

Fragen der Entwicklung der Petrochemie in den Leuna-Werken

VON WOLFGANG SCHIRMER

Mit 4 Abbildungen

Festvortrag zur 550-Jahrfeier der Universität Leipzig

Mit besonderer Freude überbringe ich den Teilnehmern dieses festlichen chemischen Symposiums die herzlichsten Grüße der Werk-tätigen und der Leitung des Leuna-Werkes „Walter Ulbricht“. Unsere traditionsreichen, engen wissenschaftlichen Beziehungen zu den Chemischen Instituten der Karl-Marx-Universität Leipzig haben unserem Werk in den vergangenen Jahren bei der Lösung vieler Probleme geholfen. Wir hoffen, daß unsere Zusammenarbeit auch in Zukunft reiche Früchte tragen möge.

Wenn ich heute als Werkdirektor zu Ihnen sprechen darf, so werde ich mir erlauben, neben wissenschaftlichen und technischen Fragen vor allem auch ökonomische Probleme aufzuwerfen, da diese ja von großer Bedeutung für technologische Entscheidungen sind.

Die Entwicklung der Petrochemie in der Welt

Die Förderung von Erdöl hat in der ganzen Welt im letzten Jahrzehnt eine stark steigende Tendenz aufzuweisen. Während 1936 ~246 Mio t gefördert wurden und 1953 650 Mio t anfielen, war die Zahl 1958 bereits auf ~905 Mio t gestiegen.

Die Produktion an Erdöl in der Sowjetunion erhöhte sich von 1955 von 71 Mio t auf 113 Mio t im Jahre 1958.

Die sicher errechnete Erdölreserve beträgt zur Zeit etwa 13 Milld. t. Ständig kommen neue Funde von Lagerstätten hinzu.

Zweifelloos ist dieser außerordentliche Anstieg der Erdölherzeugung auf den ständig steigenden Bedarf an flüssigen Brennstoffen für Verbrennungsmotoren zurückzuführen. Neben dieser Verwendung, die vor allem die kalorischen Eigenschaften des Erdöls und seiner Inhaltsstoffe, wenn auch in chemisch veredelter Form, zum Inhalt hat, ist aber auch der Einsatz von Erdöl und Erdölprodukten als chemischer Rohstoff in

den letzten Jahrzehnten stark gestiegen. Während im Jahre 1936 in den USA z. B. rund 100 000 t sogenannte Petrolchemikalien erzeugt wurden, belief sich die Menge im Jahre 1958 bereits auf rund 20 Mio t. Die Mengenangabe schwankt ziemlich stark je nach dem Umfang der Produkte, die man zur Kategorie der Petrolchemikalien zählen will.

Die Gesamtproduktion an Äthylen stieg im letzten Jahrzehnt von 680 000 t (1950) auf $\sim 2,0$ Mio t. Von dieser Produktion wurde der weitest- aus größte Teil aus Erdöl hergestellt.

Auch die Erzeugung von aromatischen Kohlenwasserstoffen, für die vor 20–30 Jahren noch Steinkohlenteer die dominierende Rohstoff- quelle zu sein schien, entwickelte sich im letzten Jahrzehnt in den USA unter Ausnutzung des Rohstoffs Erdöl von 386 000 t auf rund 1,5 Mio t. In dieser Entwicklung haben die USA als das Land, das zuerst mit einer weitgehenden Ausbeutung seiner Erdölvorräte begonnen hat, zur Zeit noch einen erheblichen Vorsprung.

In der Sowjetunion ist in den letzten Jahren eine stürmische Auf- wärtsentwicklung der Produktion an Chemikalien, die Erdöl als Roh- stoff verwenden, zu beobachten.

Rückstände in der Entwicklung der Petrolchemie in beiden deutschen Staaten und die Gründe hierfür

In Deutschland, und das gilt für beide deutsche Staaten, muß man im Vergleich zu dem hohen Stand der Entwicklung anderer Industrie- zweige von einem erheblichen Rückstand auf dem Gebiet der Petrol- chemie sprechen.

Wenn auch in der Bundesrepublik in den letzten Jahren in stei- gendem Maße Anlagen zur Erzeugung von Chemikalien aus Erdöl in Betrieb genommen wurden, so ist der Einsatz von rund 200 000 t Erdöl für die chemische Veredlung noch unbefriedigend. Diese Produktion entspricht nur etwa 10% der Produktion von Erdölchemikalien der anderen westeuropäischen Staaten.

In noch stärkerem Maße ist dieser Rückstand in der Deutschen De- mokratischen Republik zu verzeichnen. Hier können wir von einer modernen Petrolchemie zur Zeit noch gar nicht sprechen. Zwar haben wir bereits in den letzten Jahren versucht, vorhandene Hydrieranlagen auf den Einsatz von Erdöl umzustellen, was uns z. B. in Leuna mit beacht- lichem Erfolg gelungen ist, aber wir sind uns klar darüber, daß der gegen- wärtige Zustand ein Provisorium darstellt, das den gegebenen Ver- arbeitungsmöglichkeiten des Erdöls nicht gerecht wird.

Erst die Aufgabenstellung unseres Siebenjahrplanes, der vor wenigen Tagen von der Volkskammer beschlossen wurde, sieht den Ausbau einer

modernen Petrochemie vor, so daß wir bis zum Jahre 1965 den auf diesem Gebiet bestehenden Rückstand zu einem beträchtlichen Teil aufholen werden.

Wie ist die Situation in Deutschland, einem Land, in dem die chemische Industrie stets eine starke Rolle spielte, zu erklären?

Der gegenwärtige Zustand hat vor allem historische, aber auch technische und ökonomische Ursachen. Deutschland war von jeher das Land, das seinen Energiebedarf in großem Umfange auf der Basis von Steinkohle und Braunkohle deckte. In der Braunkohlenerzeugung stehen wir mit der Produktion von über 200 Mio t heute in der Deutschen Demokratischen Republik an der Spitze aller Länder. Die frühzeitig entwickelte chemische Industrie konnte sich daher schon zum Teil vor dem ersten Weltkrieg eingehend mit der chemischen Veredlung der Inhaltsstoffe von Steinkohlen und Braunkohlen befassen.

Die chemische Industrie Westdeutschlands baute sich zu einem wesentlichen Teil auf dem Einsatz von Steinkohlenteeren und Abgasen, die bei der Steinkohlenschwelung entstehen, auf.

Im Gebiet Halle—Leipzig wurden besonders nach dem ersten Weltkrieg in steigendem Maße Braunkohle und Braunkohlenschwelprodukte für die chemische Industrie eingesetzt; Schwelereien entstanden.

In den Jahren 1926 und 1927 begann man, in Leuna das BERGIUS-Hydrier-Verfahren anzuwenden. Obwohl die Entwicklung dieses Verfahrens riesige Schwierigkeiten bereitete, wurde es unter Anspannung aller zur Verfügung stehenden Forschungsmittel bis zum Jahre 1930 einer technischen Lösung zugeführt. In den dreißiger Jahren bildeten sich dann weitere Anwendungsgebiete der Braunkohlenchemie heraus.

Phenole, längerkettige Kohlenwasserstoffe (feste und flüssige Paraffine), die gesamte Synthesegaswirtschaft, das in Schwarzheide angewandte FISCHER-TROPSCH-Verfahren und zahlreiche andere Prozesse bauten sich auf der Braunkohle als chemischem Rohstoff auf.

Deutschland hatte bei Ausbruch des zweiten Weltkrieges eine Spitzenstellung in der chemischen Verwertung der Braunkohle erreicht. Der niedrige Preis der Braunkohle gestattete zum damaligen Zeitpunkt sogar noch, zu erklären, daß die aus Braunkohle hergestellten Produkte auch gegenüber der damals aufkommenden petrochemischen Veredlung konkurrenzfähig seien.

Neben der Veredlung der Braunkohle war es vor allen Dingen die Entwicklung der Carbid-Chemie, die den Ausbau einer eigenen Petrochemie in Deutschland überflüssig zu machen schien. Auch auf diesem Gebiet besaß die deutsche Chemie Weltgeltung, und heute befinden sich auf dem Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik die modernsten

Anlagen zur Erzeugung von Calcium-Carbid. Das auf diese Weise gewonnene Acetylen ist zwar mit einem erheblichen Aufwand an Elektroenergie und wertvollen Steinkohlenkokses erkaufte worden, es stellt aber als reaktionsfreudige Verbindung einen so wertvollen Rohstoff dar, daß man mit seiner Hilfe eine große Zahl von Folgereaktionen aufbauen kann, die Deutschland vor dem zweiten Weltkrieg — und uns auch heute noch — mit einem großen Sortiment chemischer Verbindungen versorgt. Vom Acetaldehyd über Essigsäure und Acetate reicht die Palette dieser Stoffe bis zu den Produkten der Kautschuksynthese und der sogenannten REPPE-Chemie.

Neben diesen technisch-ökonomischen Gesichtspunkten spielten auch ausgesprochen politische Fragen eine Rolle. In der Zeit der Naziherrschaft in Deutschland wurden die Verfahren zur Gewinnung von Benzin, Dieselkraftstoffen, Schmierölen und anderen organischen Grundstoffen aus einheimischer Braunkohle sowie die von 1936 bis 1938 aufgebaute Synthese von Buna-Kautschuk mit dem ausdrücklichen Ziel eingeführt, auf diesem Gebiet der Wirtschaft von Rohstoffeinfuhren aus dem Ausland unabhängig zu werden und eine Autarkie zu erreichen. Das war im Hinblick auf die von Hitler betriebenen Kriegsvorbereitungen von großer politischer Bedeutung und entsprach völlig der imperialistischen Politik des deutschen Monopolkapitals, weshalb die damaligen Konzerne diese Entwicklung systematisch förderten. Da aber zu diesem Zeitpunkt die Erdölförderung Deutschlands weniger als 1 Mio t pro Jahr betrug und keineswegs für die Versorgung des riesigen Wehrmachtsapparates und der zivilen Wirtschaft ausreichte, war man auf den weitgehenden Einsatz der vorhandenen Kohlenvorräte angewiesen.

So sind also insgesamt 4 Faktoren, die die Entwicklung der Petrochemie in Deutschland behinderten:

1. Die Autarkiebestrebungen der Epoche zwischen dem ersten und dem zweiten Weltkrieg, besonders während der Zeit der Herrschaft des Nationalsozialismus.
2. Die geringe Förderung an eigenem Erdöl bis zum zweiten Weltkrieg.
3. Der hohe Stand der chemischen Veredlung der Steinkohle und Braunkohle.
4. Der weitgehende Ausbau der Carbid-Chemie.

Die geplante Entwicklung der Petrochemie in der Deutschen Demokratischen Republik

Heute hat sich die Lage grundlegend geändert. In der Deutschen Demokratischen Republik, dem deutschen Staat, der eng und freund-

schaftlich mit den Ländern des Sozialismus zusammenarbeitet, ist selbstverständlich kein Raum mehr für eine Wirtschaftspolitik, die aus strategischen Gründen auf Selbstversorgung an Rohstoffen hinzielt. Durch langfristige Handelsabkommen mit der Sowjetunion werden wir in steigendem Maße mit Erdöl versorgt. Der gegenwärtige Import von rund 1,5 Mio t Erdöl pro Jahr wird bis auf 5 Mio t Erdöl im Jahre 1965 ansteigen

Zweifellos wird auch in Zukunft unser Hauptenergieträger und ein wichtiger chemischer Rohstoff die Braunkohle sein. In dem im Siebenjahrplan beschlossenen Ausbau der Carbid-Fabriken kommt weiterhin zum Ausdruck, daß wir der Gewinnung von Acetylen aus Carbid auch in Zukunft große Bedeutung beimessen werden. Es hat sich aber inzwischen auch bei uns die Erkenntnis durchgesetzt, daß die Deutsche Demokratische Republik bei der Entwicklung der Petrochemie in der Welt keine Ausnahme spielen kann. In der Bundesrepublik wurden die Maßnahmen zur verstärkten Förderung von Erdöl so systematisch betrieben, daß heute bereits über 4 Mio t pro Jahr gefördert werden.

Wenn auch bei uns von einer Förderung an Erdöl zur Zeit noch keine Rede sein kann, so haben wir doch inzwischen alle wissenschaftlichen und technischen Voraussetzungen für eine eingehende geologische Erkundung geschaffen, so daß wir mit großer Wahrscheinlichkeit auch Erdöl finden werden, zumal zwei Drittel unseres Gebietes erdölhoffige Struktur haben.

Um den ökonomischen Beweis dafür anzutreten, daß sich bei uns auch die Petrochemie rentiert, teile ich Ihnen in Tab. 1 eine kurze Gegenüberstellung der Kosten für die Erzeugung von Äthylen mit.

Die Berechnung erfolgte einmal für das Verfahren, Äthylen durch partielle Hy-

drierung aus Carbid-Acetylen zu gewinnen, zum zweiten sind die Kosten für die Gewinnung von Äthylen aus Äthan, das bei der Hydrierung von Braunkohle anfällt, angegeben und zum dritten die Herstellungskosten von Äthylen nach einer von uns im Laufe des Siebenjahrplanes zu er-

Tabelle 1
Kostenvergleich: Äthylen aus Carbid, Äthan und modernen Spaltverfahren (DM/t Äthylen)

	Carbid	Äthan	Modernes Spaltverfahren
1. Grundmaterial	490	540	900
2. Löhne	60	110	10
3. Energien	460	150	190
4. Indirekte Grundkosten	130	350	160
5. Gemeinkosten	170	140	90
Summe 1 bis 5	1310	1290	1350
6. Nebenprodukte	-110	-220	-580
	1200	1070	770

richtenden Anlage, die Erdölfractionen als Rohstoff einsetzt. Sie erkennen, daß das letzte Verfahren unter unseren Bedingungen das rentabelste ist.

Weiterhin möchte ich zu einem ökonomischen Vergleich die Gewinnung von Phenol heranziehen, und zwar

- a) aus Braunkohlenteer,
- b) nach dem sogenannten Cumolverfahren.

Dieser Kostenvergleich scheint zunächst für das synthetische Phenol ungünstig zu sein. Ich möchte aber darauf hinweisen, daß das Phenol

Tabelle 2
Kostenvergleich Phenol aus Braunkohle
und Cumolverfahren

	Phenol aus Braunkohle (Leuna- verfahren)	Phenol aus Cumol- verfahren
1. Grundmaterial	2550 DM/t	1520 DM/t
2. Energien	70 DM/t	90 DM/t
3. Grundlöhne und Zuschläge	30 DM/t	20 DM/t
4. Indirekte Grund- kosten	140 DM/t	180 DM/t
5. Gemeinkosten	60 DM/t	70 DM/t
	2850 DM/t	1880 DM/t
6. Nebenprodukte	-1840 DM/t	-720 DM/t
	1010 DM/t	1160 DM/t

Tabelle 3
Butadien Kostenvergleich Carbid-Butan-
verfahren

	aus Carbid	aus Butan
1. Grundmaterial	750 DM/t	470 DM/t
2. Energien	780 DM/t	120 DM/t
3. Löhne für Pro- duktion	110 DM/t	50 DM/t
4. Betriebskosten	550 DM/t	230 DM/t
5. Gemeinkosten	360 DM/t	50 DM/t
	2550 DM/t	920 DM/t
6. Nebenprodukte	-940 DM/t	
	1610 DM/t	920 DM/t

aus Braunkohle infolge der außerordentlich günstigen Braunkohlenpreise eine besonders niedrige Bewertung erfahren kann, während die Berechnung der Werte des Cumolverfahrens unter Bedingungen erfolgte, die noch nicht zu den günstigsten gezählt werden können. Es ist daher durchaus zu erwarten, daß in Zukunft auch für das synthetische Phenol eine noch günstigere Kostenbilanz aufgestellt werden kann.

Auch die Gewinnung von Butadien würde sich verbilligen lassen, wenn wir diesen Rohstoff der Kautschuksynthese durch Dehydrierung von Butan gewinnen würden anstatt über den heute noch großtechnisch ausgeübten Weg, über das Butylen-Glykol.

Weitere Wirtschaftlichkeitsberechnungen ergeben, daß wir auch günstige Bedingungen für die Gewinnung von reinen Aromaten aus Erdöl besitzen. Wenn

sich hier auch z. B. für die Erzeugung von reinem Benzol gegenüber den bisherigen Gewinnungsverfahren keine niedrigeren Selbstkosten ergeben, so muß doch beachtet werden, daß der Bedarf an Benzol in den nächsten Jahren sehr stark ansteigen wird und keineswegs mehr aus Steinkohlen oder Braunkohlenteeren gedeckt werden kann, so daß wir zwangsläufig auf die Gewinnung von aromatischen Kohlenwasserstoffen aus Erdöl angewiesen sind.

Selbstverständlich bedeuten die Angaben, was die Gewinnung der Produkte aus Erdöl anbelangt, zur Zeit noch Schätzwerte, die mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind, da wir bisher noch keine großtechnischen Verfahren dieser Art haben. Die Rechnung wurde aber so aufgemacht, daß wir eher Veränderungen im günstigen Sinne erwarten dürfen als umgekehrt. Da die steigende Motorisierung den Verbrauch an Kraftstoffen stark ansteigen läßt und die hierfür erforderlichen Erdölverarbeitungsanlagen ohnehin gebaut werden müssen, ist es zweckmäßig, diese Produktionseinrichtungen sofort mit dem Bau von Anlagen zur Erzeugung petrochemischer Produkte zu verbinden.

Wir stellen also fest, daß auch in der Deutschen Demokratischen Republik, dem Land mit großen Traditionen auf dem Gebiet der chemischen Veredlung von Braunkohle, die Einführung petrochemischer Verfahren günstige ökonomische Resultate verspricht. Es ist daher aus volkswirtschaftlichen und technischen Überlegungen heraus unbedingt erforderlich, Verfahren der Petrochemie bei uns einzuführen. Gemäß dem zum Gesetz erhobenen Siebenjahrplan werden in den nächsten Jahren die wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiet im Leuna-Werk und im Kombinat Böhlen durchgeführt. Beide Werke tragen zunächst die Hauptlast der Entwicklung der Petrochemie, bis dann vom Ende des Siebenjahrplanes ab das Erdölverarbeitungswerk Schwedt in immer stärkerem Maße auch mit Verfahren der Petrochemie ausgerüstet wird. Da das Leuna-Werk auf dem Gebiet der Petrochemie gewisse Arbeiten seit längerer Zeit vorbereitet hat, komme ich jetzt zur Beschreibung von Verfahren und Forschungsergebnissen, wie sie bei uns erprobt wurden.

Die in Leuna durchgeführten Arbeiten und die bis 1965 geplanten Maßnahmen

1. Gewinnung von Äthylen und Propylen

Auch bei uns gehen wir zunächst daran, gasförmige Olefine zu gewinnen. So wird Äthylen im großtechnischen Maßstab benötigt für die Herstellung von Polyäthylen, Styrol, Äthylenoxyd und für chlorierte Äthanverbindungen, die als Lösungsmittel Verwendung finden.

Propylen findet Verwendung bei der Herstellung von Phenol nach dem Cumolverfahren, bei der Gewinnung von trimerem und tetramerem

Propylen für den Einsatz in Waschmitteln und Weichmachern, für die Gewinnung von Polypropylen und Epichlorhydrin.

In der DDR wird das Äthylen bisher für die Styrol-Erzeugung zum größten Teil noch durch partielle Hydrierung von Acetylen erzeugt. Dieser Weg ist jedoch unrationell und wird bis 1963 verlassen werden.

Das für andere Verwendungszwecke benötigte Äthylen wird zur Zeit in Leuna nach einem Spaltverfahren aus Äthan oder Propan gewonnen. Bei diesem Verfahren wird die erforderliche Spaltenergie durch die Beimengung von Sauerstoff gedeckt. Bei Temperaturen von 800 bis 850° und bei einem absoluten Druck von 350 bis 400 mm Quecksilbersäule erfolgt dann die Spaltung der eingesetzten gasförmigen Rohstoffe. Die Ausbeuten dieses Verfahrens betragen, bezogen auf das eingebrachte Äthan, 60–62% und, bezogen auf das eingebrachte Propan, 50–55%, wobei außerdem zu beachten ist, daß ein Kohlenstoffatom des Propans meist als Methan verlorengeht. Diese Ausbeuten sind unbefriedigend. Es ist daher unbedingt erforderlich, ein neues, großtechnisch erprobtes Äthylen-Gewinnungsverfahren einzusetzen. Um die zeitraubenden und sicherlich auch kostspieligen Versuche für die Ausbildung eines eigenen Verfahrens zu sparen, wurde beschlossen, ein Verfahren aus dem westlichen Ausland zu kaufen. Hier wurden in den letzten Jahren großtechnische Anlagen zur Erzeugung von Äthylen entwickelt, die kontinuierlich und rationell arbeiten.

Maßgebend für die Wahl der Verfahren waren folgende Gesichtspunkte:

1. Das Verfahren muß in Einheiten von mindestens 20 000 t/jahr Leistung technologisch gut ausgebildet sein, hohe Betriebslaufzeiten aufweisen und keinen erheblichen Aufwand an Reparaturen verursachen.

2. Da für die Äthylenerzeugung in der DDR leider nichtgasförmige Paraffinkohlenwasserstoffe oder leichtflüssiges Gasbenzin zur Verfügung stehen (das importierte Erdöl wird entgast angeliefert), muß das Verfahren den Einsatz von Benzinfraktionen, die im Bereich bis 180° sieden, ermöglichen. Der Einsatz schwerer Fraktionen kommt wegen der verstärkten Gefahr der Kohlenstoffabscheidung und der damit verbundenen geringen Laufzeiten der Aggregate nicht in Frage.

3. Da bei dem Spaltprozeß zwangsläufig Aromaten anfallen, auf deren Gewinnung ebenfalls großer Wert gelegt werden muß, ist das auszuwählende Verfahren auch auf den Anfall dieses ursprünglich als Nebenprodukt angesehenen Kondensats hin zu untersuchen.

Die Verfahren ergeben ein Gas, das etwa im Durchschnitt 22–30% Äthylen, 10–12% Propylen und 3–4% Butylene enthält. Unter den flüssigen Produkten, die 32–40% der Gesamtmenge der Erzeugnisse

ausmachen, ist ein Anfall von 4–8% des Gesamteinsatzes an Benzol und weiteren 5–10% an Toluol und Xylole bemerkenswert.

Ein Kostenvergleich der nach diesen Verfahren zu gewinnenden Produkte ergibt unter unseren Bedingungen nahezu Gleichwertigkeit.

Es ist ersichtlich, daß der Selbstkostenpreis des Äthylens in großem Umfang von Gutschriften für die gewinnbaren Aromaten abhängt.

Die Aufarbeitung der Spaltgase erfolgt in bekannten Luftzerlegungsanlagen. Es ist dabei nicht unbedingt erforderlich, daß z. B. für den Einsatz des Propylens die Trennung der Propan–Propylen-Fractionen vorgenommen wird.

Die derzeitige Produktion von rund 6000 t Äthylen in Leuna muß sehr schnell gesteigert werden. Sie soll bereits im Jahre 1962 30000 t betragen und wird bis zum Ende des Siebenjahrplanes auf insgesamt 100000 t gebracht werden. Damit wird das vorstehend genannte Verfahren zu einem wichtigen Verbraucher von Benzinfraktionen, die über Erdöl gewonnen wurden, werden doch immerhin für die geplante Jahresproduktion rund 350000 t Benzin eingesetzt werden müssen. Die Möglichkeit, hierbei gleichzeitig Propylen und aromatische Kohlenwasserstoffe gewinnen zu können, gibt diesem Verfahren jedoch eine Wirtschaftlichkeit, die uns in Verbindung mit der hohen Produktivität die Verwirklichung dieser Aufgabe als vordringlich erscheinen läßt.

Versuchsweise wird in unserem Werk das Problem der Dehydrierung von n-Butan zu Butadien bearbeitet. Die Gewinnung von Butadien auf diesem Wege hat gegenüber dem bisher in der Technik durchgeführten Verfahren den großen Vorteil, daß das Endprodukt unter unseren gegenwärtigen Bedingungen zu einem Preis geliefert werden kann, der nur rund 60% des gegenwärtigen Selbstkostenpreises beträgt (s. Tab. 3). Die Dehydrierung von n-Butan zu Butadien verläuft in zwei Stufen, während das Verfahren, das vom Acetylen ausgehend über Acetaldehyd, Aldol und Butylenglykol zu Butadien führt, vier Stufen aufweist.

2. Arbeiten zur Gewinnung von Butadien aus Butan

Die Gewinnung von n-Butan aus dem Gemisch der in der Petrochemie anfallenden gasförmigen Paraffin–Kohlenwasserstoffe, besonders die Abtrennung des Isobutans, ist großtechnisch bereits gelöst und dürfte keine Schwierigkeiten bereiten.

Wenn wir allein in Leuna die Abgabe flüssiger Gase für den Antrieb von Kraftfahrzeugen einstellen würden, könnten wir entsprechend der bei uns vorgesehenen Produktionsentwicklung allein in den Jahren bis 1965 etwa eine Produktion von 80000 t n-Butan zur Verfügung stellen.

Nach unseren Versuchen ist es auch heute noch zweckmäßig, die Dehydrierung von n-Butan in zwei Stufen vorzunehmen. Die erste Stufe, die Abspaltung von zwei Wasserstoffatomen zu n-Buten, geschieht über einem Aluminium—Chromoxyd-Kontakt bei Temperaturen von 570°. Der Umsatz beträgt bei einmaligem Durchgang 26%, die Ausbeute über 90%.

Das zu dehydrierende Gas muß in trockenem Zustand eingesetzt werden. Die Trennung der n-Butene vom n-Butan erfolgt in einer Waschanlage, die mit einem Aceton—Wasser-Gemisch arbeitet. Die technische Beherrschung dieser Stufe dürfte ausreichend gesichert sein.

Die Dehydrierung der n-Butene zu Butadien, die zweite Stufe des Verfahrens, erfolgt über Calciumnickelphosphat-Katalysatoren bei einer Temperatur von $>600^\circ$ in Gegenwart eines großen Überschusses von Wasserdampf. Der Umsatz beträgt bei dieser Stufe 30%, die Gesamtausbeute 80%.

Unsere Versuchsgruppe unter Leitung von Herrn Dr. SMEYKAL nimmt die Dehydrierung jetzt in einem Schachtofen vor, der aus einem Vorheizer und dem eigentlichen Schacht besteht. Der untere Teil des Ofens ist der Reaktor. Der Ofen arbeitet adiabatisch. Die Haltbarkeit des angewandten Katalysators ist entscheidend für die Einsatzfähigkeit des Verfahrens im technischen Maßstab. Wir sind z. B. bereits auf Einsatzdauer einer Kontaktfüllung von zwei Jahren gekommen, wobei allerdings in den letzten sechs Monaten ein Nachlassen der Aktivität des Kontaktes festzustellen war. Das Verfahren kann in kurzer Zeit für die Erprobung in einer großen Pilotanlage freigegeben werden. Es dürfte für den geplanten Ausbau der Kautschuksynthese vielleicht gegen Ende des Siebenjahrplanes noch von technischem Interesse werden. Interessant ist auch, daß das Verfahren offensichtlich geeignet ist, Isopentene zu Isopren zu dehydrieren, wobei wir bisher Versuche machten, die Isopentene allerdings aus Isoamylalkohol, der uns aus der Isobutylölsynthese zur Verfügung steht, zu gewinnen. Es dürfte jedoch kein Zweifel darüber bestehen, daß hier als Rohstofflieferant auch das aus Erdöl gewonnene Pentangemisch Verwendung finden kann.

Die technische Herstellung von Isopren dürfte für die weitere Entwicklung des synthetischen Kautschuks von großer Bedeutung sein.

Die Trennung des Butadiens von n-Buten wird nach unseren Untersuchungen zweckmäßig mit Kupferlauge bei 0° vorgenommen, wobei das Butadien quantitativ absorbiert wird. Geringe Mengen von mitabsorbiertem n-Buten können durch fraktionierte Desorption in drei Stufen bei 18° , 25° und 35°C abgetrennt werden. Das erhaltene Butadien weist einen Reinheitsgrad von 99,3% auf.

Es seien nunmehr zunächst einige Anwendungsgebiete der aus dem Erdöl gewonnenen gasförmigen Olefine beschrieben, so wie sie im Leuna-Werk entweder zur Zeit bereits betrieben werden oder im Laufe der nächsten Jahre in großtechnische Nutzung genommen werden sollen.

3. Weiterverwendung des Äthylens

Das bei uns zu gewinnende Äthylen wird folgenden Einsatzmöglichkeiten zugeführt werden (geplanter Stand des Jahres 1965):

Hochdruck-Polyäthylen	29%
Niederdruck-Polyäthylen	26%
Äthylenoxyd	15%
Äthylbenzol	13%
Lösungsmittel und sonstige	17%

Es ist Ihnen bekannt, daß wir in der DDR Polyäthylen sowohl nach dem Hochdruckverfahren als auch nach dem Niederdruckverfahren gewinnen werden. Die nach beiden Verfahren hergestellten Produkte unterscheiden sich ja bekanntlich in ihren Eigenschaften. Während das Hochdruck-Polyäthylen im wesentlichen für die Gewinnung von Blas- und Flachfolien, Spritzgußartikeln und die Herstellung nach dem Extruderverfahren geeignet ist, kann das Niederdruck-Polyäthylen infolge seines weitgehend linearen Aufbaus vorwiegend für die Herstellung von Platten, für den Spritzguß und für den Oberflächenschutz nach dem Wirbelsintern und Flammenspritzen eingesetzt werden. Das Niederdruck-Polyäthylen zeichnet sich gegenüber dem nach dem Hochdruck-Verfahren hergestellten Material durch eine größere Steife und Härte und durch eine höhere thermische Belastbarkeit aus.

Wir vertreten nach eingehender Überprüfung zur Zeit die Auffassung, daß der Bedarf an Hochdruck-Polyäthylen in der DDR höher liegen wird als der an Niederdruck-Polyäthylen, und zwar etwa im Verhältnis 2:1. Deshalb ist es vorgesehen, mit aller Kraft eine Anlage zur Erzeugung von Hochdruck-Polyäthylen in Leuna aufzubauen, die mindestens eine Jahreskapazität von 25000 t bis 1964 erreichen soll. Bereits 1962 sollen 3000 t und 1963 18000 t Hochdruck-Polyäthylen erzeugt werden.

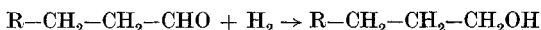
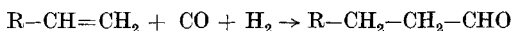
Eine Anlage zur Erzeugung von 13000 t Niederdruck-Polyäthylen ist in den Chemischen Werken Buna in Schkopau geplant und wird dort auch in den Jahren 1961 und 1962 zu produzieren beginnen. Gegen Ende des Siebenjahrplanes ist die Errichtung einer gleichgroßen Anlage für die Herstellung von Niederdruck-Polyäthylen auch in Leuna geplant.

Forschung wird auf diesem Gebiet sowohl im Buna-Werk als auch in den Leuna-Werken betrieben. Unter Beachtung einer guten Arbeits-

teilung tauschen wir unsere Arbeitsergebnisse aus. Als Standort für die Hochdruck-Polyäthylenanlage wählten wir Leuna nicht zuletzt unter Berücksichtigung der reichen technischen Erfahrungen, die unser Werk in der Anwendung von Hochdruckverfahren besitzt. Die Anlage selbst wollen wir in wesentlichen Teilen im westlichen Ausland kaufen. Es wird eine durch die Literatur bereits bekannte Produktionsanlage sein, so daß ich eine weitere Darstellung des Verfahrens unterlassen kann.

4. Die Oxosynthese

Ein weiteres Einsatzgebiet des Äthylens soll in kurzer Zeit in Leuna auf dem Gebiet der Oxosynthese geschaffen werden. Dieses Verfahren, das im Jahre 1938 von ROELEN entdeckt wurde, gelangte bereits im zweiten Weltkrieg unter anderem in Leuna zur technischen Reife. Es hat eigentlich das Ziel, längerkettige Olefine durch die Anlagerung von Kohlenoxyd und Wasserstoff nach der Gleichung



in Alkohole für die Gewinnung von Weichmachern ($\text{C}_8\text{-C}_{10}$ -Alkohole) oder für Waschmittel (C_{13} -Alkohole) zu gewinnen. Die Gewinnung der als Rohstoffe eingesetzten Olefine wird heute in Ländern, die in der Anwendung der Petrochemie bereits weit fortgeschritten sind, durch Polymerisation der bei der Erdölverarbeitung entstehenden gasförmigen Olefine Propylen und Butylen vorgenommen. Die hierbei entstehenden billigen Polymer-Benzine stellen ein gutes Ausgangsprodukt für die Gewinnung der gewünschten Olefine dar.

Als Rohstoff für Versuchs- und Pilotanlagen konnte die DDR bisher Olefine einsetzen, die durch thermische Spaltung von Paraffinen gewonnen werden. Unsere Versuchsanlage in Leuna wird mit einem Vorlaufolefin aus der Isobutylölsynthese betrieben, das 35–38% Alkohole der Kettenlänge $\text{C}_8\text{-C}_{10}$ enthält. Die hieraus hergestellten Oxoalkohole eigneten sich für die Herstellung als Weichmacher sowohl verestert mit verschiedenen Dicarbonsäuren als auch verestert mit Kresolen für den Aufbau von Mesamoll-Typen.

In Zukunft werden wir wahrscheinlich auch Olefine aus der FISCHER-TROPSCH-Synthese zur Verfügung haben. Auf dem Gebiet der Oxosynthese hat sich eine erfreuliche Zusammenarbeit mit dem von Herrn Prof. Dr. FREUND geleiteten Erdölforschungsinstitut Veszprém, Volksrepublik Ungarn, angebahnt.

Es ist jedoch offensichtlich, daß die von mir für die DDR als charakteristisch genannten Rohstoffgrundlagen für eine technische Anwendung

der Oxosynthese nicht ausreichen. Es ist deshalb geplant, den Anfall von gasförmigen Olefinen beim Aufbau der petrochemischen Anlagen in Leuna ebenfalls für die Polymerisation auszuwerten und zu Vorlaufolefinen zu kommen, deren Preis nach ersten überschlägigen Rechnungen rund 25–30% unter den derzeitigen Kosten für diese Olefine liegen dürfte.

Wenn ich vorhin sagte, daß wir das Äthylen direkt für die Oxosynthese einsetzen wollen, so entspringt dieser Wunsch dem Zwang, eine zusätzliche Herstellung für n-Propylalkohol zu finden. Dieses Produkt hat sich unter dem Namen „Optal“ als Feindesinfektionsmittel in der Medizin eine sichere Stellung erworben. Der bisherige Bedarf wurde im wesentlichen von Leuna aus dem Alkohol-Vorlauf der Isobutylölsynthese gedeckt. Da das Isobutylölverfahren aber sehr unrentabel ist, werden wir es allmählich aufgeben. Dem dringenden Bedürfnis der Medizin entsprechend müssen wir n-Propylalkohol auf einem anderen Weg, eben über eine Oxosynthese des Äthylens, herstellen.

Die von uns für 1962 in Betrieb zu nehmende Anlage zeigt Abb. 1.

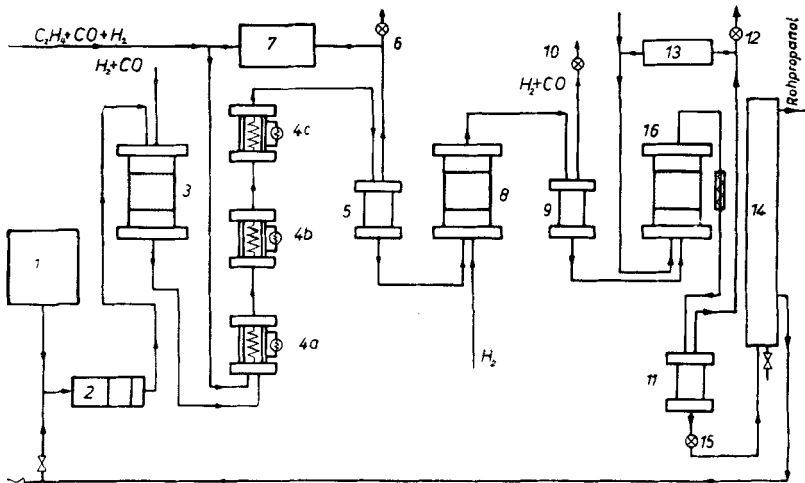


Abb. 1. Propanolsynthese aus Äthylen. 1 Vorratsbehälter für Lösungsmittel; 2 Kompressor; 3 Kobaltiseur; 4a, 4b, 4c Katalyseur; 5 Hochdruckabscheider; 6 Reduzierventil; 7 Kreislaufpumpe; 8 Entkobaltiseur; 9 Hochdruckabscheider; 10 Reduzierventil; 11 Hochdruckabscheider; 12 Reduzierventil; 13 Kreislaufpumpe; 14 Destillationskolonne; 15 Reduzierventil; 16 Hydrierreaktor

Das Verfahren selbst arbeitet bei Drucken um 200 at und einer Temperatur von 150° und verwendet Kobaltcarbonyl als Katalysator.

Der Ausbau der eigentlichen Oxosynthese ist in Leuna erst für die Jahre 1965 und 1966 vorgesehen.

Es wurde ein ökonomischer Vergleich darüber angestellt, ob die Fettalkohole, die die Oxosynthese liefern soll, nicht zweckmäßig durch Paraffin-Oxydation oder auf der Basis von 2-Äthylhexanol, das bei der Buna-Synthese anfällt, gewonnen werden sollten. Das Ergebnis dieser Untersuchung weist die Rentabilität des Oxo-Verfahrens unter den gegenwärtig bestehenden ökonomischen Bedingungen nach.

5. Die Gewinnung von Phenol durch das Cumol-Verfahren

Ein technisch höchst bedeutungsvolles Einsatzgebiet für Propylen ist die Cumol-Synthese. Die DDR erzeugte bisher das für zahlreiche chemische Reaktionen benötigte Phenol im wesentlichen aus den Schwelteen der Braunkohleverarbeitung. Die hierbei anfallenden Rohsäuren wurden zum überwiegenden Teil in Leuna aufgearbeitet.

Die Entwicklung der Produktion an Reinphenol zeigt folgende Tabelle:

1940	800 t
1950	6 500 t
1956	14 900 t
1960	~18 000 t (Plan)
1965	~50 000 t (Plan)

Da in den Rohsäuren ebenfalls erhebliche Mengen an Kresolen und Xylenolen enthalten sind, ist die Phenolgewinnung mit der Produktion dieser ebenfalls wichtigen Rohstoffe begleitet. Der Bedarf an Phenol steigt aber in der DDR im Laufe des Siebenjahrplanes stürmisch an. Diese Mengen können unter keinen Umständen mehr durch Destillieren von Rohsäure gebracht werden, da weder das Braunkohlenertrag noch die Schwelkapazitäten der DDR eine solche Ausweitung der Rohsäuregewinnung gestatten. Da Steinkohlenteer nicht zur Verfügung steht, bleibt weiter nichts übrig, als das Phenol auf synthetischem Wege unter den zur Auswahl stehenden Verfahren (1. RASCHIG-Verfahren, 2. Verseifung von Chlorbenzol, 3. Alkalischemelze von Benzolsulfosäure, 4. Cumol-Verfahren) zu gewinnen.

Wir entschieden uns für das Cumol-Verfahren, und zwar aus folgendem Grund:

1. Das Cumol-Verfahren liefert ein sehr reines Phenol, das z. B. für den Einsatz in der Caprolactamproduktion hervorragend geeignet ist.

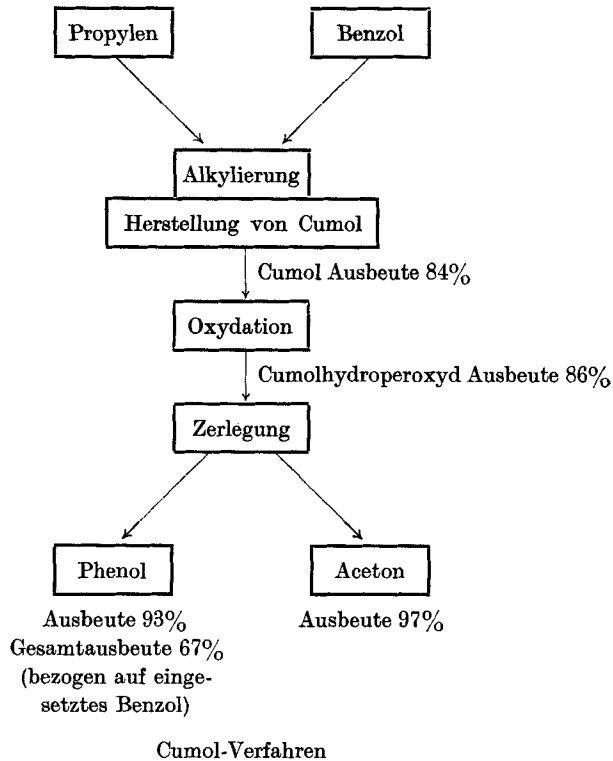
2. Es ist apparativ verhältnismäßig einfach zu beherrschen und zeigt nur mit Ausnahme der Peroxydstufe keine wesentlichen technologischen Schwierigkeiten.

3. Das Verfahren läuft seit Jahren im technischen Maßstab in der Sowjetunion. Die technischen Dokumentationen und ein eingehender

Erfahrungsaustausch wurden uns durch die Sowjetunion dankenswerterweise übergeben.

4. Bei dem Verfahren fällt Aceton an, das in der weiteren Entwicklung ebenfalls dringend benötigt wird.

Da als Rohstoffe für dieses Verfahren, dessen einzelne Stufen folgende Darstellung zeigt,



Benzol und Propylen vorgesehen sind, die im Leuna-Werk zur Verfügung stehen werden, wurde beschlossen, als Standort für das neue Verfahren das Leuna-Werk auszuwählen. Maßgebend für den Standort war unter anderem auch, daß Leuna bereits über ausreichende Reinigungsanlagen für die Rückgewinnung des Phenols aus betrieblichen Abwässern verfügt, die an einem anderen Ort mit größerem Kostenaufwand hätten neu gebaut werden müssen. Das Cumol-Verfahren kann also infolge der hierbei eingesetzten Rohstoffe ebenfalls als ein Verfahren der Petrochemie bezeichnet werden. Ein Fließschema des Verfahrens ist in Abb. 2 dargestellt.

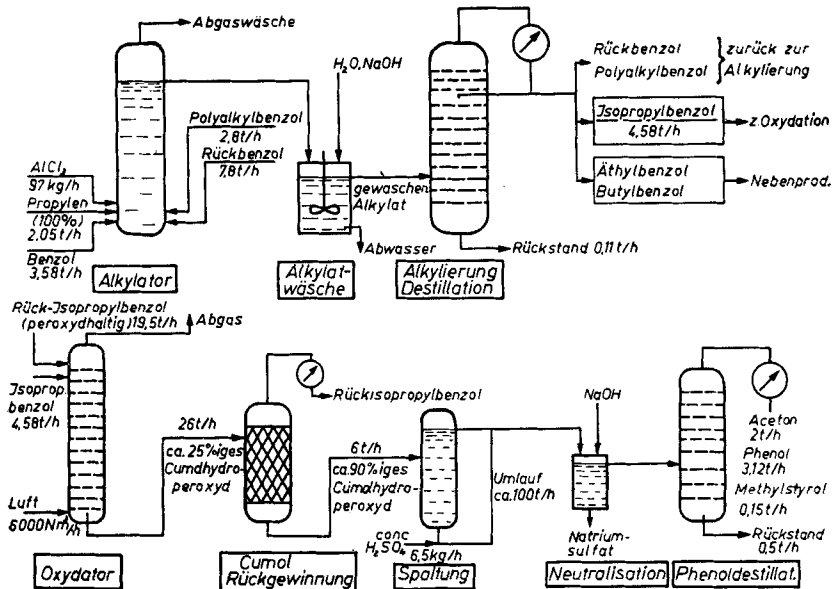


Abb. 2. Fließschema einer Cumol-Phenol-Syntheseanlage

6. Die Gewinnung von aromatenhaltigen Benzinfractionen

Die Gewinnung von aromatischen Kohlenwasserstoffen erlangt für die Wirtschaft der Deutschen Demokratischen Republik im Laufe der nächsten sieben Jahre größte Bedeutung. So wird sich der heutige Bedarf von Benzol von rund 50 000 t auf etwa 120 000 t erhöhen, während sich der Bedarf an Xylole von 1000 t über 20 000 t erhöht. Der Hauptbedarf des Benzols besteht für die Gewinnung von Styrol, für die Herstellung von synthetischem Phenol nach dem Cumol-Verfahren und für die Erzeugung von Chlorbenzol. Weitere Anwendungsgebiete sind die Erzeugung von Maleinsäure, von Schädlingsbekämpfungsmitteln und als Lösungsmittel für Drahtlack, Rohmontanwachs und andere.

Die Xylole, und zwar das o- und p-Isomere, können für die Herstellung von Phthalsäureanhydrid und auch Terephthalsäure eingesetzt werden. Da der Ausbau der Lanon-Faser in einem beachtlichen Umfang vorgesehen ist, erklärt sich der Hauptbedarf an Xylole aus der Aufgabe, Terephthalsäure zu gewinnen.

Da die DDR kaum über eine nennenswerte Steinkohlenschwelung verfügt, ist die Eigenerzeugung an flüssigen Aromaten sehr gering. Zur Zeit wird der Bedarf fast ausschließlich auf dem Wege über Importe gedeckt. Eine Steigerung dieser Importe ist uns aber unter Berücksichtigung der zwischen den sozialistischen Ländern vorgenommenen

Bilanzen nicht möglich. Wir sind darauf angewiesen, diese Aromaten aus Erdöl und Erdölfractionen herzustellen.

Ein Verfahren, das die Gewinnung von Aromaten aus Benzin und Benzinfraktionen ermöglicht, ist seit etwa 1949 in den sogenannten Reformierungsverfahren technisch durchgeführt. Es handelt sich hierbei um katalytische Verfahren, die bei Mitteldruck arbeiten und hauptsächlich in den Benzinen vorhandene naphthenische Kohlenwasserstoffe zu aromatischen dehydrieren. Der Prozeß des Ringschlusses aus kleineren Spaltstücken der Benzinverarbeitung spielt daneben bei den heute gebräuchlichen Katalysatoren im allgemeinen noch eine untergeordnete Rolle. Im Laufe der seit 10 Jahren vor sich gehenden stürmischen Entwicklung haben sich die Reformierungsverfahren in zahlreiche Varianten aufgespalten, die sich meist durch die Zusammensetzung des Katalysators, die Art der Regeneration des Katalysators, die Konstruktion der Reaktoren, die Behandlung des Kreislaufgases und die Vorbehandlung der Rohstoffe unterscheiden.

In den Jahren 1955 bis 1957 wurden die in Leuna bereits während des zweiten Weltkrieges aufgenommenen Versuche zur Ausarbeitung eines unseren Bedürfnissen entsprechenden Reformierungsverfahrens unter Leitung von Herrn Dr. KAUFMANN wieder aufgenommen. Sie führten zu einem Verfahren, das in einer großtechnischen Anlage etwa zu Beginn dieses Jahres in Betrieb ging und seit dieser Zeit befriedigende Ergebnisse lieferte. Da es eine weitere Abart der oben beschriebenen Verfahren darstellt, haben wir es L-Forming-Verfahren genannt. Den Aufbau der bei uns betriebenen Anlage zeigt folgendes Fließschema (Abb. 3):

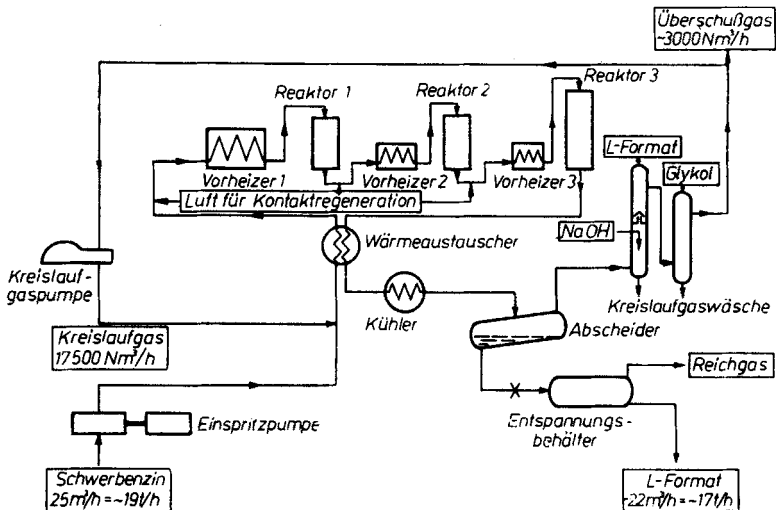


Abb. 3. L-Forming-Anlage

Die L-Forming-Anlage besteht aus 3 Reaktoren von zylindrischer Form und verschiedener Größe, die von Gas radial durchströmt werden. Der Katalysator enthält Platin auf einem Träger von Aluminiumoxyd. Bei einem Arbeitsdruck von 40–48 at wird der zum Einsatz gelangende Rohstoff einmal im geraden Durchgang durch die Anlage geführt. Dabei werden Temperaturen am Reaktoreingang in Höhe von 535° erreicht. Pro m³ Rohstoff werden etwa 700 Nm³ Kreislaufgas benötigt. Regeneration ist nach 3–4 Monaten Betriebsperiode erforderlich. Je nach dem eingesetzten Rohstoff werden Benzinfraktionen erhalten, die 40–60% aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten. Die Motor-Oktan-zahl der Benzine liegt unverbleit um 80, wenn erwünscht, aber auch höher. Die Ausbeute an Fraktionen, die über C₄ sieden, beträgt 88 bis 93%. Das Verfahren ist im wesentlichen ein Dehydrierungsverfahren für fertig vorgebildete Naphthene, d. h. daß die Ausbeute an reinem Benzol bei Verwendung der üblichen Benzinfraktionen die geringste ist. Zwischen Benzol und Xylole besteht ein Verhältnis von 1:4.

Selbstverständlich kann man die Ausbeute an Benzin wesentlich erhöhen, wenn man dem L-Forming-Verfahren nur leichtsiedende Fraktionen unterwirft, die bereits erhebliche Mengen an Cyclohexan vorgebildet enthalten.

Im Vergleich zu den anderen bekannteren Verfahren auf diesem Gebiet, z. B. zum Reforming-, dem SINCLAIR-Prozeß oder dem amerikanischen Platforming-Verfahren, ist unser Prozeß ebenbürtig, in bezug auf die Strömungsbedingungen des Einsatzgases sogar überlegen. Andere übliche Verfahren wie Rexforming lassen sich wegen größerer technologischer Unterschiede nicht unmittelbar vergleichen.

So haben wir heute in dem L-Forming-Verfahren ein Verfahren von erfreulicher Leistungsfähigkeit, dessen weitere Entwicklung uns nicht nur den Stand der Technik in der Welt auf diesem Gebiet erreichen, sondern sogar selbst mitbestimmen lassen wird. Zu diesem Zweck müssen wir aber noch folgende Verbesserungen anbringen:

Die Aktivität des Katalysators und damit die Belastbarkeit sind zu erhöhen. An Stelle des bisher eingefüllten Splitts sind für den Katalysator kugelförmige Körper zu wählen. Die Verteilung des Katalysators auf 4 anstatt 3 Reaktoren und eine noch stärkere Staffelung der Reaktorgößen sowie eine leichte Verminderung des zur Zeit geübten Druckes stehen auf dem derzeitigen betrieblichen Entwicklungsprogramm. Ein besonderer Vorteil unseres Verfahrens ist die Radialstromfahrweise. Das vorliegende Verfahren wird noch beträchtlich ausgebaut werden. Damit haben wir die Möglichkeit der Bildung von Aromaten in dem von uns dringend benötigten Umfang.

Eine andere Möglichkeit, Benzol und andere aromatische Kohlenwasserstoffe zu gewinnen, besteht darin, die bei der thermischen Spaltung von Benzin auf gasförmige Olefine anfallenden flüssigen Kondensate aufzuarbeiten. Ein solches Kondensat fällt nach den von uns in Aussicht genommenen Äthylenerzeugungs-Verfahren in einer Menge von rund 30% des eingesetzten Rohstoffes an und enthält etwa 6–7% der Gesamtmenge des Rohstoffes an Benzol.

7. Die Gewinnung reiner Aromaten

Wir haben bereits beschlossen, diese Kondensate aufzuarbeiten. Es macht sich erforderlich, sie zunächst einer Hydrierung zu unterwerfen, um die leicht verharzenden Styrole und andere ungesättigte Verbindungen zu entfernen. Das hierbei gewonnene olefinfreie Produkt kann dann einer Extraktion unterworfen werden.

Es kommt also bei unserer weiteren technischen Entwicklung darauf an, die bekannten Aromatenbildungsprozesse weitgehend für die Gewinnung der reinen Aromaten einzusetzen.

Wir werden daher, wenn auch vielleicht nicht in Leuna, so doch an anderen Stellen der DDR, Anlagen zur Aromatenextraktion bauen. Als Verfahren, die technisch erprobt sind, bieten sich hier an: das westdeutsche Udex-Verfahren, das in der Sowjetunion geübte Exa-Verfahren und das in Leuna mit einer Pilotanlage entwickelte Mofex-Verfahren, das im wesentlichen mit Monomethylformamid als Extraktionsmittel arbeitet. Vergleicht man die Betriebskosten dieser 3 Verfahren, so müssen wir feststellen, daß unter unseren ökonomischen und technischen Bedingungen das Mofex-Verfahren, das in Leuna unter Leitung der Herren Dr. SMEYKAL, Dr. KÖTHNIG und Dr. BANKOWSKI† ausgearbeitet wurde, bestimmte Vorteile bietet. Es besitzt gegenüber den anderen Verfahren folgende Vorteile:

1. Es weist ein außerordentlich hohes Lösevermögen für Aromaten und eine geringe Lösefähigkeit für Aliphaten auf.

2. Sein hoher Siedepunkt von 200° unter Normaldruck ermöglicht es, die gelösten Aromaten herauszudestillieren, während das Lösungsmittel als Rückstand verbleibt.

3. Zur Erreichung einer möglichst hohen Selektivität wird Monomethylformamid mit einem geringen Zusatz von Wasser angewandt. Indem man den Wasserzusatz variiert, kann man ein unterschiedliches Lösungsvermögen für die einzelnen aromatischen Kohlenwasserstoffe erreichen. Die Löslichkeit fällt mit steigendem Molekulargewicht ab. Die Anwesenheit von Wasser erhöht die Flüchtigkeit von Aromaten und bewirkt daher eine günstige Abtrennung dieser Produkte.

Nachteile des Verfahrens sind in der Anwendung von Vakuum zu sehen, was durch die thermische Instabilität des Monomethylformamids erforderlich ist. Durch die Anwesenheit von Feuchtigkeit wird eine teilweise Verseifung des Monomethylformamids bewirkt, wodurch Ameisensäure entsteht, die zu einer gewissen Korrosion führt. Die Anlage muß daher aus Edelstahl gebaut werden.

Das Mofex-Verfahren läßt sich auf einen weiten Benzinsiedebereich anwenden. Es kann sowohl zur Isolierung von Benzol als auch von Toluol und der Xylole dienen. Es ist nicht erforderlich, daß das zu aromatisierende Benzin in enge Siedefractionen geschnitten wird. Die extrahierten Aromaten besitzen einen hohen Reinheitsgrad, der für die meisten Verwendungszwecke ausreicht. Charakteristisch für die Extraktion, die der Hauptteil der Anlage ist (Abb. 4), ist die Ausgestaltung

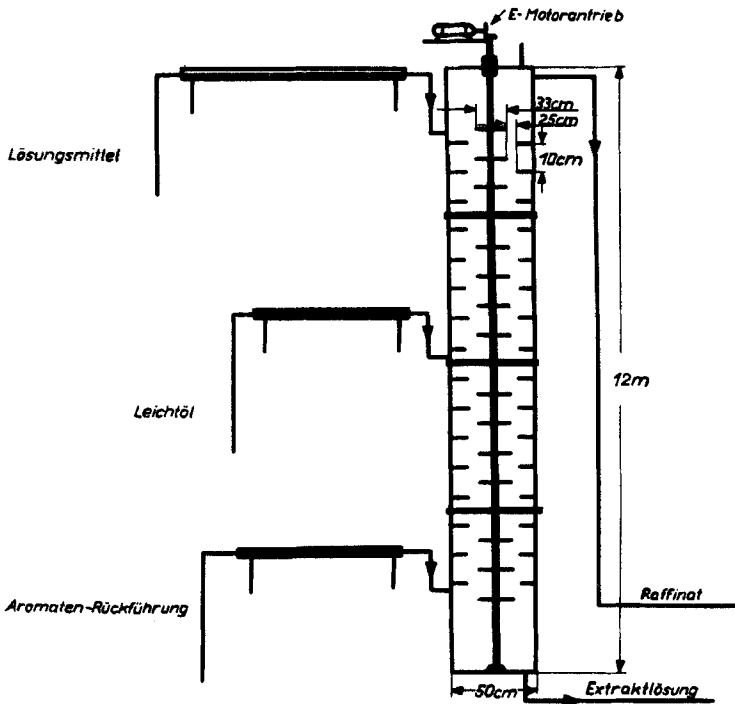


Abb. 4. Drehscheibenextraktor

des Extraktors als rotierende Welle, auf der in regelmäßigen Abständen Scheiben angebracht sind. Der Turm selbst ist durch feststehende, ringförmige Einbauten in einzelne Kabeln unterteilt. Die Extraktion arbeitet im Gegenstrom. Am Kopf des Turmes fließt das weitgehend

von Aromaten befreite Benzin als Raffinat ab, das nur noch etwa 0,03% Monomethylformamid enthält. Die am unteren Ende des Turmes austretende Extraktlösung stellt wäßriges Monomethylformamid mit den gelösten Aromaten dar. Diese Lösung wird einer Vakuum-Austreibekolonne zugeführt. Die über Kopf austretenden Dämpfe werden stufenweise kondensiert und in einen Trennbehälter geführt.

Zum Unterschied vom Udex-Prozeß, der in den USA bevorzugt wird, tritt beim Mofex-Verfahren keine Emissionsbildung auf, wodurch auch die Anwendung eines besonders entwickelten Extraktors überflüssig wird. Wir können daher bei normaler Temperatur ohne Druck arbeiten. Nach sorgfältigen Untersuchungen wurde beschlossen, dieses Verfahren in der DDR einzuführen.

Auf den Nachteil, daß die Aceotrop-Destillation mit Methanol und die destillative Extraktion im wesentlichen nur eng geschnittene Benzinfraktionen verarbeiten kann, wurde bereits hingewiesen. Da es erforderlich ist, die Aromaten rein zu gewinnen, muß die Mofex-Anlage mit einer Anlage zur Trennung der Xylole verbunden sein. Über diese Anlage liegen in Leuna ebenfalls ausführliche Erfahrungen vor. Das bei der Extraktion gewonnene Xylol ist ein Gemisch der 3 Isomeren und des Äthylbenzols. Die physikalischen Konstanten dieser 4 Komponenten sind in der nebenstehenden Tab. 4 wiedergegeben:

Für die Weiterverarbeitung der Xylole ist es erforderlich, das Xylolgemisch zu zerlegen.

Wir haben Interesse daran, nicht nur das p-Xylol, den Rohstoff für die Terephthalsäure rein, zu gewinnen, sondern auch die übrigen Xylolisomeren und das Äthylbenzol in technisch reiner Form zu isolieren. Das o-Xylol, das als Rohstoff für die Phthalsäureherstellung dient, und das Äthylbenzol, das wir in Zukunft als Rohstoff für die Styrolgewinnung einsetzen möchten, kann man nach den gegebenen technischen Daten durch Destillation aus dem Xylolgemisch abtrennen. Allerdings sind hierzu sehr wirksame Fraktionierkolonnen mit 150 bzw. 350 theoretischen Böden erforderlich.

Unsere auf diesem Gebiet angestellten Untersuchungen und durchgeführten Arbeiten lassen erkennen, daß die Abtrennung des o-Xylole durch Destillation auf jeden Fall technisch und wirtschaftlich gelöst werden kann. Auch die Lösung des technischen Problems, eine Destillationskolonne mit 350 theoretischen Böden zu betreiben, dürfte nach dem

Tabelle 4

Verbindung	Kp (°C)	Ep (°C)
Äthylbenzol	136,2°	—95°
p-Xylol	138,4°	+13,2°
m-Xylol	139,3°	—48,0°
o-Xylol	144,0°	—25,0°

gegenwärtigen Stand der Destillationstechnik lösbar sein. Nach Abtrennung dieser Isomeren bleibt ein Gemisch von m-Xylol und p-Xylol zurück, das durch fraktionierte Destillation getrennt werden kann.

In unserem Werk sind auch umfangreiche Versuche darüber angestellt worden, ob man das p-Xylol aus dem Gemisch aller 4 Isomeren durch fraktionierte Kristallisation abtrennen kann. Die hierbei anzuwendenden Temperaturen belaufen sich auf -70° . Die technische Lösung des Problems, bei -70° einwandfrei arbeitende Filtrierzentrifugen einzusetzen, ist nicht einfach, aber prinzipiell lösbar. Das p-Xylol, das hierbei gewonnen wird, weist den für die weitere Verarbeitung notwendigen Reinheitsgrad auf. Die Ausbeute beträgt rund 55%.

8. Weitere Einsatzmöglichkeiten der Petrolchemie in Leuna

In unserem Werk sind außerdem noch umfangreiche Versuche zur Erschließung neuer Verfahren für die Herstellung von Caprolactam und zur Herstellung von Terephthalsäuredimethylester im Gange. Da die von uns bearbeiteten Verfahren vom Benzol bzw. vom p-Xylol ausgehen, die aus Erdöl gewonnen werden sollen, ist es gerechtfertigt, auch diese Verfahren im weiteren Sinne zur Petrolchemie zu zählen. Ich möchte hier jedoch von einer eingehenden Behandlung dieser Fragen absehen und nur darauf hinweisen, daß es nach unseren Versuchsergebnissen heute prinzipiell möglich ist, durch Direktoxydation von Cyclohexan in reichen, zufriedenstellenden Ausbeuten zum Cyclohexanon und damit zum Caprolactam zu kommen. Die hierbei anfallenden Oxydationsprodukte in Form von Dicarbonsäuren können mit gutem Erfolg als Weichmacherkomponente eingesetzt werden. Das Verfahren weist nur noch 4 Stufen gegenüber den 6 oder 7 Stufen der bestehenden Verfahren auf und wird sich bei weiterer Bearbeitung und besonders bei Lösung einiger technischer Probleme sicherlich auch in ökonomischer Hinsicht mit den bestehenden Verfahren absolut vergleichen lassen.

Bei der Herstellung von Terephthalsäuredimethylester aus p-Xylol ist es unser Ziel, das bisher übliche 4-Stufen-Verfahren auf zwei Stufen zusammenzudrängen. Im Laboratoriumsmaßstab ist diese Aufgabe bereits gelöst worden. Es kommt jetzt darauf an, in der im Bau befindlichen Pilotanlage die erhaltenen Ergebnisse zu bestätigen. Gelingt uns, wie vorgesehen, die Ausbildung dieses Verfahrens zur technischen Reife in verhältnismäßig kurzer Zeit, dann würde uns neben der Gewinnung der Terephthalsäure aus Phthalsäureanhydrid durch Umlagerung ein zweites technisch wichtiges Verfahren für die Herstellung dieses wichtigen Grundstoffes zur Verfügung stehen.

Auf unsere Arbeiten zur Gewinnung von Alkylarylsulfonaten kann ich in diesem Zusammenhang nur hinweisen. Wir halten nach eingehenden Untersuchungen Fraktionen, die nach dem FISCHER-TROPSCH-Verfahren gewonnen wurden, für die geeignetsten Rohstoffe zur Herstellung dieser oberflächenaktiven Substanzen, während Tri- und Tetramere des Propylens sich als weniger günstig erweisen. Ob wir durch Weiterentwicklung des Polymerisationsprozesses auf diesem Gebiet zu anderen Ergebnissen kommen werden, wird die Zukunft lehren.

9. Ökonomischer Ausblick

Ich habe mich in meinen Ausführungen absichtlich auf die Arbeiten beschränkt, die auf dem Gebiet der Petrochemie im Leuna-Werk zur Zeit geleistet werden, und habe Probleme dargelegt, die im beschlossenen Siebenjahrplan einer Lösung zugeführt werden müssen. Vor wenigen Tagen legten wir in Leuna den Grundstein für den Werksteil II. Die hier zu errichtenden Anlagen werden im Jahre 1965 Produktionen im Werte von rund 450 Mill. DM erzeugen, wobei nur 1300 Arbeiter beschäftigt sein werden. Die Produktivität dieser Anlage wird also pro Arbeiter und Jahr 345000 DM betragen. Das ist das 8fache des gegenwärtig in unserem Werk erreichten Standes. Allein diese Zahlen beweisen die außerordentliche volkswirtschaftliche Bedeutung, die die Verwirklichung dieser Vorhaben hat.

Wir werden diese Aufgaben nur durch enge wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen Hochschulen, Akademie-Instituten und Betrieb lösen können.

Es ist mir ein besonderes Bedürfnis, hier darauf hinweisen zu können, daß die Chemischen Institute der Karl-Marx-Universität Leipzig, besonders das Anorganisch-Chemische Institut und das Institut für Chemische Technologie, in der Zusammenarbeit mit unserem Werk schon auf eine erfolgreiche und langjährige Tradition zurückblicken können.

Diese Zusammenarbeit zu vertiefen und weiter auszubauen, muß unsere besondere Aufgabe sein.

Die Einführung petrolchemischer Verfahren in unsere chemische Industrie stellt einen wichtigen Beitrag für die Lösung der technisch-ökonomischen Probleme des Siebenjahrplanes dar. Entsprechend ihrer Bedeutung werden wir zielstrebig an der Lösung dieser Probleme arbeiten.

Leuna-Merseburg, VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht“.