdings waren die Temperaturen auch eine Kleinigkeit niedriger als bei der Cracking des gesamten Kogasins. Die späteren

Erfahrungen zeigten, daß es durchaus möglich gewesen wäre, den Umsatz bei gleicher Ausbeute auf dieselbe Höhe zu bringen. Man hätte dazu nur den Druck auf ca. 10 Atm. zu steigern brauchen. Dadurch wäre die Aufenthaltsdauer auf ca. das Doppelte verlängert worden und der gewünschte Effekt des höheren Durchsatzes zwangsläufig eingetreten. Die Gasanalysen unterscheiden sich nicht wesentlich von den Gasanalysen in der vorhergehenden Gruppe.

Ver. V

Als nächste Fraktion wurde die sogenannte Dieselölfraktion vorgenommen die zwischen ca. 200 und 320°C siedet. Hier tritt der Vorteil der höheren Siedelage klar zu Tage. Der 95 % Punkt des Crackbenzins konnte auf ca. 200 bis 205°C gehalten werden, d.h. wiederum 10° über dem Siedebeginn des Ausgangsproduktes, der mit ca. 192° festgelegt war. Der Umsatz bei einmaligem Durchgang ist höher als beim Gesamtkogasid, trotz gleicher Crackbedingungen, wohl infolge der leichteren Spaltfähigkeit der höher siedenden Kohlenwasserstoffe. Die Ausbeute an Stabilbenzin liegt bei ca. 70 % d.h. ca. 10 % höher als beim Gesamtkogasin. Der Anfall an Kondensatbenzin ist entsprechend der geringeren Gasmenge natürlich kleiner. Die Gesamtausbeuten liegen bei 77 bis 78 % an polymerisationsfähigem Crackgut. Dichte- und Olefin-Kurve ist in Ordnung. Die Gasanalyse ergab nichts besonderes.

vers. VI

Als letztes Produkt dieser Versuchsgruppe wurde die über 200° s siedende Fraktion des Kondensatöles einschließlich des gesamten Paraffins gespalten. Bei einmaligem Durchgang wurden im Mittel 21 % umgesetzt, d.h. die Aufspaltung war noch etwas besser als bei der vorhergehenden Gruppe. Dagegen lag die Ausbeute nicht mehr höher, sondern praktisch auf gleichem Niveau. Das war auch nicht anders zu erwarten, da das Crackbenzin ja auf den gleichen Endpunkt wie in der vorhergehenden Gruppe eingestellt wurde und daher ein Vorteil durch die Anwesenheit des höher siedenden Paraffinanteils sich nicht mehr ergeben konnte. Die Fraktion ist eigentlich schon wieder zu groß geworden. Die Qualität des erhaltenen Benzins ist, wie die beigefügten Zahlen ergeben, sowohl hinsichtlich Dichte wie Olefingehalt durchaus befriedigend. Besonderheiten traten bei den Versuchen nicht auf.

... diesen Versuchen war die erste Frage, wie in der Zusammenfassung angegeben, beantwortet. Die Anlage ist für die Crackung der Fraktionen geeignet. Die Fraktionen weisen gegenüber der Verwendung von Gesamtkogasin wesentliche Vorteile auf.

Versuchsgruppe B, d.h. Versuch II und III.

Ich war mit den Gesamtergebnissen aber noch nicht zufrieden, da mir die Ausbeute zu niedrig erschien und schlug der UOPC-Herren vor, bei den Holtener Bedingungen zu cracken. Es wurde mir gleich vorausgesagt, daß dabei die Leistung der Anlage auf die Hälfte bis auf ein Drittel zurückgehen würde. Es waren auch eine Reihe von Widerständen zu überwinden, ehe man sich entschloß, von den UOPC-Bedingungen abzugehen. Bei der Durchführung der Versuche II a-d ergaben sich aber sehr interessante Resultate. In der Gruppe II a-d wurde bei 10 Atm. und 504°C gecrackt. Diese Bedingungen entsprachen an sich zahlenmäßig unseren Holtener Messungen. Es erwies sich aber, wie von den UOPC-Herren vorausgesagt war, daß der Durchsatz stark zurück ging. Wir bekamen nur eine Aufspaltung von im Mittel 6 % bei einmaligem Durchgang. Da wir in Holtten bei an sich gleicher Aufenthaltsdauer ca. 20 % Aufspaltung bekamen, würde das bedeuten, daß die Temperaturen in Holtten etwas zu niedrig gemessen werden. Da die Temperatur-Meßstellen der Holtener Anlage nicht im Ölstrom liegen, ist dies Resultat verständlich.

Infolge der weicheren Crackbedingungen stieg der Umsatz, verglichen mit der Gruppe I, in der das gleiche Ausgangsmaterial, nämlich Gesamtkogasin, bei 4,5 Atm. und 554°C gecrackt wurde, von im Mittel ca. 60 % auf im Mittel ca. 73 % Ausbeute an stabilem Benzin an. Einschließlich Kondensatbenzin, d.h. C₄- und C₅-Fraktion wurden in dieser Gruppe im Mittel ca. 81 % Ausbeute an polymerisierbaren flüssigen Kohlenwasserstoffen erreicht, eine Ausbeute, die wesentlich über den bisher erreichten Holtener Resultaten liegt. Wie die Olefin- und Dichte-Kurve zeigt, ist die Qualität des Crackmaterials einwandfrei und entspricht durchaus den Holtener Ergebnissen.

Würde man die Großanlage bei diesen Bedingungen betreiben, so wäre es unmöglich, den garantierten Durchsatz

aufrecht zu erhalten. Ich wies die Herren darauf hin, daß bei dem teuren Ausgangsmaterial in ganz anderer Weise als bei Rohöl auf höchste Ausbeute zu achten ist.

Wir führten daraufhin noch die Versuche III a und b durch. Bei dieser Versuchsgruppe wurde der Druck auf 27 Atm. gesteigert, um die Aufenthaltsdauer, die bekanntlich etwa proportional dem Druck geht, möglichst zu verlängern. Als Spalttemperatur wurden 520° gewählt. Die Umsetzung bei einmaligem Durchgang betrug hier im Mittel ca. 19%. Die Ausbeute war fast dieselbe wie bei der Versuchsgruppe II. Nicht ganz befriedigend war die Qualität des erhaltenen Benzins. Die Olefinzahlen waren abgesunken und auch die Dichten lagen nicht günstig. Durch den hohen Druck scheint hier eine gewisse Ringbildung bzw. Polymerisation eingetreten zu sein.

E) Praktisches Ergebnis der Versuche.

In der Diskussion der gesamten Versuchsergebnisse stellte ich der UOPC die Frage, ob die Großanlage 825 brls mit 72 % Ausbeute an stabilem Benzin und einer Olefin-Dichte-Analyse wie der UOPC bekannt mit einem korrigierten 95%-Punkt nicht höher als 10° über dem Siedebeginn des Ausgangsproduktes nach der Engler-Analyse aus Gesamtkogasin II würde herstellen können. Diese Frage wurde nach langer Beratung und nochmaliger Durchrechnung bejaht. Trotzdem habe ich es für richtiger gehalten, die weitere Frage zu stellen, welche Maßnahmen die Durchführung der Crackung bei 10 Atm und 504°C bei einer Spaltleistung von gleichfalls 825 brls/Tag möglich machen würden.

Die Frage wurde mir dahin beantwortet, daß zur Erreichung dieses Zieles die Anzahl der Rohre in der Crackzone um 40 % vergrößert werden müßte, damit ist dann die äußerste Sicherheit für ein einwandfreies Arbeiten der Anlage gegeben. Wie oben schon in der Zusammenfassung mitgeteilt wurde, ist in der Zwischenzeit die technische Möglichkeit des Einbaues der erforderlichen Rohre geprüft worden. Der Ofen ist nunmehr so ausgebildet, daß ohne jede Schwierigkeit zusätzlich 20 Rohre eingebaut werden können.

Gelegentlich dieser Diskussion habe ich meine Bedenken gegen die Aufteilung des Ölstromes in 5 Parallelströme in der Crackzone geäußert und mich erkundigt, warum diese an sich nicht übliche Anordnung gewählt worden ist. Die Überlegungen, die zu dieser Konstruktion führten, waren folgende:

1.) Eine Reaktionskammer kam bei dem vorliegenden Verfahren nicht in Frage, da in der Reaktionskammer überhitztes Produkt bei längerer Aufenthaltsdauer unter gleichzeitigem Verlauf exothermer Polymerisationsvorgänge weiter gecrackt wird während bei der Olefinanlage Überhitzungen und Polymerisationsvorgänge vermieden werden müssen.

2.) Da keine exothermen inneren Vorgänge verlaufen dürfen muß die gesamte Wärme in der Crackzone von außen zugeführt werden unter entsprechender Beschränkung der Aufenthaltsdauer. Dies ist nur möglich, wenn die Crackung vollkommen in den Rohren der Crackzone stattfindet. Zu weite Rohre dürfen

nicht genommen werden, da der Wärmeübergang infolge mangelnder Oberfläche sonst zu klein wird. Eine Hintereinanderschaltung der jetzt erforderlichen 5 Parallelströme ist aber auch unmöglich, da dann die Geschwindigkeit auf das 5-fache bei $\frac{1}{5}$ des Querschnitts ansteigen, d.h. der Druckabfall auf das 125-fache heraufgehen würde. Dieser beträgt jetzt ca. 0,8 Atm und würde auf ca. 100 Atm ansteigen. In der Holtener Anlage werden diese Verhältnisse infolge der Kleinheit der Anlage und der niedrigen Strömungsgeschwindigkeit noch nicht merklich. Die Herren der UOPC haben mir auf meine Anfrage hin versichert, daß die Parallelstromschaltung vollkommen ausreichend ausprobiert und technisch einwandfrei und sicher wäre.-

gez. T r a m m .

Anlagen.

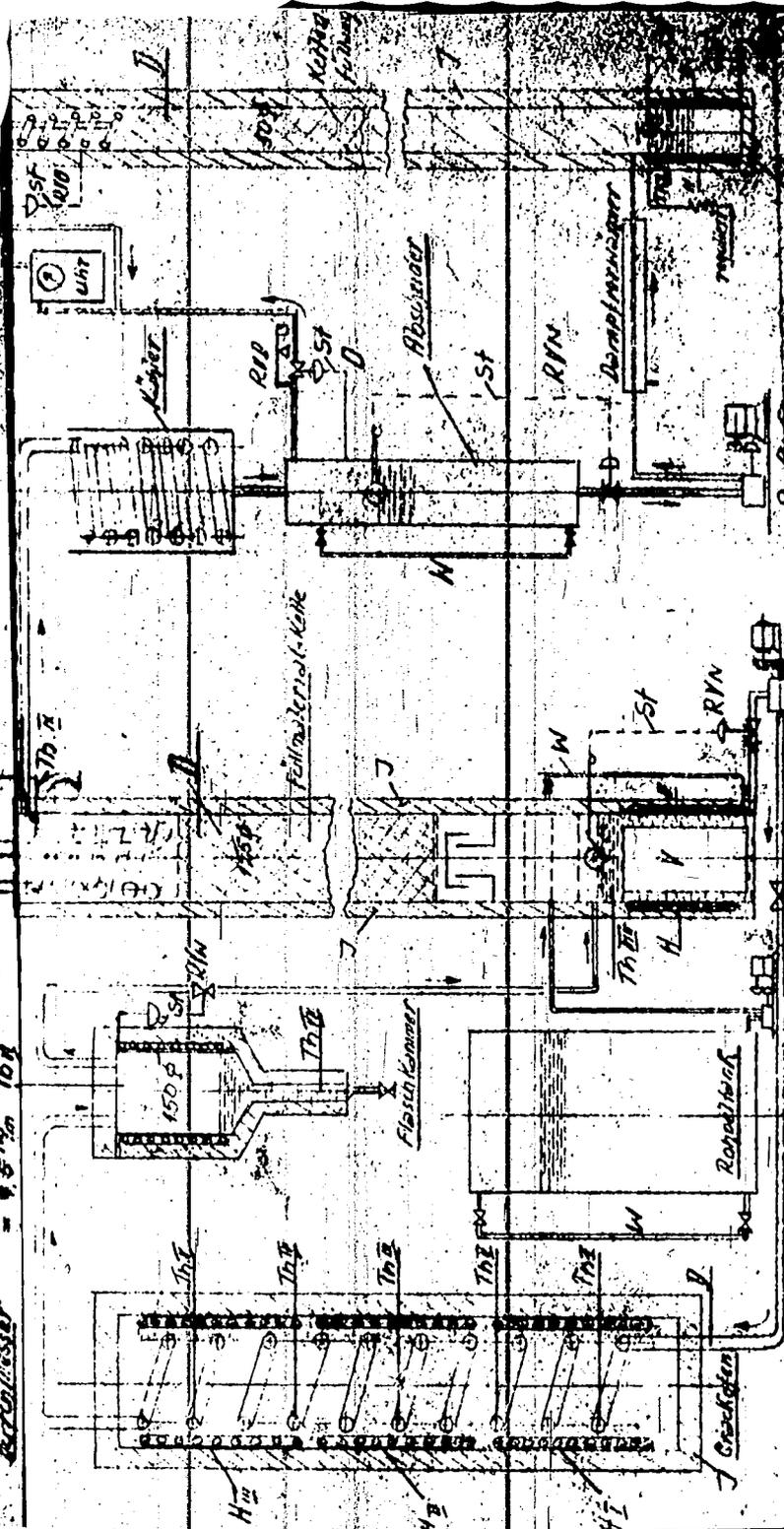
030752

Zusatz zu:												
mittl. Temp.	Vol%	D ₂₀	% Offine nach 10 Min	% Offine nach 30 Min	Wolgs- stick	mittl. Temp.	Vol%	D ₂₀	% Offine nach 10 Min	% Offine nach 30 Min	Wolgs- stick	
			I c						III b			
36,8	10,0	0,632	-	-		40	10,0	0,628	67	61	71	
52,0	27,1	0,657	-	-		58	26,3	0,647	67	63	78	
73,5	43,8	0,685	84			78	39,5	0,675	72	66	87	
95,5	60,0	0,708	80			98	50,2	0,702	71	61	96	
112,0	77,3	0,724	83			118	62,4	0,719	69	52	105	
135,0	94,3	0,734	72			138	75,5	0,732	67	44	117	
155,0	98,5	0,755	59			154	94,0	0,739	57	32	130	
			I f				154	97,5	0,752	43	27	137
40,8	10,0	0,638	87	74	69	60	49,8	0,663	IV a			
61,5	24,7	0,657	92	88	78	81	70,9	0,697				
80,8	39,3	0,683	92	78	87	100	88,4	0,713				
100,5	52,7	0,700	90	72	96	120	94,1	0,727				
120,5	66,0	0,719	88	52	107	132	97,6	0,748				
140,5	78,7	0,730	82	40	118				IV c			
160,5	92,2	0,738	70	26	132	40,7	10,0	0,643	88	78	72	
180,5	100,0	0,753	58	25	139	60,5	27,3	0,655	88	88	78	
			II c				81,0	47,3	0,680	87	84	87
35,8	10,0	0,622	73	71	69	100,5	56,1	0,702	83	80	87	
55,0	22,5	0,647	81	68	77	120,5	74,5	0,713	73	53	108	
76,0	34,2	0,673	81	63	86	140,5	91,1	0,722	53	32	127	
95,0	48,8	0,696	82	50	95	140,5	98,0	0,732	33	26	132	
116,0	63,3	0,715	61	35	104				V c			
135,0	78,2	0,727	77	30	116	49	25,0	0,652	91	86	78	
155,0	90,1	0,738	67	25	129	81	35,1	0,685	96	66	82	
185,0	98,7	0,748	53	18	143	100	41,6	0,712	91	40	102	
			III a				120	47,6	0,726	82	36	112
35	-	0,628				140	56,6	0,732	89	32	125	
47	-	0,648				159	66,7	0,742	79	17	138	
67	-	0,674				179	81,4	0,748	65	13	151	
87	-	0,698				202	92,4	0,757	49	10	170	
107	-	0,719							VI b			
127	-	0,733				43	10,0	0,630	89	77	71	
143	-	0,741				63	18,3	0,660	91	84	80	
163	-	0,748				83	27,8	0,683	93	75	88	
						103	37,8	0,703	93	61	99	
						123	45,1	0,716	89	46	109	
						143	52,5	0,729	87	42	121	
						164	63,3	0,738	83	34	134	
						183	76,8	0,747	71	31	148	
						203	92,1	0,754	61	28	163	
						223	98,7	0,760	5	26	187	

000753

Anzahl der Rohre = 24
 Länge = 102,0 cm
 Durchmesser = 0,5 cm

Kühlöl RPT



- RPT = Regulator, temperaturgesteuert
- RIP = Druck gesteuert
- RIN = Niveau gesteuert
- H = Steuerleitung
- Th = Herzwiderstand
- J = Thermischer
- St = Steuerung
- RPT = Regulator, temperaturgesteuert
- RIP = Druck gesteuert
- RIN = Niveau gesteuert
- H = Herzwiderstand
- Th = Thermischer
- St = Steuerung
- RPT = Regulator, temperaturgesteuert
- RIP = Druck gesteuert
- RIN = Niveau gesteuert
- H = Herzwiderstand
- Th = Thermischer
- St = Steuerung

- J = Foliierung
- H = Venturiwiderstand
- M = Messerwiderstand
- D = Mengenschreiber
- R = Elektromotor
- P = Druckschreiber

Versuchsanlage KierSide, zu Bericht vom 28. 11.

Gruppe	III			IV			V			VI					
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
Verfäsh	60/1	60/2	60/3	60/4	60/5	60/6	60/7	60/8	60/9	60/10	60/11	60/12	60/13	60/14	60/15
Bezeichnung	60/1	60/2	60/3	60/4	60/5	60/6	60/7	60/8	60/9	60/10	60/11	60/12	60/13	60/14	60/15
Ausgangspunkt	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°
Stablagern	143	178	182	217	221	221	240	249	258	268	275	286	291	291	291
5%	178	182	217	221	221	240	249	258	268	275	286	291	291	291	291
10%	217	221	221	240	249	258	268	275	286	291	291	291	291	291	291
20%	240	249	258	268	275	286	291	291	291	291	291	291	291	291	291
30%	268	275	286	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
40%	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
50%	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
60%	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
70%	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
80%	300	357	378	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386
90%	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386
95%	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386	386
Stoffsch	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Verlust	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Dp	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178
Chemik-Effektor	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81	12,81
Crackbestimmungen															
Druck	1,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Temperatur	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
14°-Einsatz p.Sid.	21,9	23,2	23,0	23,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
Umsatz bei ein- maliger Durchgang	11,9	13,7	15,7	17,6	16,4	15,5	14,6	13,7	12,7	11,6	10,4	9,2	8,1	7,1	6,1
Ausgaben															
Geß stabiles Benzol	56,4	58,8	61,0	62,0	61,0	60,5	59,1	57,6	55,7	54,0	52,2	50,3	48,4	46,5	44,6
Geß Gas	44,9	41,5	36,7	31,5	34,4	40,5	41,4	30,1	25,2	28,4	27,8	28,8	29,1	29,1	29,1
"Error"	+1,3	-0,3	-0,6	-0,5	+0,4	+1,0	+0,5	-0,7	-0,1	+1,4	+0,9	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5
Geß C ₁₀ -C ₁₂ -Kohlen- wasserstoffe in Gas															
Geß C ₁₀ -C ₁₂ -Ulfra- in Gas bezogen auf den Einsatz															
Geß stabiles Benzol • Kondensierbar															
Geß Gas über C ₁₀ -C ₁₂ Kohlenwasserstoffe															
Geß Kondensierbar von Gesamtbenzol															

000754

← wie 60/72

← wie 60/11

→ wie 60/11

→ wie 60/11

← wie 60/11

Gruppe	I				II				III				V				VI							
	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
Bezeichnung	60/1	60/2	60/3	60/4	60/1	60/2	60/3	60/4	60/1	60/2	60/3	60/4	60/1	60/2	60/3	60/4	60/1	60/2	60/3	60/4	60/1	60/2	60/3	60/4
Stahlbezeichnung	43	51	57	66	44	54	66	73	37	46	55	64	33	41	50	59	41	50	59	68	45	54	63	72
Stückmenge	38	49	54	64	38	49	54	64	37	46	55	64	33	41	50	59	41	50	59	68	45	54	63	72
5%	49	51	57	66	44	54	66	73	37	46	55	64	33	41	50	59	41	50	59	68	45	54	63	72
10%	54	58	63	71	58	63	71	79	46	55	64	73	41	50	59	68	54	63	72	81	58	67	76	85
20%	64	66	71	81	66	73	81	91	66	73	81	91	64	73	81	91	66	73	81	91	73	81	90	99
30%	73	74	77	87	73	85	91	102	77	87	94	105	74	84	94	105	74	84	94	105	80	90	100	110
40%	81	83	87	98	81	94	102	114	88	98	108	120	84	94	105	117	84	94	105	117	90	100	110	120
50%	88	92	98	110	94	108	117	131	94	108	117	131	94	108	117	131	94	108	117	131	98	108	118	128
60%	95	102	107	117	102	117	124	138	102	117	124	138	102	117	124	138	102	117	124	138	105	115	125	135
70%	104	113	117	128	112	128	134	148	112	128	134	148	112	128	134	148	112	128	134	148	114	124	134	144
80%	115	124	127	140	120	137	144	158	120	137	144	158	120	137	144	158	120	137	144	158	122	132	142	152
90%	129	139	140	153	134	145	152	166	134	145	152	166	134	145	152	166	134	145	152	166	138	148	158	168
95%	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	150	160	170	180
Korr. 95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stoßzahl	157	159	156	168	157	166	171	185	157	166	171	185	157	166	171	185	157	166	171	185	157	166	171	185
% Verlust	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,0	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
U ₂₀	0,88	0,86	0,70	0,70	0,88	0,74	0,74	0,70	0,88	0,74	0,74	0,70	0,88	0,74	0,74	0,70	0,88	0,74	0,74	0,70	0,88	0,74	0,74	0,70
bei Druck	0,85	0,81	0,82	0,82	0,85	0,75	0,75	0,70	0,85	0,75	0,75	0,70	0,85	0,75	0,75	0,70	0,85	0,75	0,75	0,70	0,85	0,75	0,75	0,70
U ₂ anzahl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erweichung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mittlere Weichheit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% Öffnung nach	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erweichung	86	88	73	68	86	85	66	72	86	85	66	72	86	85	66	72	86	85	66	72	86	85	66	72
% Öffnung nach	77	-	70	-	77	86	66	91	77	86	66	91	77	86	66	91	77	86	66	91	77	86	66	91
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178
Erweichung	147	151	151	169	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178	146	158	164	178				