

17. Jg. 1/2012

Merseburger Beiträge

*zur Geschichte der
chemischen Industrie
Mitteldeutschlands*



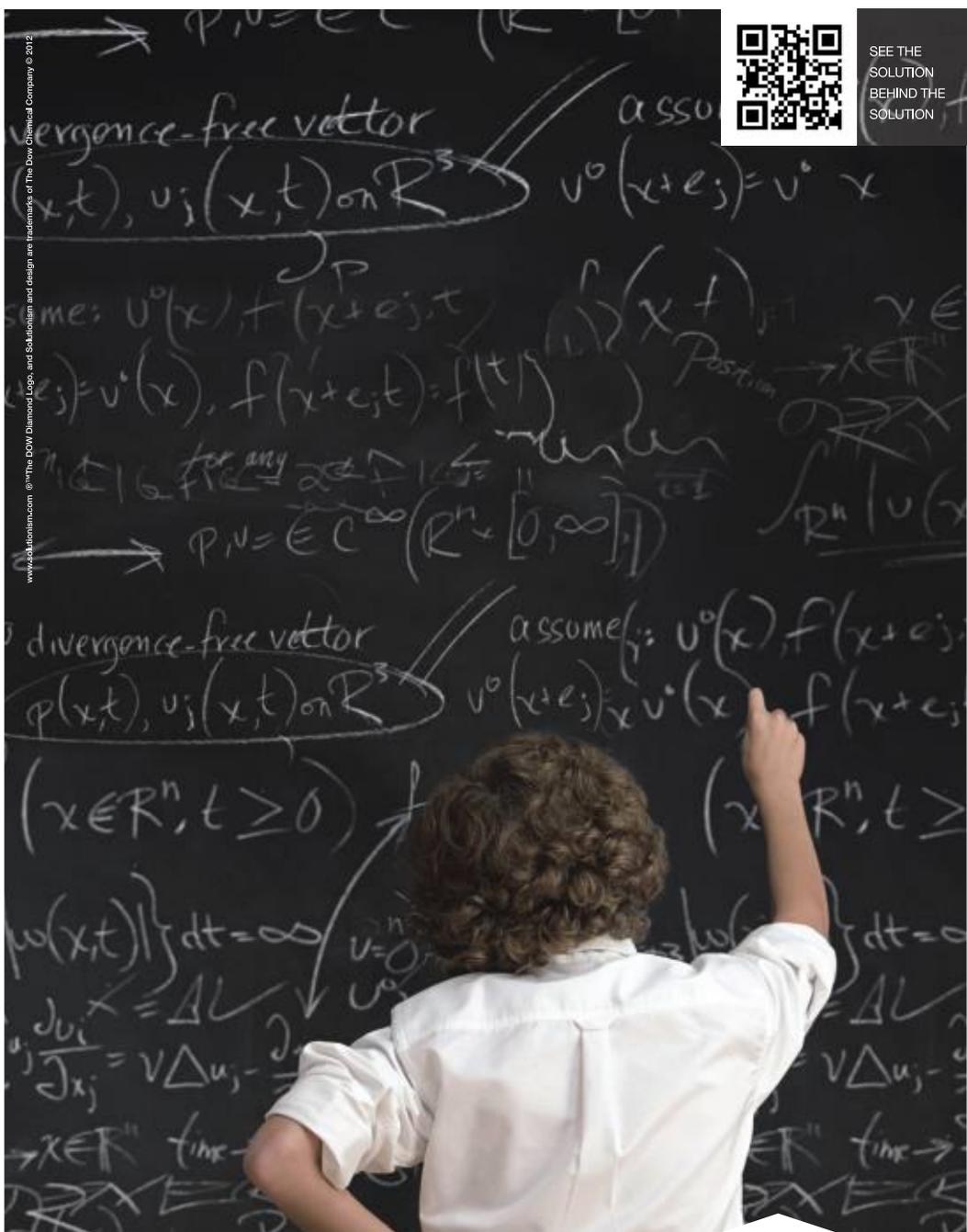
SCI

SACHZEUGEN DER CHEMISCHEN INDUSTRIE E. V.

www.solutionism.com © The Dow Diamond Logo and Solutionism and design are trademarks of The Dow Chemical Company © 2012



SEE THE SOLUTION BEHIND THE SOLUTION



Wir stehen für Antworten. Und wir denken die Dinge zu Ende. Wir verbinden die Elemente. Und wir liefern Ergebnisse. Wir stehen für Chemie. Wir stehen für Wissenschaft. Wir denken, träumen und handeln. Wir stehen für Lösungen. Und wir sind davon überzeugt, dass Mensch und Wissenschaft zusammen alles lösen können. **Solutionism. The new optimism.™**



Hochdruckpolyethylen

INHALT

Vorwort	3
Reinhard Nitzsche Die historische Entwicklung der Hochdruck- homo- und -copolymerisation des Ethylens in Leuna	5
Autorenvorstellung	57
Steffen Kolokowsky und Dieter Schnurpfeil Die Entwicklung der Hochdruckpolyethylen- anlage Leuna nach 1990	58
Autorenvorstellung	74
Zeitzeugen vorgestellt	76
Sachzeugen vorgestellt	82
Mitteilungen aus dem Verein	88
Quellenverzeichnis	96

*Wir danken der
Dow Olefinverbund GmbH und der InfraLeuna GmbH
für die Unterstützung, die das Erscheinen dieses Heftes
erst ermöglicht hat.*

Impressum

Herausgeber:

Förderverein "Sachzeugen der chemischen Industrie e.V.", Merseburg
c/o Hochschule Merseburg (FH)
Geusaer Straße 88
06217 Merseburg
Telefon: (03461) 46 22 63
Telefax: (03461) 46 22 75
Internet: www.dchm.de

Redaktionskommission:

Prof. Dr. sc. Klaus Krug
Prof. Dr. habil. Hans-Joachim Hörig
Dr. habil. Dieter Schnurpfeil (Federführung)

Gestaltung:

ROESCH WERBUNG, Halle (Saale)
www.roesch-werbung-halle.de

Titelfoto:

Jochen Ehmke, Merseburg

Industriefotos / Titelseite:

Horst Fechner, Halle (Saale)
Dow (1)
Foto Technikpark des Deutschen Chemie-Museums
Martin Thoß
Dr. Wolfgang Späthe

Umschlaginnenseiten:

Vorn: Dow Olefinverbund GmbH
Hinten: InfraLeuna GmbH

Redaktionsschluss:

September 2012

Vorwort

PE ist, gemessen an der Produktionsmenge, der wichtigste synthetisch hergestellte Kunststoff. Ca. 30 % aller Kunststoffe werden heute auf PE-Basis produziert.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts eroberte sich der Thermoplast Polyethylen (PE) eine Vielzahl von Anwendungsgebieten. Entsprechend den Markterfordernissen erzeugt man aus dem petrochemischen Grundstoff Ethylen nach unterschiedlichen Verfahren ein PE hoher Dichte (HDPE) und ein PE niedriger Dichte (LDPE). Während HDPE vor allem für Spritzguss- und Blasformteile für Verpackungszwecke, Klein- und Großhohlkörper sowie für Folien und Rohre eingesetzt wird, ist das mit Abstand wichtigste Anwendungsgebiet von LDPE der Foliensektor, insbesondere für die Verpackung von Industrie- und Konsumgütern sowie Nahrungsmitteln. Den größten Anteil nehmen dabei Schrumpf- und Stretchfolien, Landwirtschaftsfolien, Säcke für Schwergut und Müll sowie Automaten- und Kaschierfolien ein. LDPE findet aber auch Anwendung für die Ummantelung von Hochspannungskabeln und Kabelisolierungen sowie in den Bereichen Gesundheit und Hygiene.

Seit den 1980er Jahren wurden die "klassischen" Polyethylene ergänzt durch lineare Polyethylene niedriger Dichte (LLDPE), die sich im Gegensatz zum LDPE in ihrer chemischen Struktur durch einen geringeren Verzweigungsgrad auszeichnen und mittels Niederdruck-Copolymerisation von Ethylen mit α -Olefinen hergestellt werden. The Dow Chemical Company (Dow) ist einer der größten Produzenten

von LLDPE und gehört auf diesem Gebiet zu den Marktführern. An den mitteldeutschen Standorten stärken zwei unterschiedliche Polyethylenkomplexe die Weltmarktposition der Dow. In Schkopau produziert eine nach dem INSITE-Solution™ Process arbeitende DOWLEX-Anlage Polyethylene niedriger, mittlerer und hoher Dichte

sowie lineare Copolymerisate (LLDPE). In Leuna befindet sich eine nach dem Hochdruckverfahren mit Rohrreaktoren arbeitende LDPE-Anlage, die an diesem traditionsreichen Standort bereits in den 1970er Jahren in Betrieb genommen und Ende der 1990er Jahre von Dow umfassend rekonstruiert und modernisiert worden ist. Das Interessante an dieser Produktgruppe (LDPE/LLDPE) ist, dass sie sich immer wieder neu erfindet,

neue Anwendungsfelder erschließt und deshalb eine aussichtsreiche Zukunft hat.



Reiner ROGHMANN

Meine Beziehung zum Polyethylen war bisher nicht so eng. Nach einem verfahrenstechnischen Studium an der Universität Dortmund stieg ich bei Dow in Stade ins Berufsleben ein und war dort anfangs als Betriebsleiter der BIOX-Anlage, später der MDI-Anlage tätig. Ab 2001 arbeitete ich in Stade als Responsible Care Leader, ehe ich ab 2004 standortübergreifend (global) für die Technologie und Herstellung wasserlöslicher Polymere verantwortlich wurde. Nunmehr Standortleiter von Dow in Mitteldeutschland, begrüße und unterstütze ich das Engagement des Vereins Sachzeugen der

™ Marke der The Dow Chemical Company ("Dow") oder verbundener Unternehmen

chemischen Industrie e.V. (SCI), die Entwicklung der Hochdruckpolymerisation des Ethylens am traditionsreichen Standort Leuna in der vorliegenden Form zu dokumentieren und den ehemaligen Mitarbeitern wie auch anderen Interessenten im mitteldeutschen Chemiedreieck in ihrer Publikationsreihe "Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands" zugänglich zu machen.

Einer der Miterfinder des Leunaer Hochdruckpolyethylenverfahrens, Dr. Reinhard NITZSCHE, berichtet in seinem Beitrag "Die historische Entwicklung der Hochdruckhomo- und -copolymerisation des Ethylens in Leuna" kurzweilig über seine persönlichen Eindrücke und Erlebnisse während der Entwicklung und Inbetriebnahme dieses Verfahrens im Leuna-Werk und in Chemiewerken der damaligen UdSSR.

In dem Beitrag "Die Entwicklung der Hochdruckpolyethylenanlage Leuna nach 1990" bringen uns der heutige Anlagenleiter Steffen KOLOKOWSKY und Dr. Dieter SCHNURPFEIL an Hand zahlreicher Bilder von der Restrukturierung im Zeitraum 1997-99 sehr anschaulich die Fortentwicklung der Leunaer LDPE-Anlage nahe.

Unter der Rubrik "Zeitzeugen vorgestellt" wird ein weiterer "Vater" des Leunaer Verfahrens, Professor Dr. Manfred RÄTZSCH, und sein Wirken gewürdigt. Und schließlich wird unter "Sachzeugen vorgestellt" in Wort und Bild auf die im Deutschen Chemie-Museum Merseburg zu besichtigenden Exponate aus der ersten Leunaer Hochdruckpolyethylenanlage der 1960er Jahre hingewiesen.

Ich wünsche allen Lesern, Mitarbeitern und Interessenten ein vergnügliches Lesen und Studieren.

Dipl.-Ing. Reiner ROGHMANN
Vorsitzender der Geschäftsführung der
Dow Olefinverbund GmbH

DIE HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER HOCHDRUCK-HOMO- UND -COPOLYMERISATION DES ETHYLENS IN LEUNA

von Reinhard Nitzsche

Wie ich zur Chemie kam

Ich wurde 1936 in dem kleinen Dorf Neukirchen im Kreis Merseburg an der Saale, ca. 25 km unterhalb der Leuna-Werke und ca. 5 km unterhalb der Buna-Werke Schkopau, geboren. Deshalb hat mich die Chemieindustrie schon von Kindheit an auf verschiedenste Weise begleitet. Als Kind im Sommer auf einer Wiese an unserem Kirschberg liegend, blickte ich auf das nördliche Buna-Kraftwerk mit seinem Kesselhaus und den daraus hervorragenden Schornsteinen, das romantisch wie ein gewaltiger Ozeandampfer mit hohen Aufbauten und vier Schornsteinen auf mich wirkte und sehr beeindruckte. Andererseits waren von der ehemaligen, durch die Chemieabwässer vernichteten Fischerei in der Saale, bei einigen Bauern in den Bootsschuppen noch Kähne und Fischreusen zu sehen, was die Vergangenheit verklärte und deren Wiederkehr herbeisehnte. Im Dorf war überliefert, das erste Fischsterben sei 1917 nach der Inbetriebnahme der Leuna-Werke gewesen und das zweite 1936 nach der Inbetriebnahme der Buna-Werke. Die Fische kehrten erst nach 1990 in unseren Saaleabschnitt zurück und entwickelten sich danach wieder sehr gut. Ein Beispiel für die ständig steigende Wasserbelastung erlebten meine Eltern bereits Silvester 1939 bei Freunden. Der Silvesterkarpfen war nach seinem Leben im Karpfenteich noch etliche Zeit wie üblich in der Saale "gehältert" worden, um seinen moorigen Geschmack zu verlieren. Stolz serviert war er dann aber wegen seines Phenolgeschmackes nicht essbar. Trotzdem war die Saale noch 1946 in einem Zustand, dass wir darin schwimmen lernten und bis 1954 noch darin badeten. Danach war das Baden in der Saale wegen der Abwasserbelastung und des mitgeführten Schaumes nicht mehr möglich. Es wurde dann verbotener Weise in der alten Rattmannsdorfer Kiesgrube gebadet, die beim Bau der Buna-Werke Schkopau entstanden war. So war ich

seit frühester Kindheit mit der Chemie verwohen, und der rauchende Buna-Karbid-schornstein war für uns Normalität und belästigte uns nicht sehr, weil die Hauptwindrichtung dafür sorgte, dass der Karbidkalk normalerweise nicht in unsere Richtung geblasen wurde.

1942-50 besuchte ich die zweiklassige Grundschule in Neukirchen (mit 1.-4. Klasse als Unterklasse und 4.-8. Klasse als Oberklasse), in denen mehrere Jahrgänge gleichzeitig unterrichtet wurden. Ab 1950 war ich Schüler der August-Hermann-Francke Oberschule in Halle, die ich 1954 mit dem Abitur beendete. Da ich der Chemie von Kindheit an nahe war, bewarb ich mich an der Martin-Luther-Universität (MLU) in Halle zum Chemiestudium, wurde dort abgelehnt und bekam durch einen glücklichen Umstand noch 1954 einen Studienplatz an der gerade neu gegründeten Technischen Hochschule für Chemie Leuna-Merseburg (THLM). Nach überstandenen Semestern, bestandenen Praktika, Testaten und Klausuren diplomierte ich im Physikalisch-Chemischen Institut auf dem Gebiet der Elektrochemie bei Professor Dr. Rolf LANDSBERG. Nach erfolgreichem Diplom 1960 blieb ich bei ihm als wissenschaftlicher Assistent und promovierte 1964 mit einer Arbeit auf dem Gebiet der elektrochemischen Kinetik: "Die anodische Oxydation von Jodid- und Jodlösungen an Graphitelektroden". So gerüstet wollte ich eine Entwicklung in der chemischen Industrie beginnen und nahm eine Tätigkeit in der Korrosionsschutzforschung des noch sehr jungen VEB Erdölverarbeitungswerk Schwedt auf. Dort herrschte in der Forschung ein schlechtes Arbeitsklima. Jeder wollte etwas werden. So begrub ich schnell meine Karrierepläne und nahm am 1.1.1965 eine Tätigkeit in den Leuna-Werken "Walter Ulbricht", dem von uns damals so genannten "*Grab des kleinen Chemikers*", bei Dr. Manfred RÄTZSCH (siehe auch "Zeitzeugen vorgestellt") auf, der damals Betriebsleiter

der 3.000 t/a Hochdruckpolyethylenanlage und parallel dazu verantwortlich war für die Hochdruckpolyethylenforschung. Damit begann mein Berufsleben, das in hohem Maße von der Polyethylenentwicklung und -produktion in Leuna und den dabei auftretenden Problemen und Ereignissen geprägt werden sollte.

Da die Ausführungen im Wesentlichen aus dem Gedächtnis heraus gemacht werden und daher manche Angabe nicht den Anspruch absoluter Genauigkeit stellen kann, habe ich des Öfteren von *“in der Größenordnung von”*, *“etwa”* oder *“ca.”* geschrieben. Ungenauigkeiten seien mir also verziehen. Der von mir mitgestalteten Polyethylenentwicklung und -produktion in den Leuna-Werken sei ein historischer Exkurs zur Entwicklung des Hochdruckpolyethylens und der Forschungsarbeiten in Leuna bis 1965 vorangestellt.

Die Entdeckung und Entwicklung des Hochdruckpolyethylens

Nachdem es früher nur gelungen war, Ethylen zu ölartigen Produkten zu polymerisieren, entdeckten die Forscher GIBSON und FAWCETT des britischen Chemieunternehmens Imperial Chemical Industries (ICI) am 27.3.1933 bei Versuchen zur Umsetzung von Benzaldehyd mit Ethylen das erste hochmolekulare Polyethylen. Sie versuchten Ethylen mit Benzaldehyd bei 140 MPa und 170 °C umzusetzen. Beim Öffnen des Autoklaven fanden sie an der Innenwand einen weißen Belag, den sie analysierten. Die Analyse ergab, dass es sich dabei um einen reinen Kohlenwasserstoff handelte, der in der Folge dann der Ausgangspunkt für die Entwicklung der Produktion eines der ersten Thermoplaste in der Welt wurde, des Hochdruckpolyethylens. Es spricht für die beiden Forscher, dass sie dieses zufällige Ergebnis richtig deuteten. Mit den heutigen Reinheiten des großtechnisch erzeugten Ethylens wäre die Polyethylenbildung unter den von ihnen angewandten Bedingungen nicht erfolgt. Nur durch die damaligen Ethylenqualitäten, die noch Spuren von Sauerstoff enthielten, konnte die radikalische Polymerisation des Ethylens initiiert werden. Außerdem waren mit der gewählten Temperatur gerade so die Bedingungen erreicht, bei denen die radikalisch initiierte Ethylenpolymerisation mit Sauerstoff als Initiator mit vernünftigen Geschwindigkeiten abläuft. So war der Zufall ein Geburtshelfer. Aber noch wichtiger war, dass die beiden Forscher dem Zufall auf die Sprünge geholfen haben, indem sie den Autoklaven nach dem fehlgeschlagenen Versuchsziel nicht einfach gereinigt hatten, sondern das Polyethylen und dessen Bildungsursachen gründlich untersucht haben. Wie an vielen Beispielen zeigt sich auch hier, dass der Zufall gepaart mit Forschergeist oft zu grundsätzlichen Entwicklungen führen kann. Das Resultat war die Entwicklung des Hochdruckpolyethy-

lenverfahrens bei der ICI, die 1939 eine erste Produktionsanlage mit ca. 100 t/a in Betrieb nahm. Die ICI entwickelte das Autoklav- oder Rührreaktorverfahren, bei dem das Ethylen bei ca. 15 MPa und 280 °C und Initiierung mit Sauerstoff bzw. organischen Peroxiden polymerisiert wird. In den mit einem Rührer versehenen Reaktor wird das Ethylen mit Sauerstoff und bzw. oder organischen Peroxiden als Radikale bildenden Initiatoren in den Reaktor geleitet, wo das kalt zugeführte Ethylen die Reaktionswärme der exothermen Reaktion (28 kcal/Mol) aufnimmt und der Initiator die Radikale zur Aufrechterhaltung der Polymerisation liefert. Man hatte schnell ermittelt, dass das völlig unpolare Polyethylen hervorragende dielektrische Eigenschaften hat, weshalb es als erstes Einsatzgebiet als Isolationsmaterial für Hochfrequenzkabel bei der Entwicklung der Radartechnik Bedeutung erlangte.

Bereits in den 1930er Jahren hatte parallel dazu die **Badische Anilin- und Sodafabrik (BASF)** die Entwicklung eines Hochdruckpolyethylenverfahrens begonnen. Die BASF benutzte dazu einen lang gestreckten Rohrreaktor, in den unter Höchstdruck ein Ethylen mit ca. 10-20 ppm Sauerstoff eingeleitet und in einer Aufheizzone auf die Starttemperatur von etwa 180 °C aufgeheizt wurde, wonach die Polymerisation einsetzte. Der Reaktor war von einem Heißwassermantel umgeben, der einen Teil der Reaktionswärme abführte. Damit ist ein prinzipieller Vorteil gegenüber den Rührreaktoren gegeben, weil damit der Umsatz pro Reaktordurchgang über den mit ca. 16 % thermisch bedingten, im Rührreaktor begrenzten Umsatz gesteigert werden konnte. Wie wir noch sehen werden, wurde der Umsatz bei den modernen Rohrreaktoranlagen bis auf über 30 % je Reaktordurchgang gesteigert. Das ist für die Wirtschaftlichkeit eines Verfahrens von großer Bedeutung, da beim Hochdruckpolyethylenverfahren die Kompression des Ethylens

auf den Reaktionsdruck von ca. 25 MPa einen entscheidenden Kostenfaktor darstellt. Das Polyethylen wird zwar in einem Zwischen-druckabscheider bei ca. 25 MPa vom nicht umgesetzten Ethylen abgetrennt, bevor es mit dem Frischethylen wieder auf den Reaktor-druck komprimiert wird, es ist aber ein gewaltiger Unterschied, ob bei einer ca. 100 kt/a Hochdruckpolyethylenanlage das Ethylen bei 30 % Umsatz mit einer Kompressorenleistung von ca. 10 MW in den Reaktor gefördert wird oder bei einem Umsatz von 16 % fast die doppelte Kompressorenleistung erforderlich ist. Das ist in dieser Kompressionsstufe eine Energieeinsparung von fast 50 %.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Polyethylens

Unter den Polyolefinen sind die Polyethylene und die Polypropylene die bedeutendsten. Bei den Polyethylenen haben sich dem 1933 entdeckten Hochdruckpolyethylen das von ZIEGLER 1953 entdeckte Niederdruckpolyethylen und in den 1960er Jahren das niederdichte Niederdruckpolyethylen als Massenplaste hinzugesellt.

Während lange Zeit das Hochdruckpolyethylen (LDPE) trotz der hohen Kosten für die Ethylenkompression, aber durch den Vorteil der Massopolymerisation das billigste Polyethylen war, gelang es durch die Weiterentwicklung des Niederdruckpolyethylenverfahrens das HDPE und durch Copolymerisation des Ethylens mit höheren α -Olefinen wie 1-Buten oder 1-Penten das LLDPE preislich konkurrenzfähig zum LDPE und damit günstiger für verschiedene klassische Einsatzgebiete des LDPE zu machen. Letzteres ist deutlich aus dem Vergleich der physikalischen Eigenschaften der drei Polyethylene zu ersehen (Tab. 1).

Während sich die mechanischen und thermischen Eigenschaften von LDPE und HDPE klar voneinander abgrenzen, überschneiden sie sich beim LDPE und LLDPE. Dementsprechend sind auch die Haupteinsatzgebiete.

Haupteinsatzgebiete der Polyethylene

LDPE	Folien (67%), Beschichtung, Blaskörper, Kabelisolierung
HDPE	Gas- und Wasserleitungsrohre, 1/3 aller Spielwaren
LLDPE	vor allem Folien

Die Weltplastproduktion lag 2010 in der Größenordnung von 250 Mio. t. Der Anteil der Polyethylene daran beträgt ca. 29 %, also über 70 Mio. t, was einem Produktionswert von ca. 50 Mrd. Euro entspricht. Der Anteil des Hochdruckpolyethylens an dieser Menge beträgt ca. 20 Mio. t. Die Polyethylene haben weiterhin ein enormes Wachstumspotential. Auch die Hochdruckpolyethylenproduktionskapazität wird noch weiter steigen.

Heute gelten für die unterschiedlichen Polyethylene die Kürzel:

- Hochdruckpolyethylen (LDPE, **low density polyethylene**)
- Niederdruckpolyethylen (HDPE, **high density polyethylene**)
- Niederdruckpolyethylen niedriger Dichte (LLDPE, **low pressure low density polyethylene**)

Kurios: Bis in die 1950/60er Jahre hinein wurden die Polyethylene im deutschsprachigen Raum nach dem bei ihrer Herstellung angewandten Druck als **Hochdruckpolyethylene** (HDPE) und **Niederdruckpolyethylene** (NDPE) klassifiziert. Heute folgen auch wir der englisch-amerikanischen Klassifikation und bezeichnen sie entsprechend ihrer Dichte als **Low Density Polyethylene** (LDPE) bzw. **High Density Polyethylene** (HDPE). Das Kuriosum: Hoher Druck erzeugt niedrige Dichte und umgekehrt. Das liegt am Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation, die unter hohem Druck zur Kettenverzweigung und damit zu niedriger Kristallinität und Dichte des PE führt. Bei niedrigem Druck wird im Polymerisationsprozess mit Ziegler-Natta-Katalysatoren dagegen ein lineares, weitgehend unverzweigtes PE hoher Dichte erzeugt. Durch diese Kuriosa ist im Deutschen oftmals ein Verwechseln von HDPE (hoher Druck) und HDPE (hohe Dichte) gegeben. Heute wird auch in Deutschland unter der Bezeichnung HDPE ausschließlich das bei niederem Druck erzeugte Polyethylen hoher Dichte verstanden.

Typ	Dimension	LDPE	HDPE	LLDPE
Dichte	g/cm ³	0,915-0,935	0,94-0,97	0,87-0,94
Schmelzpunkt	°C	105-125	130-145	45-125
Glastemperatur	°C	-100	-70	
Kristallinität	%	40-50	60-80	10-50
Elastizitätsmodul	N/mm ² bei 23°C	~200	~1000	60-600
Chemische Beständigkeit		bedingt beständig	beständig, außer starke Oxydantien	bedingt beständig
Wärmeformbeständigkeit	°C	80	100	30-90
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	1/K	0,00017	0,0002	0,0002

Tabelle 1 Vergleich der physikalischen Eigenschaften der Polyethylene

Forschung, Entwicklung und Produktion von Polyethylen in Leuna

Forschung in der Pilotanlage

In den Leuna-Werken wurden Mitte der 1950er Jahre mit dem Bau und der Inbetriebnahme einer Pilotanlage technologische Forschungsarbeiten zum Hochdruckpolyethylenverfahren aufgenommen. Mein Wissen aus dieser Zeit beruht nicht auf persönlicher Erfahrung, sondern auf den Informationen, die ich ab meinem Werkseintritt mit Beginn des Jahres 1965 von Kollegen erhielt, die in dieser Anfangsphase direkt an der Entwicklung mitgearbeitet haben. Und so ist es natürlich, dass nur besonders signifikante Ereignisse in meinem Gedächtnis verankert sind und nur einige Episoden aus dieser Zeit berichtet werden können.

Die Leuna-Werke waren auf der Basis ihrer umfangreichen Erfahrungen auf dem Gebiet der Kohleverflüssigung nach dem Bergius-Pier-Verfahren und seinem damit verbundenen tech-

nischen Hochdruck-“Know How” auch für die Entwicklung eines Höchstdruckverfahrens prädestiniert. Die IG-Farben-Hochdruckarmaturen Nenndruck (ND) 325 waren ja in Leuna entwickelt worden und viele Wissensträger waren noch vorhanden. Diese, man kann sagen historischen Erfahrungen, habe ich selbst noch schätzen gelernt.

Rohstoffseitig waren mit der vorhandenen Ethylenproduktionsanlage gute Voraussetzungen für eine Hochdruckpolyethylenentwicklung gegeben. Sie lieferte bereits das Ethylen für die Polymerisation zu Schmierölen in der Schmierölfabrik.

Also ging man an den Bau einer Hochdruckpolyethylenpilotanlage direkt neben der Schmierölfabrik entsprechend dem in Bild 1 dargestellten Grundschema einer jeden Hochdruckpolyethylenanlage [1]. Das unter geringem Überdruck

DIE HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER HOCHDRUCK-HOMO- UND -COPOLYMERISATION DES ETHYLENS IN LEUNA

von der Ethylenanlage gelieferte Frischethylen wurde mit Sauerstoff als radikalbildendem Initiator versetzt und vom 5-stufigen Niederdruckkompressor auf ca. 25 MPa komprimiert. Das Herzstück der Anlage war der Reaktionsteil mit dem Höchstdruckkompressor, der das mit Sauerstoff als Radikal bildendem Initiator versetzte Ethylen von ca. 25 MPa auf 150 MPa verdichtete und in den mit einem Druckheißwassermantel versehenen etwa 60 m langen Rohrreaktor mit einem von 10 auf 24 mm steigenden Innendurchmesser leitete. Dort wurde das Reaktionsgemisch aufgeheizt, bis bei etwa 180 °C die Polymerisation startete. Am Reaktorende wurde das Gemisch aus Polyethylen und nicht umgesetztem Ethylen in einen Hochdruckabscheider auf ca. 25 MPa entspannt und das Gemisch getrennt. Das Ethylen wurde nach Kühlung und Reinigung bei 25 MPa vermischt mit Sauerstoff

angereichertem Frischethylen und mit dem Höchstdruckkompressor im Kreislauf wieder in den Reaktor gefördert. Das Polyethylen wurde aus dem Hochdruckabscheider in einen Niederdruckabscheider auf einen geringen Überdruck entspannt, in dem das bei 25 MPa noch gelöste Ethylen ausgaste. Aus dem Niederdruckabscheider wurde das Polyethylen mit einem Extruder ausgetragen und granuliert. Das ist das heute noch allgemein angewandte Grundschemata einer Hochdruckpolyethylenanlage (Bild 1). In dem Grundschemata sind die Möglichkeiten der Dosierung von Kettenreglern und Comonomeren sowie eine alternative Rührreaktorvariante dargestellt, die in der Pilotanlage nicht realisiert worden waren. Die heute auch in Rohrreaktoren unter Reaktionsdruck übliche Dosierung anderer radikalbildender Initiatoren, wie organischen Peroxiden, war nicht vorhanden.

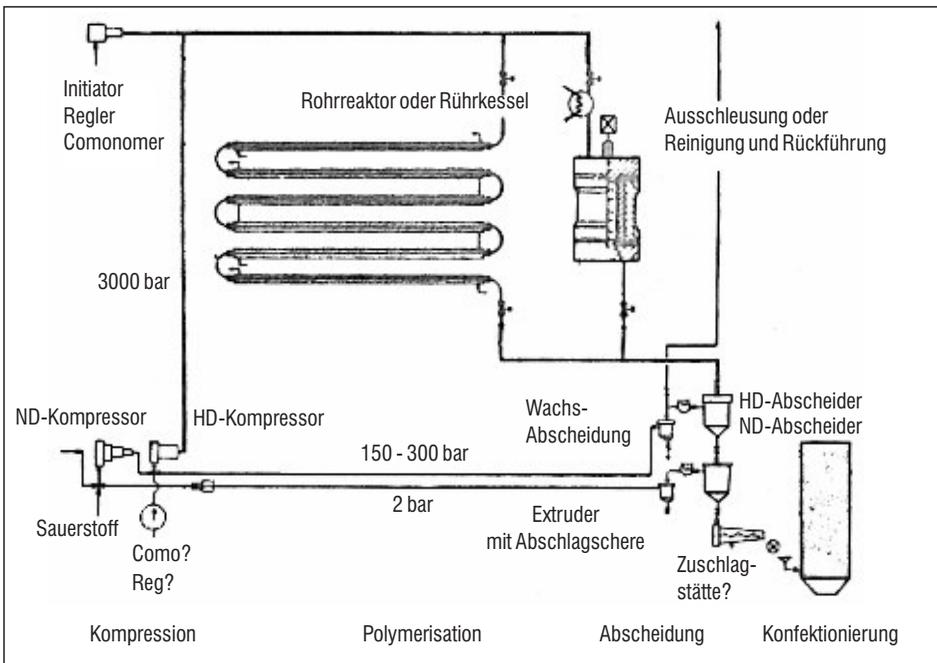


Bild 1 Grundschemata einer Hochdruckpolyethylenanlage [1]

Doch nun zu einigen bemerkenswerten Dingen: Da wären als erstes die Ausrüstungen für Hochdruck (HD) 150 MPa zu nennen. Die meisten dieser Ausrüstungen wurden in den Leunaer Zentralwerkstätten gefertigt. Zu dieser Zeit waren die Leuna-Werke der größte Maschinenbaubetrieb der DDR. Das Herzstück der Pilotanlage war der Reaktionsdruckkompressor zur Verdichtung des Ethylens von 25 auf 150 MPa in zwei Stufen. Diese Entwicklung erfolgte unter der Leitung des talentierten Ingenieurs Dr. CLAUSNITZER. Wegen der Zweifel, ob dieser auf der Basis eines serienmäßigen Triebwerkes mit Höchstdruckteilen aus Eigenfertigung gebaute Kompressor je funktionieren würde, wurde um eine Flasche Sekt gewettet. Dr. CLAUSNITZER gewann die Wette und fortan hatte das Aggregat seinen Namen weg: "Sekt-kompressor".

Die Regelungstechnik dieser Zeit, und das war damals im Wesentlichen noch der Mensch, fand auch in der Pilotanlage ihre Anwendung. Es gab z.B. noch keine allgemein verfügbaren Druckregler für den Höchstdruck. Infolgedessen wurde der Druck im Reaktor mit einem normalen Höchstdruckeckventil von Hand geregelt. Im Unterschied zu einem normalen Handventil war an der Spindel ein großes Handrad montiert, das als Steuerrad ein Hochseedampfer alle Ehre gemacht hätte. Ein Anlagenfahrer konnte damit, ständig das Manometer am Reaktor anfang im Blick, feinfühlig den Reaktor-druck regeln (Bild 2). Typisch für die Rohrreaktoren mit den kleinen Rohrrinnendurchmessern und geringen Strömungsgeschwindigkeiten in dieser Entwicklungsphase war, dass sie zur Versetzung mit dem gebildeten Polyethylen neigten. Dem wurde mit plötzlichen, kurzzeitigen

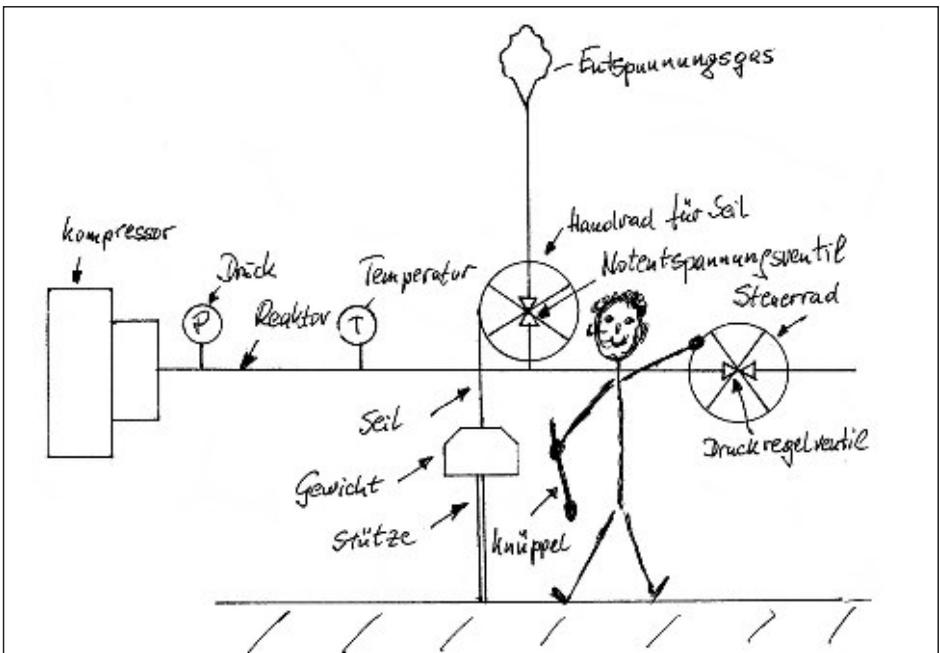
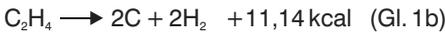
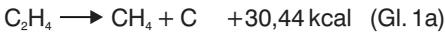


Bild 2 Notentspannungssystem des Reaktors der Pilotanlage (Handzeichnung des Autors)

Druckabsenkungen im Reaktor entgegen gewirkt. Der Bediener des Reaktordruckregelventils musste im Abstand von einigen Minuten den Reaktordruck kurzzeitig um etwa 20 MPa absenken, um den Reaktor frei zu spülen.

Ein weiteres Detail zeigt den aus heutiger Sicht antiquierten Stand der Technik in der Pilotanlage. Ein Problem, das bei der Hochdruckpolyethylensynthese beherrscht werden muss, ist die thermische Zersetzung des Ethylens (Gl. 1).



Beide Reaktionen sind stark exotherm, so dass bei völligem Ablauf des Zerfalls im geschlossenen System unbeherrschbare Drücke von über 1.000 MPa und Temperaturen von über 1.800 K auftreten würden. Das muss durch ein Sicherheitssystem verhindert werden. Der Reaktorinhalt muss bei der Gefahr einer thermischen Zersetzung sehr schnell entspannt werden. Nach Bild 3 findet die Zersetzung unter den Polymerisationsbedingungen erst bei ca. 400 °C statt,

wobei sich auch bereits gebildetes Polyethylen zersetzt. Im praktischen Betrieb von Polyethylenanlagen kann diese Temperaturgrenze aber bei weitem nicht ausgenutzt werden. Unter den Pilotanlagenbedingungen in Leuna konnte oberhalb gemessener Polymerisationstemperaturen von 280 °C nicht mehr sicher gearbeitet werden. Bei 300 °C musste der Reaktor "notentspannt" werden, um eine thermische Zersetzung zu vermeiden. Oft genug kam es trotzdem zum Beginn einer thermischen Zersetzung im Reaktor, und es musste die Notentspannung erfolgen.

Der Reaktor war nach der Notentspannung mit Ruß verunreinigt, und anschließend wurde lange Zeit schwarzes Polyethylen produziert (siehe Kasten "Schwarze Eimer" auf Seite 13). Der Reaktordruckregler, also der Anlagenfahrer, kontrollierte daher konzentriert den Reaktordruck und die Reaktortemperaturen und ergriff bei unzulässigen Überschreitungen der Grenzwerte den neben ihm liegenden Holzknüppel, um damit eine Notentspannung des Reaktors einzuleiten (Bild 2). Wie oben schon

angedeutet, war die Entspannungseinrichtung ein normales Handabsperrentil, auf dessen Spindel ein großes Rad angebracht war. Um das Handrad war ein Stahlseil gelegt, an dessen Ende ein schweres Gewicht hing. Ein darunter gestellter Holzklötz sorgte im Normalzustand für ein geschlossenes Ventil. Im Fall einer erforderlichen Notentspannung ergriff der Anlagenfahrer den Holzknüppel, schlug den Holzklötz weg, wodurch eine Schnellentspannung des Reaktors eingeleitet wurde.

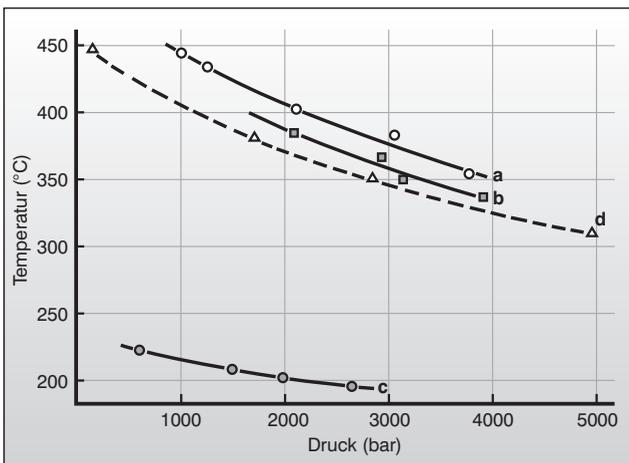


Bild 3 Zersetzungsgrenzen des Ethylens (a: reines Ethylen, b: mit 70 ppm O₂, c: mit 7.000 ppm O₂, d: mit 10 % Vinylacetat) [1]

Schwarze Eimer

Bei den Notentspannungen fiel zeitweise verunreinigtes, schwarzes Polyethylen an. Um auch dieses Produkt verwerten zu können, stellte man daraus schwarze Eimer her, die günstig an die Belegschaftsmitglieder abgegeben worden sind. Auch ich habe solch einen Eimer noch lange Jahre bei der Gartenarbeit genutzt.

In den 1960er Jahren wurde die Pilotanlage komplett umgerüstet und auf einen modernen Stand gebracht. Ein neuer Reaktor und ein neuer Höchstdruckkompressor für 350 MPa mit moderner Automatisierungstechnik wurden installiert, so dass Untersuchungen zu produzierbaren Produktqualitäten und zur Kinetik der Polymerisation bei höheren Drücken durchgeführt werden konnten.

Mit den in der ursprünglichen Pilotanlage erzeugten Polyethylenmengen von etwa 100 t/a wurde die anwendungstechnische Ausprüfung und Polyethyleinsatzvorbereitung in der DDR in den 1950er Jahren betrieben. Das Leunaer Polyethylen erhielt den Handelsnamen "Mirathen". Auf der Basis der Pilotanlagenergebnisse wollte man in den Leuna-Werken eigenständig eine erste Produktionsanlage errichten. Wegen der Problematik der Ausrüstungsbeschaffung, die nicht mehr durch Eigenfertigung in Leuna erfolgen konnte, sondern nur durch Importe möglich war, ging man dann einen anderen Weg.

Produktion und Forschung in der Imhico-Anlage

Mit den Forschungsergebnissen der Pilotanlage in den Leuna-Werken und dem von Professor IMHAUSEN eingebrachten Wissen von der Firma Imhico wurde der Bau einer 3.000 t/a Hochdruckpolyethylenanlage in Leuna im Bau 387a beschlossen. Wegen der Rohstoffversorgung sollte die Anlage direkt neben der Ethylenanlage errichtet werden. (Der Schwiegersohn des Professors ist übrigens jener Herr HIPPENSTIEL-IMHAUSEN, der in den 1990er Jahren im Zusammenhang mit der Giftgasfabrik für Libyen Schlagzeilen machte und im Gefängnis dafür büßen musste). Da die Leuna-Forschungsergebnisse eine der wesentlichen Grundlagen für die 3.000 t/a Anlage bildeten, gab es natürlich keine Verpflichtung bezüglich der Geheimhaltung, die weitere Forschungsarbeiten in den Leuna-Werken verhindert hätte. Ein Detail zeigt, woher die Firma Imhico offensichtlich verschiedene Informationen erhalten hat. Die Zeichnung des noch heute in Betrieb befindlichen Hochdruckabscheiders ND 325, NW (Nennweite) 500 mit einer Höhe von ca. 5 m ist eine originale BASF-Zeichnung. Das könnte so erklärt werden: Nach dem zweiten Weltkrieg war die Gültigkeit der Grundpatente der ICI verlängert worden, und die ICI war noch bis in die 1960er Jahre alleiniger Lizenzgeber in der Welt. Die BASF hatte sich noch vor dem Krieg nur die Mitbenutzungsrechte sichern können, konnte eigenständig um 1960 noch keine Lizenzen vergeben und hat offensichtlich in irgendeiner Art mit Professor IMHAUSEN kooperiert.

Manfred RÄTZSCH, der nach seinem Studium in Leipzig 1959 in Leuna seine erste berufliche Tätigkeit aufnahm, hatte seine Meriten in den Leuna-Werken bereits verdient, als 1962 die Imhico-Anlage ihren Betrieb aufnahm. Angefangen hatte er seine Tätigkeit in Leuna als Assistent des Werkleiters Professor Dr. Wolfgang

SCHIRMER. Nach der Assistenzzeit war er verantwortlich für die Forschung und den Betrieb der Pilotanlage zur Methanchlorierung, auf deren Basis ein großtechnisches Verfahren entwickelt, in Bitterfeld realisiert und unter seiner Leitung in Betrieb genommen worden war. Parallel dazu fertigte er in Leuna unter Professor Dr. G. GEISELER eine Promotionsarbeit an. RÄTZSCH bot auf Grund seiner fachlichen Qualitäten und seiner Persönlichkeit die besten Voraussetzungen für eine steile Karriere. Außerdem herrschte durch den bis 1961 währenden Abgang vieler Akademiker aus Leuna in die Bundesrepublik ein Mangel an qualifizierten Nachwuchskräften. So wurde Manfred RÄTZSCH 1962 als Betriebsleiter der gerade errichteten 3.000 t/a Hochdruckpolyethylenanlage eingesetzt. Verbunden damit war die Verantwortung für die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Hochdruckpolyethylens. So wurde er bis Ende der 1970er Jahre zum Motor der Hochdruckpolyethylenhomo- und copolymerisationsforschung in den Leuna-Werken.

Meiner Einschätzung nach war die direkte Anbindung der technologischen Forschung an die Produktion, die noch auf BASF-Traditionen beruhte, eine sehr günstige Voraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit, weil damit die Gesamtverantwortung immer in einer Hand lag. Die Vorurteile, die Produktion sei nicht fähig, die großen Gedanken der Forscher umzusetzen bzw. die Forschung liefere für eine ordentliche Umsetzung nur halbfertige Ergebnisse, und die dadurch entstehenden Reibungsverluste werden dadurch vermieden. Die 3.000 t/a Anlage in Leuna war die erste von IMHAUSEN errichtete Hochdruckpolyethylenanlage. Kurz danach baute er für die UdSSR drei Anlagen mit je 10 Linien von je 3.000.t/a Kapazität, davon eine in Kasan. Zur Vereinfachung waren dabei je zwei Straßen als Doppelstraßen geschaltet, wodurch einige Ausrüstungen eingespart werden konnten. Insgesamt war das

eine Kapazität von 90 kt/a Hochdruckpolyethylen. In der UdSSR waren bis dahin nur 100 t/a-Linien mit eigenen Ausrüstungen betrieben worden, z.B. 10 Linien im zum ONPO (Oktinskij Nautschno-Proiswoditelnoe Obedinenije) Plastpolymer gehörenden Ochtsa Kombinat in Leningrad an der Stelle, wo Peter der Große seine Pulvermühlen betrieben hatte, und 10 weitere dieser Linien an einem anderen Standort. Mit dem ONPO Plastpolymer begann Leuna 1969 eine erfolgreiche Zusammenarbeit auf der Basis eines Regierungsabkommens, über das später zu berichten sein wird.

Die so genannte 3.000 t/a Imhico-Anlage in Leuna hatte folgende Charakteristik: Das Frischethylen wurde vermischt mit dem Initiator Sauerstoff und dem im Niederdruckabscheider ausgegasten Ethylen und von einem Kompressor der Maschinenfabrik Zwickau auf 25 MPa komprimiert. (Der Kompressor ist übrigens auch heute noch zeitweise in Betrieb). Diesem Gasstrom wurde das gereinigte und gekühlte Hochdruckrückgas aus dem Hochdruckabscheider zugemischt, von einem der zwei installierten Reaktionsdruckkompressoren der Maschinenfabrik Esslingen mit 5 t/h Förderleistung auf 150 MPa komprimiert und in den von einem Heißwassermantel umgebenen 300 m langen Reaktor NW 32, ND 150 geleitet. Durch das Heißwasser von 220 °C wurde die Reaktionsmischung auf die Starttemperatur von etwa 180 °C aufgeheizt, wonach die Polymerisation unter teilweiser Wärmeabfuhr in das Heißwasser erfolgte. Am Reaktorende wurde das Reaktionsgemisch in den Hochdruckabscheider entspannt, das Hochdruckrückgas gekühlt, in Abscheidern von niedermolekularem "Gatsch" befreit und wieder der Saugseite des Reaktionsdruckkompressors zugeführt. Das Polyethylen aus dem Hochdruckabscheider wurde in den Niederdruckabscheider entspannt, in dem das noch gelöste Ethylen ausgaste und an die Saugseite des Zwickauer Kompressors zurückge-

führt wurde. Von einem Doppelschneckenextruder der Firma Werner & Pfleiderer wurde das Polyethylen aus dem Niederdruckabscheider ausgetragen, granuliert und danach pneumatisch in einen der Analysenbunker zur Qualitätsbestimmung gefördert. Entsprechend dem Analysenergebnis wurde es zu Chargen gemischt und entweder durch Einfärbung oder Compoundierung weiterverarbeitet oder direkt als naturfarbendes Granulat verkauft.

Regelungstechnisch war die 3.000 t/a Anlage für die damalige Zeit sehr gut ausgerüstet. Die Druckregelungen im Hoch- und Höchstdruckteil erfolgten alle automatisch auf der Basis von Druckmessdosen mit Dehnungsmessstreifen. Besonders die anspruchsvolle Reaktordruckregelung erfolgte mit dem speziellen "Fisher-ventil", das auch die "Reizung", die periodische Druckabsenkung zur Reaktorspülung steuerte. Das Sicherheitssystem war so gestaltet und eingestellt, dass bei unzulässigen Temperaturüberschreitungen über 300 °C und unzulässige Drucküberschreitungen im Reaktor oder im Hochdruckabscheider durch die so genannten Notprogramme die Medien der gefährdeten Anlagenteile mittels hydraulisch betriebener Ventile in die Atmosphäre entspannt werden konnten. Die Temperaturmessstellen waren entlang des Reaktors und im Hochdruckabscheider angeordnet. Die gefährdeten Anlagenteile konnten außerdem mittels automatisch gesteuerter Hydraulikventile von den nicht gefährdeten Anlagenteilen abgesperrt werden. Der Hochdruckabscheider war noch zusätzlich durch federbelastete Sicherheitsventile und eine Berstkappe gegen die Folgen einer der bereits beschriebenen thermischen Zersetzungen abgesichert.

In der Anfangsphase des Betriebes gab es mehrere für die Entwicklung in den Leuna-Werken bedeutsame und wichtige Ereignisse. Bereits nach einigen Notprogrammen mit Entspan-

nung des Hochdruckabscheiders geschah Merkwürdiges. Einem Radfahrer wurde ein ca. 100 mm dickes, ca. 1 m langes rundes Polyethylengeschoss in größerer Entfernung von der Produktionsanlage ins Hinterrad geschossen. Glücklicherweise blieb der Radfahrer unverletzt. Das Geschoss wurde sichergestellt, und die Untersuchung des Falles ergab, dass es nur aus der Polyethylenanlage stammen konnte. Die Entspannungsleitungen des Hochdruckabscheiders waren schräg nach oben in die Atmosphäre gerichtet und füllten sich am Ende einer Notentspannung teilweise mit zurückfließendem Polyethylen, das darin erstarrte. Bei der nächsten Notentspannung schoss dieser erkaltete Pfropfen dann, angetrieben von einem Ethylen Druck von 25 MPa, in die Atmosphäre. Daraus wurde die Lehre gezogen, dass die Entspannungsleitungen senkrecht über Dach gezogen und außerdem direkt am Austritt des Entspannungsventils mit einem leicht zu reinigenden Abscheidetopf versehen werden. Außerdem wurde auf dem Dach über dem Ende des Entspannungsrohres ein Drahtkäfig installiert, der feste Polyethylenbrocken aufhalten sollte. Das sichergestellte Geschoss habe ich noch nach Jahren anlässlich einer Beratung beim Chef der technischen Sicherheitsabteilung des Werkes in dessen Dienstzimmer bewundern können.

Bei einem der nächsten Notprogramme nach der Installation des Käfigs kam es zu einem Brand auf dem Dach des Produktionsgebäudes, das zu dieser Zeit noch ein Teerpappdach war, was heute in einem solchen Betrieb undenkbar wäre. Auch das Dach der Kompressorenhalle war noch ein Holzdach. Der Drahtkäfig war durch die Wucht der Entspannung zerstört, und seine Reste mit einem großen Loch am oberen Ende zierten noch jahrelang das Dach über dem Hochdruckabscheider. Wie noch gezeigt wird, beschäftigte uns das mit diesem Käfig verbundene Problem des Brandes

über 10 Jahre später wieder, bevor es endgültig gelöst werden konnte.

In den ersten Betriebsjahren brachte wie so oft der Zufall einen Impuls für die Hochdruckpolyethylenentwicklung in den Leuna-Werken. Bei Kreislaufprozessen reichern sich bekanntlich Verunreinigungen im nicht umgesetzten, im Kreislauf geführten Medium an. So wurde zur Aufrechterhaltung eines niedrigen Inertgas spiegels im Ethylen in der 3.000 t/a Anlage aus dem aus dem Niederdruckabscheider ausgasenden Ethylen ein Teil als so genanntes "Purgegas" ausgekreist. Zur energetischen Verwertung wurde das "Purgegas" über ein Gebläse in das unter höherem Druck betriebene Heizgas system des Werkes eingespeist. Eines Tages geschah etwas anfangs Unerklärliches. Aus dem Extruder kam kein Polyethylengranulat sondern eine dünne Suppe, die sich nicht granulieren ließ. Die Untersuchung ergab, dass das Heizgasgebläse ausgefallen war, und dadurch wasserstoffhaltiges Heizgas in die Anlage gedrückt worden war. Der Wasserstoff, der sich als Kettenregler am Polymerisationsprozess beteiligte, bewirkte eine Kettenverkürzung des Polymerisates, so dass ein wachsartiges, niedermolekulares Polyethylen entstand. Manfred RÄTZSCHs Verdienst bestand darin, dass er das nicht als Störung abtat, sondern nach Anwendungsmöglichkeiten für dieses Zufallsprodukt suchte. Dabei kam ihm zu Hilfe, dass in dieser Zeit die letzte Fischer-Tropsch-Synthese in der DDR in Schwarzeide außer Betrieb genommen wurde und der dort anfallende ähnliche Fischer-Tropsch-Gatsch für verschiedene Anwendungsgebiete nicht mehr zur Verfügung stand. Manfred RÄTZSCH und die Wachs spezialisten der DDR erkannten die Potenzen dieses Produktes und so entstand ein neuer Zweig der Polyethylenforschung und -produktion in den Leuna-Werken. Das Produkt erhielt den Handelsnamen "LE-Wachs".

In dieser Phase der Entwicklung nahm ich am 1.5.1965 die Tätigkeit in der Polyethylenfor schung unter dem Betriebsleiter Dr. Manfred RÄTZSCH auf. Sein Sitz war damals eine relativ neue Baracke Bau 99c direkt neben der Poly ethylenanlage Bau 387a, das "Weiße Haus" genannt. Meine ersten Wochen verbrachte ich buchstäblich an einer Schreibtischecke eines Ingenieurkollegen in einem nahe gelegenen ehemaligen Lokschuppen. Das hinderte mich nicht, mich mit Enthusiasmus in mein neues Aufgabengebiet einzuarbeiten. Dr. RÄTZSCH hatte etliche junge Akademiker für die Poly ethylenforschung um sich geschart. Von Anfang an fühlte ich mich trotz der ungenügenden Arbeitsbedingungen wohl, da anders als in Schwedt ein gutes Arbeitsklima herrschte. Später saß ich dann mit den Kollegen Klaus EBS TER und Wilfried CLAUSNITZER, beide ebenfalls junge Absolventen, zusammen im "Weißen Haus". Unsere Aufgabe war die Ver suchsplanung, Betreuung der Versuchsdurch führung und Versuchsauswertung im Rahmen der Forschungsarbeiten in der Imhico-Anlage. Die laufenden Forschungsarbeiten in der Pilot anlage wurden von einer anderen Gruppe betreut. Bereits 1966 wurde Dr. RÄTZSCH dann Abteilungsleiter der Forschungsabteilung Hochpolymere und damit verantwortlich für die gesamte Hochpolymerenforschung in den Leuna-Werken. Die Imhico-Anlage blieb in seinem Verantwortungsbereich.

Die nächsten 15 Jahre forderten von unserem Forschungs- und Produktionskollektiv immer wieder die Lösung von technologischen und technischen Problemen. Das lehrte, dass ein großtechnisches Verfahren stets Weiterentwick lungsmöglichkeiten bietet und Verfahrenspflege fordert. Das betrifft sowohl den Bereich der Technologie wie auch die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens, die Technik, die technische Sicherheit und die Weiterentwicklung der Qualität der Produkte. Die Darstellung der Ent-

wicklung soll zeigen, wie mit wissenschaftlicher Arbeit, kritischer Analyse von Vorkommnissen, der interdisziplinären Zusammenarbeit und der Einbeziehung der Mitarbeiter ein Entwicklungsstand erreicht werden kann, der sich noch heute am Standort Leuna dokumentiert in den unter der Regie der Firmen The Dow Chemical Company (Dow) und Innospec GmbH produzierenden hochproduktiven Hochdruckpolymerisationsanlagen.

Etwa 1966 diente ein Versuch in der Imhico-Anlage der Entwicklung des niedermolekularen LE-Wachses. Mit den beteiligten Bedienungskräften waren auch Dr. RÄTZSCH und ich in der Messwarte der Anlage, als plötzlich ein Notprogramm auftrat. Die thermische Zersetzung erfasste nicht nur den Reaktor, sondern griff auch auf den Hochdruckabscheider über. Das dafür installierte Notprogramm sprach an. Da stürzte ein Anlagenfahrer in die Messwarte und informierte, dass es in der Anlage brenne. Die sofort alarmierte Werksfeuerwehr hatte nicht viel zu löschen, da nach der Entleerung der Anlage kein brennbares Medium mehr vorhanden war und der Hochdruckabscheider in einer nach vorn offenen Betonkammer stand. Es waren aber doch einige Schäden zu beseitigen. Die **Betriebs-, Mess-, Steuer- und Regel-**(BMSR)-Technik im Bereich des Abscheiders musste repariert und die technischen Schäden beseitigt werden. Die zusätzlich zu dem hydraulisch gesteuerten Spannungsventil und den zwei federbelasteten Sicherheitsventilen installierte Berstkappe zur Entspannung des Hochdruckabscheiders hatte nicht angesprochen, obwohl der Druck kurzzeitig wesentlich höher als der berechnete Ansprechdruck gelegen haben musste. Aber es hatten der Deckel des Hochdruckabscheiders und einige Hochdruckflanschverbindungen als Sicherheitseinrichtung gewirkt. Die thermische Zersetzung hatte einen solchen Druck erzeugt, dass die Deckelschrauben des Hochdruckabscheiders

und einige Hochdruckflanschverbindungen gedehnt waren, wodurch der Gasausbruch und der folgende Brand ausgelöst worden waren. Im geöffneten, total verrußten Hochdruckabscheider wurde nur noch ganz unten ein Wachspfropfen geborgen. Dr. RÄTZSCH konsultierte den "Peroxidpapst" der DDR, Professor Dr. A. RIECHE in Berlin, und kam mit dem Ergebnis zurück, dass eine Peroxidbildung in diesem Pfropfen stattgefunden und das Peroxid als Zündkirsche gewirkt haben könnte. Die Zündkirschentheorie konnte nicht bestätigt werden. Das System war durch den Wasserstoffgehalt von über 10 % thermisch instabiler geworden. Eine thermische Zersetzung ist verbunden mit einer Reaktorreinigung von Polymerbelägen und in der Folge einer solchen Zersetzung kam es dann stets zu einer merklichen Ethylenhydrierung zu Ethan, die offensichtlich an den danach nicht mit Polyethylen bedeckten Stahloberflächen im heiß gehenden Teil der Anlage katalysiert wurde. Das Problem der Hydrierung und der größeren thermischen Instabilität der Ethylen-Wasserstoff-Mischungen bestand bis nach 1990, bis der Kettenregler Wasserstoff durch einen anderen Kettenregler ersetzt wurde.

Die Auswertung der Störung ergab etwas psychologisch allgemein Bekanntes. In der Anlage war eine mobile elektronische Datenerfassungsanlage installiert, mit deren Hilfe der zeitliche Ablauf exakt ermittelt worden war und der ganze Vorgang bis zum Brand nicht länger als 30 Sekunden gedauert hatte. Die danach befragten Anlagenfahrer hatten aber den Eindruck, dass es viel länger, bis zu zehn "gefühlten" Minuten, gedauert habe. Meine Beteiligung an diesem Versuch wurde von einem Kollegen karikiert (Bild 4). Dr. RÄTZSCH war über dieses Bild sehr verärgert.

In dieser Zeit wurden auch die ersten Versuche zur Herstellung von Ethylen-Vinylacetatcopolymeren in der Anlage durchgeführt. Typisch

für die damalige Herangehensweise war, dass als Dosierpumpe für das Einbringen des Vinylacetats in den Hochdruckkreislauf bei 25 MPa auf Grund der langwierigen Beschaffungswege nicht eine neue Pumpe besorgt, sondern eine alte, dampfbetriebene Dosierpumpe vom Schrott wieder funktionstüchtig gemacht wurde (sie wurde vom Anlagenpersonal liebevoll "Hulda" genannt).



Bild 4 Karikatur "Nach dem Versuch" (Autor: Günther GLADIGAU)

1966 wurde die alte Ethylenanlage außer Betrieb genommen und das Ethylen vom neu errichteten Werkteil Leuna II geliefert. Da die Lurgi-Sandcracker am Anfang sehr stör anfällig und noch keine Ethylenlagerkapazitäten vorhanden waren, konnten die Polyethylenanlagen in der Anfangszeit wegen Ethylenmangels öfter nicht betrieben werden.

Die ICI-Hochdruckpolyethylenanlage

1966 wurde eine aus Großbritannien importierte Hochdruckpolyethylenanlage mit drei Rührreaktorstrahlen nach dem ICI-Verfahren für je 8 kt/a im Werkteil Leuna II in Betrieb genommen (Bild 5). Solche Anlagen wurden abgestimmt auch von den RGW-Ländern Polen, Tschechoslowakei, Ungarn und Bulgarien importiert. Ursprünglich sollte Dr. RÄTZSCH Abteilungsleiter dieser Polyethylenproduktionsanlage werden und hatte zur Qualifizierung für die Technologie mit anderen Kollegen einen längeren Vorbereitungsaufenthalt in England gehabt. Er blieb aber Abteilungsleiter der Forschungsabteilung Hochpolymere. Die ICI-Straßen 1-3 wurden später durch Hubraumerweiterung auf eine Kapazität von je 12 kt/a intensiviert.

Angeschlossen an die ICI-Syntheseanlage war auf der Basis des Leuna-"Know How" eine vom Chemieanlagenbau der DDR realisierte Nachverarbeitungsanlage mit "Masterbatch"-Herstellung, "Compoundierung" und "Einfärbung". Typisch für das dirigistische und unwirtschaftliche System der Planwirtschaft der DDR war z.B., dass im Interesse der Anlagenauslastung die Leuna-Werke den Kunden keine "Farbmasterbatches" (PE-Farbkonzentrate) sondern nur eingefärbtes Polyethylen verkauft wurde, obwohl dadurch faktisch ein unnötiger, Kosten verursachender Verarbeitungsschritt in den Leuna-Werken erfolgen musste. Mit "Masterbatch" hätten die Kunden direkt bei der Endverarbeitung einfärben können. Nur die Kabelindustrie war stark genug, eine "Masterbatch"-Lieferung durch Vertragsgerichtsurteil zu erzwingen.

Diese ICI-Anlagen haben bis Mitte der 1970er Jahre die Hauptmenge der Hochdruckpolyethy-



Bild 5 Errichtung der Fundamente für die ICI-Straßen 1-3 im Jahr 1963

lenproduktion der DDR erbracht und waren bis in die 1990er Jahre in Betrieb. Charakteristisch für die technische Leistungsfähigkeit der Leuna-Werke war, dass die Reaktoren NW 300, ND 150 MPa von ca. 5 m Höhe, die nach einer festgelegten Anzahl von thermischen Zersetzungen nachvergütet werden mussten, diese Nachvergütung in den Leunaer Werkstätten erfahren konnten. Die anderen RGW-Länder waren dagegen gezwungen, die Nachvergütung in Großbritannien durchführen lassen.

Die LE-Wachs-Großversuchsanlage (LEGVA)

Die Möglichkeiten der 3.000 t/a Imhico-Anlage waren für die Produktion kapazitäts- und sortimentsmäßig begrenzt. Es handelte sich um einen Zweizonenrohrreaktor mit seitlicher Gaszuführung. Nach einer ersten Reaktionszone konnte man den Umsatz je Reaktordurchgang wesentlich steigern, da der seitlich zugeführte Strom durch die Reaktionswärme aus der ersten Zone auf Starttemperatur aufgeheizt wird. Durch den Reaktionsdruck von max. 150 MPa war außerdem die Produktion von hochtransparenten Folientypen nicht möglich, da die erreichbare Dichte bei hohen Umsätzen bei max. 0,92 g/cm³ lag. Für hochtransparente Folien sind aber Dichten im

Bereich von $0,925 \text{ g/cm}^3$ notwendig. Für eine wirtschaftliche Produktion wird dafür ein Reaktionsdruck von etwa 250 MPa benötigt. Die Entwicklung und Produktion von Ethylen-Vinylacetatcopolymeren war ein weiteres Ziel.

Die notwendigen Forschungsergebnisse für die Auslegung eines Zweizonenreaktors lagen vor. Deshalb wurde 1966 der Umbau der 3.000 t/a Anlage zur **LE-Wachs-Großversuchsanlage**, kurz "LEGVA" genannt, begonnen. Das Ziel war, möglichst viele der Anlagenteile der 3.000 t/a Anlage zu verwenden. Die wesentlichsten neuen Anlagenteile waren der hydraulisch angetriebene Höchstdruckkompressor für max. 250 MPa mit ca. 15 t/h Förderleistung, der Zweizonenrohrreaktor mit etwa doppelter Strömungsgeschwindigkeit des alten Reaktors, das neue Hochdruckrückgassystem, die Vinylacetatdosierstation und ein Wachssprühturm für die Konfektionierung des LE-Wachses. Durch die doppelte Strömungsgeschwindigkeit sollten die Wandansätze und die Verstopfungsgefahr verringert werden. Zwischen Reaktor und Hochdruckabscheider wurde ein Produktkühler installiert, um ein Übergreifen einer thermischen Zersetzung aus dem Reaktor in den Hochdruckabscheider zu verhindern. Die verfahrenstechnische Auslegung der neuen Ausrüstungen erfolgte in Leuna, wobei Herr KASPEREIT eine sehr gute Arbeit leistete. Die Gesamtverantwortung lag aber immer bei uns Technologen. Die Anlage wurde von den Leuna-Werken projektiert und gemeinsam mit dem Chemieanlagenbau sowie dem VEB Germania Karl-Marx-Stadt realisiert.

Nach der Inbetriebnahme der LEGVA 1967 gab es, wie bei neu entwickelten Anlagen üblich, teilweise erhebliche, nicht erwartete Probleme. Der eingesetzte Kolbenkompressor für die Höchstdruckkompression mit ca. 1,5 MW Antriebsleistung, bei dem vor jeder Inbetriebnahme die Elektrozentrale informiert werden musste, überträgt große Impulse auf das nach-

folgende Rohrleitungssystem. So kam es, dass der insgesamt ca. 600 m lange Rohrreaktor "*wackelte wie ein Lämmerschwanz*". Das musste durch zusätzliche Versteifungen verhindert werden. Kaum war dieses Problem behoben, zeigte sich im Betrieb der Anlage, dass die Halterungen der Höchstdruckrohrleitungen, die mit Stahlbügeln von bis zu 20 mm Materialdurchmesser befestigt waren, oft abbrachen. Eine Lösung, die sich bis heute bewährt hat, wurde durch Einbeziehung verschiedener Spezialisten und ausführliche Diskussionen gefunden. Durch schwingungsdämpfende Eichenholzbeilagen, die in die Rohrbefestigung einbezogen wurden, konnte eine bis heute auch in den Folgeanlagen bewährte Lösung realisiert werden.

Ein weiteres Problem waren die Temperaturmessungen. Entlang des Reaktors waren Thermoelemente eingebaut zur Messung des Temperaturprofils im Reaktor und als Impulsgeber zur Auslösung der Sicherheitsprogramme bei Grenzwertüberschreitungen. In der Imhico-Anlage waren das über Linsenanschlüsse in den Reaktor eingebaute Hochdruckrohre mit etwa 10 mm Außendurchmesser. Die Thermoelementdrähte waren dabei an der Lötstelle am unteren Ende des Hochdruckrohres mit dem Rohr verschweißt. Durch die Dicke Hochdruckrohr reagierten die Temperaturmessungen relativ träge. Sie entsprachen auch nicht den Anforderungen der technischen Eigensicherheit, da diese eine galvanische Verbindung mit dem stählernen Reaktor nicht gestattete. Deshalb wurden trägheitsärmere handelsübliche Mantelthermoelemente eingebaut. Diese haben einen dünnen Metallmantel, sind eigensicher und durch eine Füllmasse druckfest. Nach kurzer Betriebszeit zeigte sich aber, dass sie bei den gewählten kleinen Abmessungen von ca. 3 mm Außendurchmesser den Strömungskräften im Reaktor nicht standhielten, abknickten und dann keine reale Temperatur-

anzeige ergaben. Deshalb wurden Mantelthermoelemente mit ca. 10 mm Durchmesser in Leuna entwickelt, gebaut und eingesetzt, die noch heute in den Rohrreaktoranlagen eingebaut sind.

Die LEGVA hatte wie eine Produktionsanlage einen Produktionsplan. Neben der Produktion wurde rege geforscht. So wurde ein Sortiment von Ethylen-Vinylacetatcopolymeren mit Vinylacetatgehalten von 5-30 Masse-% geschaffen und das Polyethylensortiment unter den neuen technologischen Möglichkeiten weiter entwickelt. Der Einsatz von organischen Peroxiden zur Umsatzsteigerung und von Kettenreglern zur Regulierung der mittleren Molmasse des Polymerisates wurde ebenfalls untersucht. Es sei noch erwähnt, dass wir die Versuchsbetreuung in der kontinuierlich laufenden Anlage oft in Schichten durchführten oder bis spät in der Nacht in der Anlage waren. Am nächsten Morgen erschienen wir trotz alledem wieder pünktlich zur Arbeit.

Die anwendungstechnische Prüfung, die Ermittlung der Eigenschaften der Produkte und ihre Erprobung bei den Kunden erfolgten durch die Abteilung Anwendungstechnik der Leuna-Werke. Die Anwendungstechnik war apparativ und personell gut ausgerüstet.

Die 4. Straße Mirathen

Bereits ab 1967 wurde der Bau einer weiteren Hochdruckpolyethylenanlage für 20 kt/a, der 4. Straße, nach dem nunmehr entwickelten Leuna-Verfahren geplant. Sie wurde an Stelle der ursprünglich geplanten 4. ICI-Straße in die bereits vorhandenen Gebäude eingepasst. Nur für den Höchstdruckkompressor musste eine neue Halle gebaut werden. Die Projektierung und Realisierung erfolgte durch den VEB Germania Karl-Marx-Stadt. In den Leuna-Werken war ein eigener Sektor für die Verfahrensentwicklung in der Forschungsabteilung Hochpolymere gebildet worden, als dessen Leiter ich fungierte. Wir waren in der Spitzenzeit ein Team von etwa 15 Mitarbeitern mit erfahrenen Technologen, die bereits längere Zeit in der Produktion gearbeitet hatten, gemischt mit jungen Ingenieuren, die sich bei uns entwickelten. Wir hatten das "Basic Design" mit den Ausgangsdaten für die Projektierung der Anlage zu erarbeiten. Dabei waren wir verantwortlich für die Auslegung der verfahrensspezifischen Ausrüstungen, der Ausgangsdaten für die Berechnung der nicht verfahrensspezifischen Ausrüstungen und die Angaben zum Automatisierungssystem. An die Projektierungsphase schlossen sich die Abstimmungen mit den Projektanten zu den technologischen Ausrüstungen und zu den einzusetzenden Apparaten an. Das gesamte technologische Projekt wurde Stück für Stück überprüft. In den technologischen Schemata waren z. B. die Druckmessstellen von uns angegeben worden, die Drucküberschreitungen alarmieren und eine Steuerung auslösen sollten. An besonders kritischen Stellen waren zwei redundante Druckgeber mit der Doppelfunktion nebeneinander angegeben. Die Projektierungsvorschriften forderten, dass für eine Alarmierung und einen Eingriff je ein getrennter Primärgeber installiert werden muss. Es erschienen nun im Projekt an dieser Stelle vier Druckgeber. Nach mühsamer Diskussion gelang es zu überzeu-

gen, dass die Projektierungsvorschriften auch mit zwei Gebern und jeweils der Doppelfunktion erfüllt sind. Diese Arbeit mit den Projektanten betraf sowohl die Syntheseanlage wie auch die Konfektionierung und Nachverarbeitung. Immer mit dabei waren die Mitarbeiter der Leunaer Projektierungsabteilung. Eine Episode zum Schmunzeln sei an dieser Stelle erwähnt. Ein ganz junger Absolvent, der sich sehr gut entwickelte, erhielt den Auftrag, in der LEGVA Daten zu messen und einen Kühler für die 4. Straße zu berechnen. Das Ergebnis war ein wahrhaft riesiger Mammutkühler, der nicht real sein konnte. Ich glaubte zwar den Beteuerungen des Kollegen, dass er die Temperaturmesswerte an den richtigen Stellen abgelesen und richtig gerechnet hatte, stieg aber sofort mit ihm aufs Fahrrad, um die in der Anlage gemessenen Daten zu überprüfen. Dort angekommen stellte sich heraus, dass die Messwerte bei geschlossenem Kühlwassereingang gewonnen worden waren. Der nach erneuten Messungen neu berechnete Kühler schrumpfte sofort auf eine plausible Größe.

Für die Auslegung des Reaktors waren die Untersuchungsergebnisse des Wärmeüberganges durch die mit einem Polymerfilm belegte Reaktorwand und ein auf der Basis der eigenen Untersuchungen und des veröffentlichten Wissensstandes entwickeltes kinetisches Modell grundlegend (Bild 6 [2]). Damit war auch die Berechnung der Molmassenverteilung des Polymerisates möglich, wie das Beispiel für einen Zweizonenrührreaktor in Bild 7 zeigt [3]. Die berechnete Molmassenverteilung zeigt eine gute Übereinstimmung mit den experimentellen Werten.

Gegenüber der LEGVA wurde für die 4. Straße die Strömungsgeschwindigkeit im Reaktor weiter erhöht und ein Höchstdruckkompressor mit 20 t/h Förderleistung geplant. Er wurde wieder mit hydraulischer Kraftübertragung bei

<i>Startreaktion</i>
$V_s = 2 \cdot k_{0s} \cdot f(T, p) \cdot f \cdot [I]$
$V_2 = 2 \cdot k_{0v} \cdot f(T, p) \cdot [O_2] \cdot [M]$
<i>Wachstumsreaktion</i>
$V_w = k_{0w} \cdot f(T, p) \cdot [Rf] \cdot [M]$
<i>Kettenabbruch</i>
$V_{AK} = k_{0AK} \cdot f(T, p) \cdot [Rf]^2$ und
$V_{AD} = k_{0AD} \cdot f(T, p) \cdot [Rf]^2$
<i>Kettenübertragung auf das Monomere</i>
$V_{UM} = k_{0UM} \cdot f(T, p) \cdot [Rf] \cdot [M]$
<i>Kettenübertragung auf einen Regler</i>
$V_{UR} = k_{0UR} \cdot f(T, p) \cdot [Rf] \cdot [SH]$

Bild 6 Kinetisches Modell der radikalischen Ethylenpolymerisation [2]

der Firma Burkhard, Schweiz, bestellt. Da der analog angetriebene Höchstdruckkompressor in der LEGVA am Anfang sehr störanfällig war, wurde mit dem Lieferanten daher noch während der Fertigungsphase eine Umkonstruktion auf mechanischen Antrieb vereinbart. Beide Kompressoren sind noch heute zuverlässig in Betrieb. Der hydraulisch angetriebene Kompressor in der LEGVA wurde durch die qualifizierte Arbeit der Maschinenschlosser bei Reparaturen und eine gute ingenieurtechnische Betreuung stabilisiert.

Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wurden der Produktkühler und die Kühler im 25 MPa Rückgaskreislauf, die mit Eingangstemperaturen von 250-270 °C arbeiten, mit Kondensat gekühlt, um Niederdruckdampf zu gewinnen.

Zur Verhinderung des Herausschießens von festen Polyethylenbrocken aus den Reaktor- und Hochdruckabscheiderentspannungsleitungen, wie in der Anfangsphase des Betriebes der Imhico-Anlage geschehen, wurden stabile Stahlgitter über den Entspannungsrohren vor-

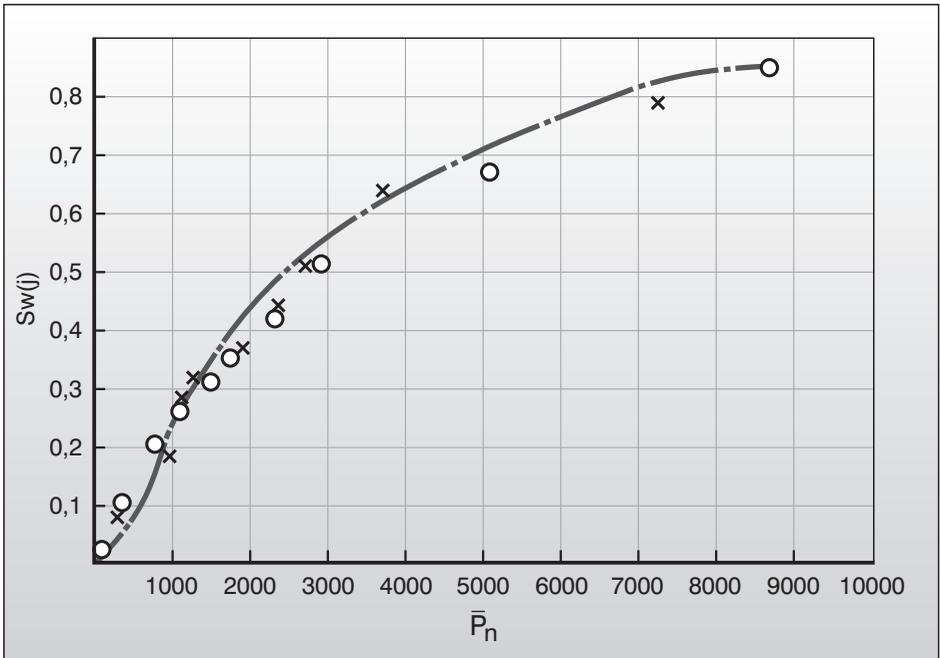


Bild 7 Berechnete (gezeichnete Kurve) im Vergleich zur experimentell ermittelten Molmassenverteilung (Kreuze und Kreise) [3]

gesehen. Die Projektierung der 4. Straße war Ende der 1960er Jahre praktisch abgeschlossen. Der Aufbau zog sich aber hin, so dass die Anlage erst 1975 in Betrieb genommen werden konnte.

Zwischenzeitlich geschah jedoch noch Großes, was die Polyethylenforschung in Leuna meiner Meinung nach auch vor "systembedingten" Schäden bewahrte. In der so bezeichneten "Systemzeit", beginnend Ende der 1960er Jahre, als die DDR-Führung ihr Heil in Lösungen analog dem Prinzip "Ross und Reiter" und der Konzentration der Forschung sah, wurde versucht mit der Bildung von Großforschungszentren, der Anwendung der Netzwerktechnik und der Operationsforschung den großen Sprung zu schaffen. Wir mussten eine Zeit lang Striche

ziehen und als Netzwerk bezeichnen, obwohl das bei unseren Aufgaben nicht erforderlich war. Nach ein paar Jahren war dieser Spuk vorbei. Das vom Leuna- und Buna-Kombinat geschaffene Großforschungszentrum verschwand wieder sang- und klanglos. Einige gewachsene Forschungsrichtungen in der DDR waren aber diesem Wahn zum Opfer gefallen. Das zeigte typisch, dass ein zentralistisch dirigiertes System nicht eine effektive Lösung für alle Aufgaben schaffen kann. Die Polyethylenforschung in Leuna überstand das schadlos auch und vor allem mit Hilfe des Regierungskommens mit der UdSSR.

“Polymir 50” – das Regierungs- abkommen “Hochdruckpolyethylen DDR-UdSSR”

Die Startphase 1969/70

Am 4.7.1969 haben die Regierungen der DDR und der UdSSR das Abkommen über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Hochdruckpolyethylens abgeschlossen. Den gemeinsamen Kollektiven von Wissenschaftlern und Ingenieuren wurde die Aufgabe gestellt, ein Hochdruckpolyethylenverfahren mit einer Straßenkapazität von mindestens 50 kt/a mit hohem Automatisierungsgrad zu schaffen, die notwendigen Ausrüstungen und Automatisierungsmittel und -geräte zu entwickeln und zu fertigen, die Projektierung für die Erstanlage durchzuführen und diese in der UdSSR zu errichten. Darüber hinaus wurde die Aufgabe gestellt, Arbeiten zur Weiterentwicklung des Hochdruckpolyethylenverfahrens durchzuführen. Die zweite Anlage nach dem entwickelten Verfahren war in Leuna geplant.

Die beteiligten Partner aus dem ZNIKA (Zentralnij Nautschnij Issledowatelskij Institut Kompleksnoj Awtomatisazii) in Moskau gestalteten frei nach Jean EFFELs “Die Erschaffung der Welt” auf humoristische Art “Die Erschaffung von Polymir” die Realisierung des Regierungsabkommens (Bilder 8, 9 und 10).

Für die Durchführung der vereinbarten Aufgaben wurden Arbeitsgruppen gebildet:

- Gruppe Technologie mit Sitz in Leuna, Leuna-Werke “Walter Ulbricht”
- Gruppe Automatisierung und mathematische Modellierung mit Sitz in Moskau, ZNIKA
- Gruppe Projektierung mit Sitz in Karl-Marx-Stadt, Chemicanlagenbau Leipzig-Grimma (CLG)
- Gruppe Ausrüstungen mit Sitz in Leningrad, LENNIICHIMMASCH
- Gruppe Autorenkontrolle mit Sitz in Leningrad, ONPO Plastpolymer

Die Leiter der jeweiligen Gruppe waren Spezialisten der Institutionen des Gruppensitzes,



Bild 8 Die göttliche Eingabe zur Erschaffung von Polymir: “Und Gott versammelte Spezialisten – Kommt und erschafft Polymir” (Zeichnung von Mitarbeitern des ZNIKA Moskau frei nach Jean EFFEL)

während deren Vertreter jeweils aus dem anderen Land kamen. Der "Rat der Spezialisten" wurde aus den Leitern der Arbeitsgruppen und deren Vertretern gebildet und stand unter der Leitung von dem damals bereits zum Professor berufenen Dr. Manfred RÄTZSCH, dessen Stellvertreter war der Generaldirektor des ONPO Plastpolimer Dr. Sorislaw Nikolajewitsch POLJAKOW, den wir ob seiner Erfahrungen, seiner Menschlichkeit und seiner Fähigkeiten in der Menschenführung sehr schätzen lernten. Der Rat der Spezialisten tagte in der Folge etwa halbjährlich, um Probleme zu beraten, zu lösen und den Arbeitsstand zu kontrollieren. Obwohl wir anfangs der Meinung waren, dass uns diese Zusammenarbeit beim Stand der Arbeiten bei der weiteren technologischen Entwicklung keine große Hilfe sein würde, ergaben sich durch die Zusammenführung der Spezialisten der Hochdruckpolyethylenforschung aus beiden Ländern eine Beschleunigung der Entwicklung auf technologischem Gebiet und durch die abgestimmte Entwicklung und Fertigung hochproduktiver Ausrüstungen in der UdSSR und in der DDR sehr positive Effekte für beide Länder.

Ich wurde als Leiter der Gruppe Technologie eingesetzt. Mein erster Stellvertreter war Dr. Naum Jakowlewitsch TUMARKIN aus dem ONPO Plastpolimer in Leningrad, der mit weiteren technologischen Spezialisten aus der UdSSR nach Leuna kam. Dr. TUMARKIN war einer der erfahrenen Polyethylenspezialisten des ONPO Plastpolimer. Im Ochta Kombinat des ONPO Plastpolimer war die Polyethylenforschung bereits seit den 1940er Jahren betrieben worden, so dass es dort sehr qualifizierte For-

scher gab. Dr. TUMARKIN sprach etwas deutsch und ich etwas russisch. So vereinbarten wir, dass er in der zweiseitigen Arbeit deutsch und ich russisch spreche. Zwar stand uns ständig ein Dolmetscher zur Verfügung, aber wir "radebrechen" uns mit unseren vorhandenen Grundkenntnissen auch zu besseren Sprachkenntnissen.

Nach etwa einem halben Jahr wurde Dr. TUMARKIN offenbar in einer gezielten Aktion sein Pass gestohlen, was ihm persönlich angelastet wurde. Er musste deshalb nach Russland zurückkehren. Erst nach über 10 Jahren durfte er wieder dienstlich zu uns kommen. Er ist ein sehr feiner Mensch und ich bin ihm bis heute freundschaftlich verbunden. Danach kam Dr. Arkadij Wassiljewitsch POLJAKOW als stellvertretender Leiter der Gruppe Technolo-



Bild 9 Erster Schöpfungstag: "Morgen: Studium der Kinetik der Polymerisation in der Anlage LEGVA" (Zeichnung von Mitarbeitern des ZNIKA Moskau frei nach Jean EFFEL)

gie nach Leuna. Er hatte in Kasan die Imhico-Anlage geleitet und war dann in die Forschung nach Leningrad gewechselt. Sprachlich und menschlich ging es mit ihm wie mit Dr. TUMARKIN weiter. Fachlich haben wir immer einen gemeinsamen Nenner gefunden.

Die Darstellung dieser Etappe der Arbeit werde ich, getreu dem Thema Hochdruckpolyethylenentwicklung, vor allem auf die technologische Entwicklung ausrichten und die anderen genannten Arbeitsgruppen nur dann in die Betrachtungen einbeziehen, wenn es technologischen Bezug hat. Die Zusammenarbeit erforderte oft lange, quälende Dispute, bis die angestrebten Lösungen erzielt waren. Aber die Ergebnisse konnten sich dann auch sehen lassen. Unsere erste Aufgabe war die termingerechte Erarbeitung der Ausgangsdaten für die Projektierung, das Basic Design und die Erarbeitung der Aufgabenstellungen für die Entwicklung der verfahrensbedingten Ausrüstungen wie z.B. der Kompressoren und der Austragsextruder. Das wurde termingerecht bis zum Abend des ersten Schöpfungstages erreicht (Bild 10).

Bereits in dieser Phase waren vom zukünftigen Betreiber der Erstanlage in Nowopolozk (Weißrussland) der Produktionsleiter der bereits produzierenden ICI-Polyethylenanlage GETMANZEW und die für die Neuanlage geplanten russischen Schichtleiter zur Ausbildung in der LEGVA in Leuna.

Die Gruppe Technologie hatte neben der Technologieentwicklung weitere Untergruppen:

- Untergruppe **Ökonomie**: Sie war für die Berechnung der Forschungskosten und der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zuständig.
- Untergruppe **Patente und Lizenzen**: Nachdem wir bereits unsere Forschungsergebnisse umfangreich patentrechtlich abgesichert hatten, bestand die Aufgabe, eine gemeinsame Patentkonzeption und die Voraussetzungen für gemeinsame Patentanmeldungen zu schaffen.



Bild 10 Erster Schöpfungstag: "Abend: Zusammenstellung der Ausgangsdaten" (Basic Design) (Zeichnung von Mitarbeitern des ZNIIKA Moskau frei nach Jean EFFEL)

- Untergruppe **Analytik**: Sie hatte die Aufgabe, die Analysenmethoden beider Länder zu vereinheitlichen. Ein Problem konnte diese Untergruppe jedoch nicht lösen. Zur Dichtebestimmung des Polyethylens wurde in beiden Ländern eine Schwebemethode des Polyethylengranulates mit Alkohol-Wasser-Mischungen angewandt. In Deutschland erfolgte das mit Methanol-Wasser-Mischungen, während in Russland aus Arbeitsschutzgründen wegen der "Trinkgefahr" mit Ethanol-Wasser-Mischungen, wie in der Norm festgelegt, gearbeitet wurde.
- Untergruppe **Anwendungstechnik**: Parallel zur Erarbeitung des Basic Design und zur Projektierung wurde das Sortiment für die Neuanlage in der LEGVA entwickelt. Anwendungstechnisch war von deutscher Seite Dr. Gerhard SCHILLING, ein qualifizierter und stets abwägender Spezialist verantwortlich. Ihm zur Seite standen neben den anwendungstechnischen Kapazitäten der Leuna-Werke die entsprechenden nach Leuna entsandten Spezialisten Dr. RJABIKOW und Dr. MJASNIKOW.

Die Phase der Erarbeitung der Unterlagen für die Projektierung erforderte viele Abstimmungen auch mit den Spezialisten in Leningrad, so dass ich zeitweise mindestens einmal im Monat dort arbeitete. Die Tagungen des Rates der Spezialisten mit den Arbeitsgruppenleitern und ihren Stellvertretern fanden abwechselnd in der DDR und in der UdSSR statt. Es wurden möglichst immer andere Tagungsorte gewählt. So lernten wir in der Sowjetunion neben Leningrad und Moskau Nowopolozk, Kiew, Nowosibirsk, Irkutsk und Grosny kennen. Die Kontrolle des Entwicklungsstandes der Kompressoren und Extruder führte uns nach Sumy und Kiew in der Ukraine.

Das Zusammenarbeiten bestand aber nicht nur aus Arbeit, wie die bisherigen Darstellungen

vermuten lassen könnten. Verbunden mit den Tagungen gab es auch Kultur- und Ausflugsprogramme. Unvergessen sind solche Eindrücke wie die Schatzkammer im Moskauer Kreml, die Balletaufführung Giselle, die Ermitage und die Sehenswürdigkeiten in Leningrad, eine Schiffspartie auf dem Ob, die Schönheiten Kiwos oder die Exkursion zum Baikalsee. Eine Fahrt mit Prof. RÄTZSCH und Generaldirektor Dr. S.N. POLJAKOW, die wir anstelle mit dem Flugzeug von Leningrad nach dem etwa 200 km entfernten Nowopolozk mit dem Auto unternahmen, ist mir besonders in Erinnerung geblieben. Noch nahe bei Leningrad hielten wir eine erste Rast an der von Puschkin verewigten Posthalterei. Sie zeigte sich unverändert wie im 19. Jahrhundert. So präsentierte sich uns auch das übrige Land jenseits der Städte. Es ist ein weites und schönes Land, aber auch noch heute ist für das weite Russland auf dem Dorf das einfache Holzblockhaus mit aus dem Brunnen geschöpftem Wasser ohne befestigte Straßen typisch.

Am 7.10.1970 wurde ein Leuna-Kollektiv mit Prof. Manfred RÄTZSCH an der Spitze für die Entwicklungsergebnisse des Verfahrens auf dem Gebiet der Hochdruckpolymerisation mit dem mit 120.000 Mark der Deutschen Notenbank (MDN) dotierten Nationalpreis I. Klasse der DDR ausgezeichnet (Bild 11). Das war ein Anlass zum Feiern. Die Preisträger organisierten für über 100 Mitarbeiter mit Ehegatten ein Fest. Es wurde ein Schwein beschafft und die Schlachtung im Heimatdorf bei einem Jugendfreund durchgeführt. Dazu wurde ein ordentliches Festprogramm gestaltet. Die Ausgezeichneten wurden vom Festkomitee mit Ketten gewürdigt, beginnend bei Professor RÄTZSCH mit 6 großen Hochdrucklinsen (das sind Dichtungen für Hochdruckrohrleitungen). Abgestuft ging es über 5 kleinere Linsen für mich bis zu einer kleinen Linse, für den Laureaten, der nicht nur nach Meinung des Festkomitee

tees am wenigsten mit der Auszeichnung zu tun hatte. Dass diese kleinste Linse dazu noch eine so bezeichnete "Blindlinse" ohne Durchgang war, führte zum Eklat, so dass dieser Kollege hemmungslos heulte. Das Fest ging weiter, und es gab auch keine Konsequenzen.



Bild 11 Nationalpreisurkunde

Die intensive Zusammenarbeit 1970-75

Die Entwicklungsarbeit wurde fortgesetzt. Die Reaktorauslegung war ursprünglich von den Strömungsgeschwindigkeiten im Reaktor der LEGVA und den dabei auftretenden Druckabfällen ausgegangen. Wir führten einen Versuch durch, bei dem wir die Strömungsgeschwindigkeit in der ersten Reaktorzone verdoppelten. Das Ergebnis war völlig unerwartet. Theoretisch hätte sich der Druckabfall ja etwa um den Faktor 4 erhöhen müssen. Er blieb jedoch annähernd gleich. Das hing offensichtlich damit zusammen, dass der Strömungswiderstand durch an der Wand haftende Polymere bei der niedrigeren Strömungsgeschwindigkeit wesentlich höher war als bei der doppelten Geschwindigkeit. Nach der Auswertung und Neuauslegung des Reaktors mit doppelter Strömungsgeschwindigkeit und insgesamt über 1.000 m Reaktorlänge, jedoch mit kleinerem Durchmesser, stand ein schwerer Gang bevor. Die Projektierung war bereits fortgeschritten, aber die Fertigung des Reaktors und die Bestellung der dafür benötigten Materialien waren noch nicht erfolgt. Anlässlich der nächsten Ratstagung der Spezialisten trug ich die Ergebnisse vor und beantragte, sie noch in das Projekt einzuarbeiten. Nach heißer Diskussion wurde der Vorschlag bestätigt und beschlossen. Das ist eine der wesentlichsten Entwicklungen, die Voraussetzung für die hohe Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ist. Auch die so genannte Reizung ist damit nicht mehr erforderlich. Welch gewaltige Dimensionen der Reaktor hat, zeigt der Vergleich mit dem Monteur auf einem der oberen Reaktorrohre (Bild 12). Die Bilder 13 und 14 vermitteln ein Bild von den Ausmaßen der Kompressoren und der Kompressorenhalle in Nowopolozk.

Im Anlagenbetrieb der LEGVA hatte sich besonders bei der LE-Wachsproduktion gezeigt, dass offensichtlich Toträume im Bereich des Reaktors einen wesentlichen Einfluss auf die



Bild 12 Teilansicht des Reaktors in Nowopolzk (Titelblatt der Sonderausgabe „Plaste und Kautschuk“) [4]

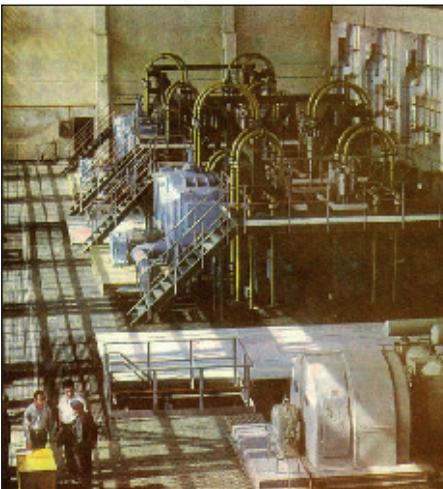


Bild 13 Kompressorenhalle in Nowopolzk

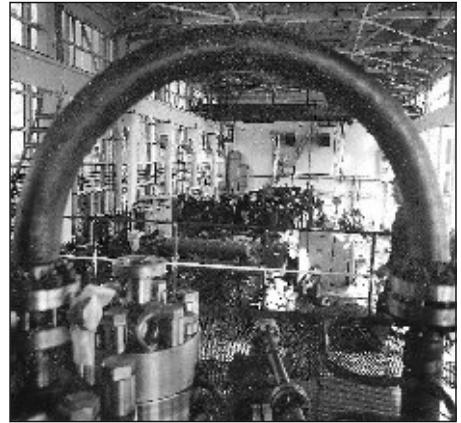


Bild 14 Blick durch den druckseitigen Bogen eines Reaktionsdruckkompressors in der Kompressorenhalle in Nowopolzk

Produktqualität und die Betriebssicherheit nehmen. In solchen Toträumen setzen sich gebildete Polymere zeitweilig fest und führen zur Vernetzung des Polyethylens, was zu den die Folienqualität negativ beeinflussenden Stippen (Inhomogenitäten in der Folie) führt. Außerdem können sich dort durch die fehlende Vermischung Nester bilden, in denen die Temperatur unkontrolliert ansteigen kann und thermische Zersetzungen initiiert werden können. Solche größeren Toträume waren nun gerade an den hydraulisch angetriebenen Sicherheitsventilen vorhanden. Diese waren als Eckventile über T-Stücke an den Reaktor und den Produktkühler angeschlossen. Bei einem Innendurchmesser von 40 mm ergibt sich ein beträchtlicher Totraum von größenordnungsmäßig 100 cm³ zwischen Reaktorinnenwand und Ventilkegel, in dem unkontrollierte Reaktionen ablaufen können. Gemeinsam mit Herrn HEMPEL vom Maschinen- und Armaturenwerk (MAW) Magdeburg wurde ein totraumloses Höchstdruckventil entwickelt, das direkt in die Strömung eingebaut wird und dessen Ventilschneidkante im Betrieb von der Reaktionsmischung umströmt wird. Diese Konstruktion hat sich sehr gut bewährt.

1973 ging es dann in die Endphase der Montage der Erstanlage "Polymir 50" in Nowopolozk. Als Leiter der Gruppe Technologie wurde ich vom Rat der Spezialisten als Verantwortlicher für die Technologie aus Leuna nach Nowopolozk entsandt. Dort waren bereits ca. 15 Spezialisten teilweise mit Ehepartnern und Kindern von den Ausrüstungslieferanten der DDR und vom Chemieanlagenbau unter Leitung des Herrn HEMME von Germania Karl-Marx-Stadt. Mit meiner Frau und dem zweiten, 5-jährigen Sohn ging es vom September 1973 bis zum Februar 1975 nach Nowopolozk, etwa in der Mitte zwischen Minsk und Riga an der westlichen Dwina gelegen. Von Leuna waren noch Dr. BAUER mit Familie, Herr ULRICH, Herr HUFENBACH mit Familie und einige Zeit auch Prof. RÄTZSCH mit Familie in Nowopolozk. Wir wurden in Neubauwohnungen, in den typischen 4-etagigen Plattenbauten Nowopolozks untergebracht. Mitte der 1960er Jahre war in Weißrussland aus dem Nichts die Stadt Nowopolozk mit einem Erdölverarbeitungswerk und einem Chemiekombinat ca. 10 km vom historischen, bereits seit dem 9. Jahrhundert bekannten Polozk aus dem Boden gestampft worden. Es war eine Neubaustadt mit ca. 30.000 Einwohnern und der kompletten dazu erforderlichen Infrastruktur. Für russische Verhältnisse war die Lebensmittelversorgung in den Geschäften gut, da die Chemiearbeiterstadt eine Sonderversorgung hatte. Für uns waren darüber hinaus noch zusätzliche Versorgungsmöglichkeiten geschaffen worden. Das Lebensmittelangebot war wesentlich schlechter als in der DDR. Frisches und ordentliches Gemüse konnte man praktisch nur auf dem Wochenmarkt ("Rynok") kaufen. Auf dem "Rynok" in Polozk erstand ich übrigens zu Weihnachten auch von den zwei angebotenen die obligatorische Weihnachtsgans. Obwohl wir uns offiziell nur innerhalb der Stadt und maximal bis nach Polozk bewegen durften, setzten wir uns an den Wochenenden auch in den Linienbus und fuhren in die Umge-

bung mit ihren unendlichen Wäldern, um Pilze zu suchen und das Land kennen zu lernen. In den Wäldern waren noch Reste eingefallener Stellungen des besonders beim deutschen Rückzug im zweiten Weltkrieg heiß umkämpften Gebietes zu finden. Als deutsche Spezialistengruppe veranstalteten wir recht viel gemeinsam, so auch Exkursionen nach Riga und Leningrad. Unser Sohn ging in einen russischen Kindergarten und lernte dort innerhalb eines knappen Jahres so gut russisch, dass er uns manchmal beim Übersetzen half.

Wir arbeiteten gern dort und bereiteten die Inbetriebnahme der Polymir-Anlage vor. Da die Montage noch nicht abgeschlossen war, arbeiteten wir Technologen in Vorbereitung darauf bei den Autorenkontrollen mit. Dabei wird an Hand der Projekte kontrolliert, ob die Montage jeder einzelnen Rohrleitung ordnungsgemäß ist. Nach Abschluss der Montage begannen der Probetrieb mit kalten Funktionsproben der einzelnen Anlagenteile ohne Betriebsmedium und dann der heiße Probetrieb mit Betriebsmedien. Für den Betrieb der Anlage war von den russischen Kollegen das technologische Reglement der Anlage als Betriebshandbuch erarbeitet worden. Das Deckblatt zeigt, wie bürokratisiert die Verhältnisse im russischen Sowjetstaat waren (Bild 15). Das Betriebshandbuch wurde beginnend mit den Leitern des Rates der Spezialisten, der technischen Leitung des Ministeriums, des dem Nowopolozker Chemiekombinat übergeordneten Sojuschimplast unterschrieben und vom Stellvertretenden Chemieminister WLASKIN bestätigt. Vom Chemiekombinat Nowopolozk hat das Dokument niemand unterschrieben. Auf 215 Seiten ist von den Autoren unter der Verantwortung von Dr. TUMARKIN die Anlage ausführlich mit den Endprodukten, der Regelungstechnik und der Sicherheitstechnik bis hin zu den Bedienungsanleitungen für die einzelnen Arbeitsplätze beschrieben worden.



Bild 15 Titelblatt des "Technologischen Reglements" (russisch)

Am 27.5.1974 kurz vor Mitternacht wurde die Polymerisation erstmals erfolgreich gestartet und das erste Polyethylen erzeugt. Es zeigte sich aber, dass die Polymerisation nicht stabil war und im Reaktor periodische Temperaturschwankungen auftraten. Die Anlage wurde daraufhin wieder abgestellt. Eine Analyse ergab, dass eine von uns gewählte technologische Schaltung das System schwingungsfähig gemacht hatte. Die daraufhin gefundene Lösung wurde von allen akzeptiert, und in kürzester Zeit wurden die notwendigen technischen Änderungen von den russischen Technikern realisiert.

In der Anfangsphase gab es das erste Notprogramm unter Polymerisationsbedingungen mit

Entspannung des Reaktors in die Atmosphäre. Es war zwar nur eine Grenzwertüberschreitung der Temperatur und keine thermische Zersetzung, so dass keine Rußbildung stattgefunden hatte, aber es war erstmals auch Polyethylen mit entspannt worden. Wie bereits für die 4. Straße Mirathen in Leuna montiert, waren auch in der Polymir 50-Anlage stabile Stahlgitter über den über Dach gezogenen Entspannungsrohren des Reaktors angebracht. Der Stahl der Gitter war nach diesem Notprogramm, von unten sichtbar, mit Polyethylen bedeckt. Nach einem Notprogramm kann die Anlage wieder innerhalb kurzer Zeit angefahren werden. Problemlos geschah das und die Anlage lief wieder längere Zeit ohne Zwischenfälle.

Beim zweiten Notprogramm ereignete sich jedoch Unangenehmes. Bei der Entspannung gab es eine so genannte "Air Decomposition". Die entspannte Ethylenwolke verpuffte in der Atmosphäre und erzeugte eine Druckwelle und einen lauten Knall. In den Betriebsgebäuden um die Anlage wurden etliche Quadratmeter Fensterglas zerstört. Der Knall war bis in die etwa 4 km entfernte Stadt Nowopolozk zu hören. Solche Air Decompositions waren von den ICI-Anlagen in Nowopolozk und in Leuna bereits bekannt und gefürchtet. Wir wussten auch, dass die Gefahr einer Air Decomposition bei Rührreaktoranlagen wesentlich höher als bei Rohrreaktoranlagen ist, bei denen sie fast nie auftreten. Sie ereigneten sich in den ICI-Anlagen in Nowopolozk häufiger als in Leuna. Mir sind aus den 30 Betriebsjahren der ICI-Anlagen in Leuna nur zwei Air Decompositions in Erinnerung. Die höhere Häufigkeit in Nowopolozk gegenüber Leuna wurde auf die atmosphärischen Bedingungen zurückgeführt, weil es in Nowopolozk öfter nebliger und feuchter ist als in Leuna. Ausführlich wurde nun sofort beraten. In der Imhico-Anlage in Leuna war es kurz nach der Installation des bereits erwähnten Drahtkäfigs über dem Hochdruckabscheider

auch zu einer Air Decomposition gekommen. Nachdem der Käfig durch die Wucht der Entspannung zerstört war und noch Jahre später als oben offener Käfig auf dem Dach stand und das entspannte Medium ohne Berührung mit dem Käfig in die Atmosphäre "geschossen" wurde, gab es nie wieder einen solchen Vorfall. Aus diesen in Leuna gesammelten Erfahrungen heraus unterbreitete ich den Vorschlag, die Stahlgitter zu entfernen. Bei der Auswertung mit allen anwesenden Spezialisten und Verantwortlichen wurde die Störung umfassend diskutiert. Die häufigeren Air Decompositions in Verbindung mit den atmosphärischen Verhältnissen in Nowopolozk wurden allgemein so gedeutet, dass die Zündung der Gaswolke durch elektrostatische Aufladungen der Atmosphäre bewirkt würde. In dem in der Polymir 50-Anlage in Nowopolozk aufgetretenen Fall könnte die elektrostatische Aufladung und Funkenbildung beim zweiten Notprogramm unter Polymerisationsbedingungen also durchaus beim Spannungsvorgang durch Reibung des mit dem Reaktorinhalt entspannten Polyethylens am auf dem Gitter beim vorhergehenden Notprogramm abgeschiedenen Polyethylen hervorgerufen worden sein.

Wir gingen am Abend auseinander mit der Entscheidung, die Stahlgitter zu entfernen. Ich war am anderen Morgen erstaunt, dass die Stahlgitter bereits demontiert waren. Die Gitter waren immerhin 6-8 m über der obersten Bühne angebracht. Die Kunst der Improvisation und die Fähigkeit auch mit einfachen Mitteln Probleme zu lösen, die ich bei den russischen Kollegen immer wieder bestaunt habe, hatten auch hier buchstäblich über Nacht ihre Früchte getragen. Die Techniker hatten einen Schweißbrenner an eine lange Stange gebunden und damit die mir ohne Gerüst unerreichbar erscheinenden Gitter abgebrannt. Der Beweis für die Richtigkeit der realisierten Lösung ließ nicht lange auf sich warten.

Zur gleichen Zeit lief die Inbetriebnahme der 4. Straße in Leuna (Bild 16). Prof. RÄTZSCH, der bereits wieder lange in Leuna war und seitens des Verfahrensträgers die Verantwortung für die Inbetriebnahme der 4. Straße trug, wurde in dieser Zeit von mir täglich per Telefon über den Stand der Inbetriebnahme in Nowopolozk informiert. Ich berichtete ihm über die Störung und die getroffenen Maßnahmen. Unter Hinweis auf die anderen atmosphärischen Bedingungen in Leuna hielt er eine Entfernung der Gitter für nicht erforderlich. Alle meine Beschwörungen halfen nichts. Die Gitter blieben. Man sollte es positiv sehen, dass er damit die Grundlage geschaffen hatte, die Richtigkeit unserer Schlussfolgerungen und Maßnahmen in Nowopolozk mit Donnergetöse in Leuna zu bestätigen. Ebenfalls beim zweiten Notprogramm unter Polymerisationsbedingungen in Leuna kam es zu einer Air Decomposition mit dem entsprechenden Knall. Da das nahe gelegene Betriebsgebäude wegen der ICI-Anlagen bereits 1966 mit Plexiglasscheiben versehen worden war, gab es jedoch keine Glasschäden. Nun war auch für Prof. RÄTZSCH die Zeit reif, die Gitter in der 4. Straße entfernen zu lassen. Seit 1975 hat es bei der Polymir 50-Anlage in Nowopolozk und der 4. Straße in Leuna keine Air Decompositions wieder gegeben.

Der Probetrieb in Nowopolozk konnte dann normal weitergeführt werden. Die Rezepturen für das geplante Polyethylensortiment wurden erfolgreich erprobt. Die entwickelten Ausrüstungen bewiesen ihre Leistungsfähigkeit, wenn auch die Zuverlässigkeit noch gesteigert werden musste. Zum Beispiel wurden einige Hartmetallbuchsen der Extruderlochplatten durch die Schmelze herausgedrückt. Die Polyethylenschmelze wurde durch die Löcher der Hartmetallbuchsen gepresst und durch ein in Wasser rotierendes Messer zu Granulat geschnitten. Das rotierende Messer wurde zerstört. Die zwei in der Anlage parallel betriebe-

nen, in Sumy (Ukraine) entwickelten und für den Reaktionsdruck von max. 250 MPa gefertigten Kompressoren mit einer Antriebsleistung von je 5 MW mit hydraulischem Antrieb hatten auch Anfangsprobleme. Sie arbeiteten später im Dauerbetrieb jedoch zuverlässig. Das Automatisierungssystem mit Prozessrechner bewährte sich. Die Messwarte war aber noch weitgehend mit konventioneller Mess- und Regeltechnik ausgerüstet. Das Anfahren der Hauptaggregat geschah vor Ort. Eine von uns in der Phase der Erarbeitung des Basic Design durchgeführte Untersuchung der automatischen Inbetriebnahme der Anlage war negativ, da die notwendige BMSR-Technik zu dieser Zeit noch nicht verfügbar war. Modern war die Bildschirmtechnik für das Temperaturprofil des Reaktors, was eine übersichtliche Kontrolle

des Reaktorzustandes ermöglichte. Nach erfolgreichem Abschluss des Probetriebes ging die Anlage in den Dauerbetrieb. Sie erfüllte vom ersten Tag an ihre Produktionspläne und die an sie gestellten Erwartungen (Bild 17).

Für die Ergebnisse der Zusammenarbeit wurde einem deutsch-sowjetischen Kollektiv 1976 zum Jahrestag der Oktoberrevolution der mit 10.000 Rubel (das entsprach damals 32.000 Mark) dotierte Staatspreis der UdSSR verliehen (Bild 18).

Wir führten danach noch Untersuchungen zur Weiterentwicklung des Verfahrens durch. So verlängerte sich der ursprünglich für ein Jahr geplante Arbeitsaufenthalt bis zum Februar 1975.



Bild 16 Die 4. Straße Mirathen wurde bis 1974 gebaut und 1975 angefahren



Bild 17 In der Anlage Polymir 50 in Nowopolzk 1975 (links: der russische Betriebsleiter, Mitte: der Autor, Gäste)

Im Sommer 1974 verbrachten wir mit unseren zwei Söhnen Thomas und Stefan einen 14-tägigen Urlaubsaufenthalt im Ferienlager des Institutes ONPO Plastpolimer am Schwarzen Meer in der Nähe von Sotschi am “Goldenen Strand”. Wir waren in dem Lager die einzigen deutschen Gäste und hatten schnell ein gutes Verhältnis zu den sowjetischen Urlaubern. Nach einer Woche erlebten wir wieder etwas Typisches. Untergebracht waren wir vier sehr eng in einem kleinen 9 m²-Raum in einem Bungalow. Wir beschwerten uns nicht, da die anderen Urlauber analoge Bedingungen hatten. Am Ende der ersten Woche wurden wir zu einem Abschiedsumtrunk einer Urlaubsfamilie eingeladen. Sie waren früher als wir angekommen

und hatten bei der Lagerleiterin um Unterkunft nachgefragt. Sie wurden mit der Einschränkung aufgenommen, dass sie das Lager verlassen müssten, wenn die Deutschen kommen. Das wäre also unser zweites Zimmer gewesen. Da wir uns nicht beschwerten, konnten sie bleiben und luden uns zum Abschied ein. Wir wurden auch in das von der Lagerleitung organisierte, private Fleischversorgungssystem einbezogen.

In Nowopolzk hatten wir viele Kontakte zu unseren russischen Kollegen sowohl persönlich wie auch bei gemeinsamen Veranstaltungen. In Erinnerung geblieben sind die Treffen am Suja-See mit dem Besuch der “urigen” Blockhaus-

borgt hatte, konnte ich deshalb auch keine Platzkarten buchen. Obwohl unsere russischen Betreuer uns abgeraten hatten, beschlossen wir auf unser eigenes Risiko nach Minsk zu fahren, um von dort mit dem Zug nach Berlin zu kommen. Stefan musste doch seine Einschulung in Leuna erleben. Die Fahrkartenverkäuferin in Minsk hatte weder Fahrkarten noch Platzkarten für uns. Sie gab uns den Rat, zum Zug zu gehen und uns zu kümmern. Als der Zug hielt, drückte ich der Schlafwagenschaffnerin die beiden Kinderfahrkarten in die Hand, und wir stiegen ein. Als der Zug abgefahren war, offenbarte ich mich, verhandelte mit ihr einen Preis und bezahlte in Rubel. An der nächsten Station stiegen Fahrgäste aus und wir hatten ein Schlafwagenabteil für uns. Als der Schlafwagenschaffnerin in Frankfurt/Oder ein deutscher Eisenbahner ein paar neue Schuhe brachte, die ich bewunderte, bot sie mir die von mir gezahlten Rubel zum Umtausch in Mark an. Die persönlichen Erfahrungen, die ich in den Jahren in Russland sammeln konnte, hatten wieder einmal ihre Früchte getragen. Stefan war jedenfalls rechtzeitig zur Einschulung in Leuna.

“Polymir 60” – die 5. Straße Mirathen

Projektierung und Vorbereitung

Bereits mit dem Regierungsabkommen Hochdruckpolyethylen war festgelegt worden, die zweite Polymir-Anlage in Leuna zu errichten. Die Erarbeitung des Basic Design dafür war 1973 abgeschlossen. Nach den Berechnungsunterlagen hatten wir uns entschieden, für diese Anlage mit denselben Grundausrüstungen eine um 20 % höhere Kapazität von 60 kt/a zu garantieren.

Als ich ab 1973 in Nowopolozk arbeitete, war mein Team in Leuna unter der Leitung meines Stellvertreters zurückgeblieben. Das Team hatte in dieser Zeit die Projektierung der 5. Straße Mirathen (damals die offizielle Benennung der Polymir-Anlage in Leuna) als Verfahrensträger in Leuna zu betreiben und die Belange des Verfahrensträgers für die 4. Straße Mirathen zu vertreten. Ein echter Polyethylenspezialist war er nicht, und es fehlten ihm auch für die Führung eines Teams notwendige Eigenschaften. 1975, nach dem Nowopolozk-Aufenthalt wieder in Leuna, fand ich einen praktisch führungslosen zerstrittenen Haufen vor, der kein richtiges Selbstvertrauen mehr hatte. So war es kein Wunder, dass mich mein Chef kurz nach meiner Rückkehr mit der Aussage konfrontierte, außer mir würde in meinem Team keiner, ja selbst der Herr WÖMPNER, der alles berechnet hatte, nicht glauben, dass die Anlage die garantierten 60 kt/a produzieren könne. Nach nochmaliger Überprüfung aller Auslegungsdaten und unter Berücksichtigung der DDR-Gegebenheiten, dass die Anlage in der Anfangsphase nicht 8.000 h/a Betriebszeit erreichen würde, aber trotzdem die garantierten 60 kt im Kalenderjahr produzieren musste, konnte ich die garantierte Zahl nochmals bestätigen. Wie heute, 35 Jahre danach, an der mehr als doppelt so hohen Jahresleistung der Anlage mit den gleichen Grund-

ausrüstungen (Reaktor und Höchstdruckkompressoren) zu erkennen ist, lagen wir mit der Garantie auf der sicheren Seite (wenn auch zu berücksichtigen ist, dass bis heute noch viele Verbesserungen in der Anlage realisiert und zur hohen Produktion beigetragen haben).

Die Arbeit in Leuna ging weiter mit den schnell wieder geordneten Hierarchien im Team und der Betreuung der Projektierung und Vorbereitung der 5. Straße Mirathen/Polymir 60 in Leuna. Die Erfahrungen aus Nowopolzk wurden in das Verfahren und die Ausrüstungen für die Polymir 60-Anlage eingearbeitet.

Um die Ethylenemission in die Atmosphäre zu verhindern, wurde ein geschlossenes Entspannungssystem installiert, in das das Entspannungsgas der Notprogramme geleitet wurde, bevor es in die Ethylenherstellungsanlage zurückgeleitet und einer Wiederverwendung zugeführt wurde.

Meine persönliche Entwicklung und die neue Abteilung

Persönlich sah ich in den Leuna-Werken keine weitere Perspektive und wollte eine Hochschullaufbahn einschlagen. Ein Wechsel zur TH Leuna-Merseburg (THLM) wäre zu diesem Zeitpunkt möglich gewesen. Da wurde ich im Frühjahr 1976 zum Generaldirektor Erich MÜLLER zitiert, der mir vorschlug, Abteilungsleiter der neu zu schaffenden Abteilung Polyolefinsynthese mit den Anlagen LEGVA, ICI-Mirathenstrassen 1-3, 4. Straße Mirathen und der zukünftigen 5. Straße Mirathen/Polymir 60 zu werden. Nach der Inbetriebnahme der Polymir 60-Anlage könne ich dann zur Hochschule wechseln. Nach anfänglicher Gegenwehr stimmte ich zu. Für die neue Abteilung wurden von der alten Abteilung Polyolefine die Synthesenanlagen ICI-Anlagen 1-3 und 4. Straße abgetrennt sowie die LEGVA von der For-

schung. Diese Abteilung wurde in der Betriebsdirektion Erdöl/Olefine angesiedelt, die von Dr. Wolfgang NETTE geleitet wurde.

Die neue Abteilung begann mit etlichen Provisorien, beginnend bei der Unterbringung bis zum Personal. Bereits am 1.1.1978 wurde die Abteilung Polyolefinsynthese der Betriebsdirektion Caprolactam und Plaste unter dem Betriebsdirektor Dr. Werner HAGER unterstellt. Da Dr. NETTE etwa die Hälfte der von der Forschungsdirektion mit der LEGVA übernommenen Schlosser in seiner Direktion behielt, sagte ich damals, er habe nach der Übernahme das Unverdauliche, die komplizierte LEGVA, wieder ausgespuckt.

Ab 1.7.1976 war ich nun für die gesamte Hochdruckpolyethylensynthese der Leuna-Werke zuständig. Täglich Punkt 7 Uhr war Frührapport, bei dem sich die Betriebsleiter der Straßen 1-4 und der LEGVA, der Abteilungsingenieur, der Vertreter des Labors, der Ökonome und der Abteilungsparteisekretär (so war es üblich) um den Tisch versammelten. Der Abteilungsparteisekretär war ein Schlosser, der eigentlich um diese Zeit hätte arbeiten müssen. Aber dazu war er auch zu anderen Zeiten kaum zu bewegen. Es wurden die aktuelle Situation in den Anlagen, notwendige Reparaturen und weitere Probleme beraten. Die Produktionspläne wurden immer erfüllt und die Produktqualität stimmte auch. Wesentlichen Anteil an den Ergebnissen hatte das gut qualifizierte Bedienungspersonal in den Anlagen.

Die Anlagen der Höchstdrucktechnik sind technisch sehr anspruchsvoll. Zwar schlugen die Schlosser die Schraubverbindungen mit Vorschlagshämmern an, aber sie benötigten auf ihre Art die Feinfühligkeit eines Uhrmachers. Die zweistufigen Höchstdruckkompressoren erfordern eine äußerst qualifizierte Wartung und Reparatur. Die dem Abteilungsingenieur Ing. Reinhard STÜBER unterstellten und qualifi-

zierten Rohrschlosser waren für die Wartung und Instandhaltung der Rohrleitungen und Apparate in der Anlage zuständig. Das ebenso qualifizierte Maschinenschlosser-, Elektro- und BMSR-Personal war innerhalb der Direktion in der Abteilung Technik organisiert. Außerdem konnten wir für spezielle Belange und für die Großreparaturen die zentralen Einrichtungen und Werkstätten der Technischen Direktion nutzen.

Bereits im ersten Jahr hatten wir ein neues Problem. 1975 wurde bei der jährlichen Großabstellung der Straßen 1-3 nach neun Betriebsjahren wasserseitig ein unzulässig hoher Verschleiß an den Hochdruckrohren ND 150 MPa der mit Rückkühlwasser beaufschlagten Kühler der Höchstdruckkompressoren festgestellt. Darauf war man eingestellt und wechselte die Kühlerrohre. Bei der Großabstellung ein Jahr später war der Verschleiß bereits wieder so hoch wie im Vorjahr. An extremen Stellen, an denen das Hochdruckrohr durch drei Bolzen am Kühlwassermantelrohr zentriert wurde, war die Wandstärke um bis zu 50 % geschwächt. In einer Sonderaktion wurden die Kühler neu mit Hochdruckrohren bestückt. Die starke Korrosion war hervorgerufen worden durch einen Anstieg der Salzkonzentration im Rückkühlwasser, verursacht durch den verstärkten Eintrag von Restlaugen der Kaliindustrie am Oberlauf der Saale. Als Gegenmaßnahme wurde die Installation eines Kondensatkühlkreislaufes beschlossen. Damit wurden die Hochdruckkühler mit Kondensat gekühlt, das wiederum in einem Kühler mit Rückkühlwasser auf die notwendige Vorlauftemperatur abgekühlt wurde. Diese Maßnahme hat sich im weiteren Betrieb bewährt. Eine Konsequenz war, dass wir sofort die Aufgabenstellung für die 5. Straße Mirathen/Polymir 60 ergänzten und eine Kühlkondensatstation vorgesehen und projektiert werden musste.

Die Kühlkondensatstation für die Straßen 1-4 wurde in Eigenregie von der Abteilungswerkstatt realisiert. Der Abteilungsingenieur Ing. STÜBER hat wie bei der Lösung technischer Probleme auch in späterer Zeit großes Talent und Können bewiesen. Eines Tages kam er zu mir, um eine Beichte abzulegen. Wir hatten eine Stahlkonstruktion beim Leunaer Stahlbau fertigen lassen, die wir nicht mehr benötigten. Da der Stahlbau diese Stahlkonstruktion nicht herausgeben wollte, hat er sie mit unseren Kräften an einem Wochenende vom Stahlbualager abholen lassen, um daraus Stützen für die Kühlkondensatstation zu fertigen und mit dem Rest unseren "Schrottplan" zu erfüllen. Leider erst nachdem die Kühlkondensatstation schon stand und der Schrottplan erfüllt war, stellte sich heraus, dass wir die falsche, eine noch benötigte Stahlkonstruktion abtransportiert hatten. Es wurde eine schwierige Beratung beim Betriebsleiter des Stahlbaues, die mit der Einigung endete, dass wir eine Neuervereinbarung abschlossen, damit die benötigte Stahlkonstruktion neu gebaut und von uns bezahlt werden konnte. So wurde das Gesetz umgangen, aber die paar Stützen und die Erfüllung des Schrottplanes kosteten ca. 300.000 Mark.

Probleme bereitete in der LEGVA vor allem der hydraulisch angetriebene Hochdruckkompressor. Die Zentralventile, die in einem Block Ein- und Auslassventil des jeweiligen Zylinders vereinigen, rissen häufig. Das hatte dann jeweils unerwünschte Anlagenabstellungen und Reparaturen zur Folge. Bei den notwendigen Entwicklungen wurde mit dem Lieferanten, der Schweizer Firma Burckhardt zusammengearbeitet. Seitens der Leuna-Werke hatte Dipl.-Ing. Gerhard BERGMANN einen großen Anteil an der schrittweisen Behebung der Probleme mit den Zentralventilen. Eines Tages hatten wir eine glücklicherweise gut ausgehende Störung. Bei den durch Temperaturüberschreitungen im Reaktor ausgelösten Notprogrammen wurde

der Kompressor automatisch abgestellt und durch ein hydraulisch betätigtes Absperrventil vom Reaktor abgesperrt, um gegebenenfalls ein Zurückschlagen einer thermischen Zersetzung aus dem Reaktor in den Kompressor zu vermeiden. Bei besagter Störung wurde ein solches Notprogramm durch eine Temperaturüberschreitung im Reaktor ausgelöst. Folgerichtig wurde der Kompressor vom Reaktor durch das ablaufende Programm abgesperrt. Was die Anlagenfahrer dabei beobachteten, war für uns anfangs unverständlich. Am Burckhardt-Kompressor wurde an einem Zylinderkopf eine glühende, mit Ruß versetzte Wolke ausgestoßen. Obwohl die Wolke auf jeden Fall Ethylen und Methan enthielt und glühend war, gab es in der Luft keine Zündung. Die Auswertung ergab folgendes: Zum Zeitpunkt des Notprogramms war das Zentralventil in dem betreffenden Zylinder fast durchgerissen. Es war bereits bei Reparaturen festgestellt worden, dass gerissene Ventile sehr heiß geworden waren. Das ist erklärlich. Bei einem solchen wachsenden Riss wird dieser durch die Druckschwankungen von ca. 100 MPa bei jedem Hub in der zweiten Stufe des Kompressors hin und her gebogen und dadurch heiß, wie ein Draht, den man in den Händen hin und her biegt. Im Betrieb vor dem Notprogramm wurden die Oberflächen des Zentralventils durch das strömende Ethylen gekühlt, so dass an den Ventiloberflächen keine so hohe Temperatur herrschte, dass eine Ethylenzersetzung ausgelöst werden konnte. Erst bei dem Notprogramm und dem dadurch abgestellten Kompressor konnte die Oberfläche des angerissenen, heißen, nicht mehr gekühlten Zentralventils in dem nun nicht mehr strömenden Ethylen die thermische Zersetzung auslösen. Da der Weg zum Reaktor durch das Absperrventil und andererseits zur Saugseite durch das Einlassventil versperrt war, kam es zu einer thermischen Zersetzung mit Temperatur- und Druckerhöhung im Kompressor, wodurch dessen Zylinderkopf angeho-

ben wurde und damit als Sicherheitseinrichtung wirkte und die glühende Wolke entspannte. Eine anschließende Berechnung bestätigte, dass die Wolke nicht gezündet hatte, weil sie bei der Vermischung mit Luft zu einem zündfähigen Gemisch bereits so tief abgekühlt war, dass ohne externe Zündquelle keine Zündung möglich war. Die Konsequenz war die Änderung der Sicherheitsschaltungen in der 4. und 5. Straße.

In den Höchstdruckbauteilen der 4. Straße gibt es Formstücke wie Bögen und T-Stücke, die etwas andere Dimensionen haben als die entsprechenden Hauswasserleitungsbauteile. Bei einem Innendurchmesser von 40 mm haben sie Wandstärken von etwa 20 mm. In der 4. Straße waren diese Bauteile aus dem üblichen Höchstdruckstahl 30 CrMoV9 gefertigt. Es traten in den Jahren zwischen 1975 und 1980 einige wenige Störungen auf, bei denen es an den genannten Bauteilen zu Gasundichten kam, die rechtzeitig bemerkt wurden. Daraufhin wurde das entsprechende Bauteil ausgewechselt und zur Untersuchung an die Materialprüfung übergeben. Dr. PRÜFER, ein qualifizierter Bruchmechaniker, untersuchte die Bauteile sehr gründlich. Im Untersuchungsbericht wurden die Brüche als Ermüdungsbrüche infolge des pulsierenden Druckes in den Bauteilen klassifiziert. Wenn ein kleiner Anriss vorhanden ist, arbeitet dieser unter den von hohen Drücken überlagerten Druckschwankungen und der Riss wächst weiter, bis es zur Undichte kommt. Wir ahnten bei diesen Gasundichten nicht, welche Ungemach uns die Bruchmechanik drei Jahre später noch bereiten würde.

Eines Tages gab es einen begrenzten Brand in einem Teil der LEGVA. Die Feuerwehr rückte an und hatte den Brand nach kurzer Zeit gelöscht. Die Schäden waren überschaubar. Durch den Brand waren Impulsleitungen zerstört und der Niederdruckabscheider musste

neu isoliert werden. Was war passiert? Ein Anlageneinsteiger hatte die Aufgabe, aus einem Kesselwagen das Kompressorenschmiermittel Paraffinöl in einen Tank zwei Räume oberhalb des später ausgebrochenen Brandes zu fördern. Durch mangelhafte Überwachung des Kollegen war der Behälter übergelaufen und hatte die für eine Tankdichtung vorgesehene Tasse zur Hälfte gefüllt. Es hätte damit eigentlich überhaupt kein Öl in den zwei Etagen tiefer liegenden Raum des Brandes kommen können, da die Tasse nicht übergelaufen war. Auch bei Überlaufen der Tasse hätten nach landläufiger Vorstellung die zwei dazwischen liegenden Betondecken das Öl ja auch aufhalten müssen. Außerdem fehlte eine Zündquelle für Öl, da die ganze Anlage explosionsgeschützt ausgerüstet war. Die Untersuchung ergab drei Befunde:

- Die Tasse unter dem Tank war gefliest und nach unten mit einer PVC-Folie abgedichtet. Diese PVC-Folie war aber an den Stahlstützen, auf denen der Tank ruhte, nicht vom Boden bis in die Höhe des Tanktassenoberandes hochgezogen.
- Paraffinöl als unpolares Medium fließt durch Beton fast wie Wasser durch eine Kies-schicht. Übergelaufenes Paraffinöl war deshalb sehr schnell durch die beiden Zwischendecken in den zwei Etagen tieferen Raum gesickert.
- Das durchgeflossene Paraffinöl drang in die Isolierung des mit etwa 200 °C beheizten Niederdruckabscheiders ein. Obwohl mit 200 °C die Zündtemperatur eines Paraffinöl-Luftgemisches nicht erreicht ist, fand in der Isolierung eine Reaktion mit dem Luftsauerstoff statt. Der durch die Isolierung bedingte Wärmestau führte zu einer solchen Temperaturerhöhung, dass eine Zündung erfolgte.

Zu allem Unglück kam noch der Kreisstaatsanwalt ins Haus. Er wollte die Schuldfrage und

Strafbarkeit klären. Da in diesem Fall keine Präjudizierung erfolgt war (wie das in der DDR oft vorkam und in Leuna nach dem Brand einer Rohöldestillationsanlage offensichtlich praktiziert worden war), wurde eine sehr sachliche Diskussion geführt. Der vom Staatsanwalt gezeigte Schluss war, dass durch die fehlerhafte Auskleidung der Tanktasse kein kausaler Zusammenhang zwischen der Überfüllung des Tanks und dem Brand besteht, der den Kollegen hätte angelastet werden können. Es gab ein einvernehmliches Ergebnis. Nachdem den zwei verantwortlichen Übeltätern bereits vorher klar gemacht worden war, dass alles getan würde, strafrechtliche Konsequenzen zu verhindern, kamen sie mit einem Verweis davon.

Die ICI-Straßen 1-3 hatten ebenfalls Probleme. Im Gegensatz zum Rohrreaktor ist der Rührreaktor ein ca. 5 m langer Autoklav mit Rührer, der durch einen im Autoklaven eingebauten Motor angetrieben und durch das dem Reaktor kalt zugeführte Ethylen gekühlt wird. Man unterscheidet zwischen Ein- und Zweizonenrührreaktor:

- Beim Einzonenrührreaktor wird das gesamte Ethylen oben in den Reaktor eingeführt.
- Beim Zweizonenrührreaktor werden 50 % des Ethylens oben und 50 % in der Mitte des Reaktors unterhalb einer Stauscheibe des Rührers eingespeist. Dadurch kann im Zweizonenreaktor in einer ersten Zone bei tieferer Temperatur und in der zweiten Zone mit der Gesamtmenge bei höherer Temperatur polymerisiert werden. So kann bei gleichem Umsatz mit einem Zweizonenreaktor ein Produkt höherer Dichte des Polymerisates bei gleichem Umsatz wie im Einzonenreaktor produziert werden.

In einer Straße mit Zweizonenreaktor war eine spezielle Foliensorte entwickelt worden. Die Anlage ließ sich problemlos in Betrieb nehmen

und produzierte diese Sorte ordentlich bis zur ersten Abstellung. Nach jeder Abstellung einer ICI-Anlage musste der Reaktor vor dem Anfahren von außen mit Heißluft aufgeheizt werden, bevor er wieder in Betrieb genommen werden konnte. Nach einer solchen Abstellung, die aus verschiedenen Gründen erfolgen konnte, kam es bei dieser Sorte regelmäßig beim zweiten Anfahrversuch zu einer thermischen Zersetzung im Reaktor mit Ansprechen der Berstscheiben und Entspannung in die Atmosphäre. Nach etlichen solchen Vorfällen wurde nach der ersten Abstellung nicht wieder gestartet, sondern der Reaktorrührer wurde gezogen. Die Reaktorwand und der Rührer waren oben total verklebt, so dass offensichtlich keine definierte Vermischung im Reaktor stattfinden konnte. Auch durch das Aufheizen vor der Wiederinbetriebnahme wurden definierte Bedingungen nicht wieder hergestellt und das als Initiator eingesetzte Peroxid verteilte sich offensichtlich nicht gleichmäßig. Anscheinend wurde durch örtliche Überkonzentrationen des Initiators die thermische Zersetzung ausgelöst. Das wurde behoben, indem die Reaktorbeheizung auch während des Betriebes nicht abgestellt wurde. Die bereits genannten Probleme des mit Wasserstoff als Kettenregler produzierten LE-Waxes bestanden weiter, so dass es bei der LE-Wachsproduktion öfter zu Produktionsunterbrechungen infolge thermischer Zersetzungen im Reaktor kam. Die Unterbrechungen waren meist nur kurz, da die Anlage normalerweise sofort wieder angefahren werden konnte.

Die LEGVA diente neben der Produktion weiterhin der Forschung. Die Paraffine, die im normalen Dieselkraftstoff (DK) enthalten sind, neigen bei tiefen Temperaturen zur Kristallisation und damit zur Ausflockung. Das führt im Winter zum Ausfall der Dieselmotoren. Klassisch gab es daher zwei Wege für das "Winterdiesel". Man kann den Destillationsschnitt so verändern, dass die Tieftemperaturbeständig-

keit besser wird oder man entfernt die Paraffine aus dem DK. Den letzteren Weg beschrift man in großem Maße in der Sowjetunion, indem man in den mehr als 10 aus der DDR importierten Paraffinextraktionsanlagen die Paraffine aus dem DK extrahiert. Ein anderer Weg besteht im Zusatz von Additiven. Es war ein neues Produkt auf den Markt gekommen, das der Verbesserung der Kältebeständigkeit des DK diene. Das neue Produkt war ein niedermolekulares Copolymeres des Ethylens mit Vinylacetat, das die Tieftemperaturbeständigkeit des DK verbessert, indem es verhindert, dass sich kleine gebildete Paraffinkristalle agglomerieren und ausflocken. Die LEGVA bot sich für die Entwicklung und Herstellung eines solchen Produktes an. Durch das LE-Wachs und die Produktion von Ethylen-Vinylacetatcopolymeren waren günstige Voraussetzungen für die Entwicklung dieses neuen Additives gegeben. Es konnte daher in relativ kurzer Zeit ein niedermolekulares Ethylen-Vinylacetatcopolymeres mit ca. 30 % Vinylacetat in der LEGVA entwickelt und patentiert werden (Bild 19). Dieses Produkt, gelöst in aromatischen Lösungsmitteln, hatte die gewünschten Additiveigenschaften. Die Entwicklung wurde in der LEGVA besonders durch Dr. Manfred GEBAUER und anwendungsseitig durch Frau Dr. Hiltrud TÄUBERT betreut.

Nach erfolgter Entwicklung und Ausprüfung des Additivs waren eine Anlage zur Herstellung der Lösung und deren Lagerung erforderlich. Das wurde über ein so genanntes "Intrac-Geschäft" realisiert. Die Intrac Handelsgesellschaft GmbH war eine Firma des Imperiums von Alexander SCHALCK-GOLODKOWSKI. Die gesamten wirtschaftlichen Berechnungen bei einem solchen Geschäft erfolgten auf D-Mark-Basis. Intrac finanzierte die Anlage. Die Anlage blieb so lange Intrac-Eigentum, bis sie durch den Produktexport ins kapitalistische Ausland refinanziert war. In dieser Zeit erhielt

**DIE HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER HOCHDRUCK-
HOMO- UND -COPOLYMERISATION DES ETHYLENS IN LEUNA**

ten die Leuna-Werke lediglich eine kleine Gewinnmarge. Das war das Prinzip aller Intrac-Geschäfte, die in Leuna besonders unter Dr. NETTE in der auf maximale Ausbeute an hellen Produkten ausgerichteten Erdölverarbeitung unter Einbeziehung der in Leuna gewachsenen Hydriererfahrungen getätigt worden sind.

Über den Intrac-Weg kamen wir sehr schnell zu der Anlage für unser neues Produkt, das sich nun bereits über drei Jahrzehnte bewährt hat. Bei der Inbetriebnahme der über die Firma

Intrac importierten Anlage bekam ich wieder einmal Herzklopfen. Bei den vorangegangenen Versuchen zur Entwicklung des Produktes war die LEGVA nicht ein einziges Mal die 12 Stunden ohne Anlagenausfall durchgelaufen, die im Vertrag für den Leistungsnachweis vorgesehen waren. Für den Leistungsnachweis klappte es dann erstmals (siehe Kasten "Philosophisches Intermezzo" auf Seite 43).

Für den Extruder der 4. Straße wurde eine Lochplattenentwicklung in Angriff genommen. Dem widmete sich mit Akribie Dipl.-Ing.

(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK **PATENTSCHRIFT**



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 29 Absatz 1 des Patentgesetzes

ISSN 0433-6461 (11) **0153 488**

Int.Cl.³ 3(51) C 03 F210/02
C 08 F218/08

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP C 09 F/ 218 242	(22) 18.10.79	(45) 15.01.82
-------------------------	---------------	---------------

(71) VEB LEUNA-WERKE "WALTER ULBRICHT"; DD;
 (72) SAETZSCH, MANFRED, DR. D. PL.-CHEM.; NETTE, WOLFGANG, DR. D. PL.-CHEM.;
 NETZSCHE, REINHARD, DR. D. PL.-CHEM.; HAGER, WERNER, DR. D. PL.-CHEM.; DD;
 GEBAUER, MANFRED, D. PL.-CHEM.; TREUBERT, WILTRUD, DR. D. PL.-CHEM.;
 SCHUELLER, PETER, D. PL.-CHEM.; ULRICH, KONRIG, DR. ING., DD
 (73) siehe (72)
 (74) VEB LEUNA-WERKE "WALTER ULBRICHT", KOPF, 4220 LEUNA 3

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON NIEDERMOLEKULAREN ETHYLEN-VINYLAZETAT-COPOLYMEREN

(57) Verfahren zur Herstellung von niedermolekularen Ethylen-Vinylacetat-Copolymeren mit Vinylacetatgehalten von 25 bis 50 Mol-% und Molekulargewichten von $1 \cdot 10^4$ bis $1 \cdot 10^5$ nP_ns bei 413 K in Hochdruckreaktoren in Gegenwart von 0,5 bis 2,0 Mol-% Wasserstoff als Polymerisationsregler bei Drücken oberhalb 80 MPa und bei Temperaturen oberhalb 270 K. Die Reaktionsmischung wird auf einen Zwischendruck entspannt, das gebildete Copolymer in dem Hochdruckabscheider bei Temperaturen zwischen 280 bis 300 K abgetrennt und das nicht umgesetzte Reaktionsgemisch nach Rekompensation dem Reaktor wieder zugeführt. Der Druck im Zwischendruckteil der Anlage wird auf mindestens $P = 6,3 = 14,3 \cdot C_{\text{Wasserstoff}}$ (P in MPa; $C_{\text{Wasserstoff}}$ in Mol-%), und der Druck im Hochdruckabscheider auf maximal $P = 200 - 0,3 T$ (P in MPa; T in K), eingestellt.

Bild 19 Deckblatt einer Patentschrift zur Polymerisation des Wirkstoffes für das Dieseladditiv

BERGMANN. Der Extruder der 4. Straße hatte original eine reine Stahllochplatte. Infolgedessen war der Verschleiß sehr hoch. Die Verwendung der Hartmetallbuchsen hatte sich in Nowopolzk nicht bewährt. Also wurde eine Lösung mit in die Lochplatte zwischen den Löchern eingelassenen und verlöteten Hartmetallstegen entwickelt. Diese Lösung bewährte sich und wurde dann auch in der 5. Straße Mirathen/Polymir 60 eingesetzt.

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen mit den höheren Strömungsgeschwindigkeiten im Reaktor wollten und konnten wir in der 5. Straße Mirathen/Polymir 60 mit maximalen Reaktionstemperaturen von 300 °C arbeiten und mussten dafür den Reaktor bei 320 °C absichern. Mit 300 °C Maximaltemperatur im

Reaktor werden höhere Umsätze als bei den bis dahin möglichen 280 °C erreicht. Der Reaktor war von der Technischen Überwachung aber entsprechend der technischen Auslegung und den Normen nur für 300 °C zugelassen. Aus diesem Grund wurden eine Dichtlinse des Reaktors in der 4. Straße angebohrt und die Materialtemperaturen in verschiedenen Abständen zur Innenwand gemessen. Wie erwartet ergab sich, dass die daraus berechnete innere Wandtemperatur wesentlich niedriger war als die Temperatur des Reaktionsmediums gemessen mit den Thermoelementen, die zur Temperaturabsicherung des Reaktors auf die 320 °C eingestellt werden sollten. So kamen wir zum Einverständnis der Dienststelle der Technischen Überwachung in Halle/Saale, die Temperaturabsicherung des Reaktors auf 320 °C einzustellen.

“Philosophisches Intermezzo” zu Sozialismus und Wettbewerb

In der DDR wurde der sozialistische Wettbewerb groß geschrieben. Jedes Kollektiv sollte sozialistisch arbeiten und leben. Es wurde ein Brigadetagebuch geführt, an Hand dessen das Kollektiv am Jahresende um den Titel “Kollektiv der sozialistischen Arbeit” kämpfte, der mit einer Geldprämie verbunden war. Es wurde dabei auch dargestellt, wie die Arbeitsergebnisse mit Hilfe sowjetischer Neuerermethoden erbracht wurden. So stand dann z.B. im Brigadetagebuch, dass man 19 sowjetische Neuerermethoden angewandt hätte, ohne sie jedoch auch nur dem Namen nach zu kennen. Die DDR-Gewerkschaft FDGB hatte sich auf die Fahnen geschrieben, die Werk tätigen mit Hilfe des sozialistischen Wettbewerbs und mit Hilfe der sowjetischen Neuerermethoden zu Höchstleistungen zu stimulieren. Ein stets verkündetes Motto war ja *“Von der Sowjetunion lernen heißt siegen lernen”*.

Eines Tages bekam ich Besuch von hochrangigen Vertretern der Bezirksvorstandes des FDGB Halle und des Kreisvorstandes Leuna der Gewerkschaften. Sie wollten mich über die ‚Nowopolzker Methode‘ informieren und zu ihrer Anwendung in meinem Bereich initiieren. Diese Methode war aber nichts anderes, als die in den Leuna-Werken bereits in der 3.000 t/a Hochdruckpolyethylenanlage-Anlage realisierte Verfahrensweise. Sie bestand darin, dass ein Anlagenfahrer so ausgebildet wird, dass er mehrere Arbeitsplätze beherrscht. Das war auch in den ICI-Anlagen in Leuna so realisiert. Der Abteilungsleiter der ICI-Anlagen in Nowopolzk, der mit den sowjetischen Spezialisten im Rahmen der Entwicklung der Polymir 50-Anlage zwei Jahre lang in Leuna war, hatte nun erkannt, dass eine Arbeitskräfteeinsparung in seinen Anlagen in Nowopolzk durch diese bessere Qualifizierung der Arbeitskräfte möglich war. Er konnte dadurch etwa 20 % der Arbeitskräfte in den ICI-Hochdruckpolyethylensynthesenanlagen einsparen. Dafür wurde dem Genossen V.S. GETMAN-ZEW in der UdSSR ein hoher staatlicher Orden, der Rotbannerorden, verliehen. Trotz dieser großen Erfolge waren in Nowopolzk immer noch etwa 20 % mehr Arbeitskräfte eingesetzt als in unseren analogen ICI-Anlagen. Das konnte ich den ungläubig zuhörenden Gewerkschaftsvertretern berichten, worauf sie erfolglos abziehen mussten. Deshalb konnte die Nowopolzker Methode bei uns leider nicht angewandt werden.

Montage und Inbetriebnahme

Die Montage der von der Sowjetunion gelieferten Ausrüstungen, das waren 5 Kompressoren und 2 Austragsextruder, erfolgte unter der Anleitung russischer Monteure. Das waren gute Spezialisten, die wir bereits aus Nowopolozk kannten. Eines Tages kam der Chefmonteur, der Kollege SCHMONIN zu mir und sagte: *“Renchard, ich brauche 5 l Spirt zum Reinigen der Kompressorenteile”* (“Spirt” steht russisch für “Sprit”, 96%-iges Ethanol). Da ich wusste, dass der Abteilungsleiter in Nowopolozk einen 20 l Ballon mit der kontingentierte Jahresmenge “Spirt” zum Reinigen der Kompressorenteile in seinem Dienstzimmer im Tresor verwahrte, kam ich seinem Wunsch nach. Der Alkohol diente garantiert nicht der Reinigung von Kompressorenteilen, hat aber vielleicht die Montage “geschmiert”. Auf jeden Fall liefen die Kompressoren und Extruder im Betrieb dann ordentlich. In Nowopolozk, so habe ich es erfahren, war “Spirt” ein überragendes Zahlungsmittel, wenn es galt, zusätzliche Handwerkerleistungen zu organisieren.

Im Herbst 1979 erfolgte die Inbetriebnahme der Polymir 60-Anlage in Leuna. Ich wurde zum Anfahrtleiter der Gesamtanlage bestellt, einschließlich der Synthese (Bild 20), der Konfektionierung und der Nachverarbeitung (Bild 21). Im Nachhinein muss ich feststellen, dass es für die erfolgreiche Inbetriebnahme einer solch komplizierten und komplexen Anlage günstig ist, wenn ein Verantwortli-

cher der Verfahrensentwicklung die Verantwortung bis zur Überführung in die Produktion trägt. Der Diskussion, die Ergebnisse der Forschung seien nicht gut oder von der anderen Seite, die Mitarbeiter der Produktion seien nur nicht in der Lage, die guten Forschungsergebnisse umzusetzen, wird damit der Boden entzogen. Man kann oftmals nur bei sich selbst suchen. Wie sich noch zeigen sollte, wird immer wieder versucht, sich bei Problemen abzusichern. Auf wen konnte aber der zeigen, der vom ersten Strich für das Basic Design über alle Abstimmungen zum Projekt und den Ausrüstungen vom Verfahrensträger her zuständig gewesen war und nun die Inbetriebnahme zu verantworten hatte? Nur auf sich selbst.

Durch Berücksichtigung und Einarbeitung aller Erkenntnisse aus Nowopolozk waren die Kinderkrankheiten der Polymir 50-Anlage ausgemerzt. Der Probetrieb verlief reibungslos und der Leistungsnachweis ergab bezüglich Produktqualität und Menge, dass die Anlage sicher die Jahreskapazität von 60 kt/a erbringen würde.

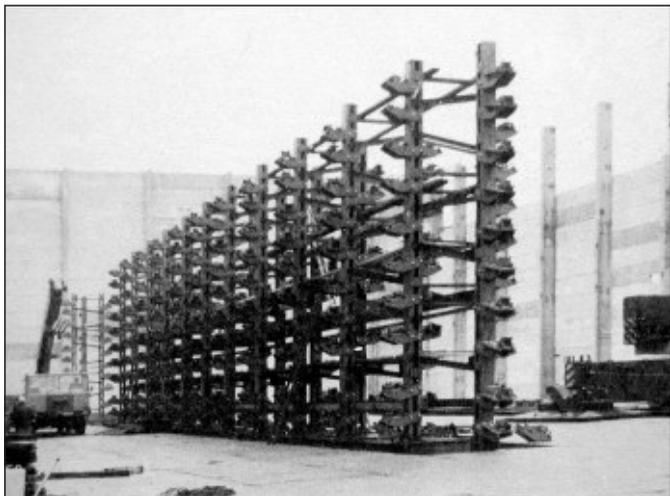


Bild 20 Rohrreaktorgerüst der 5. Straße Mirathen im Mai 1978



Bild 21 Aufbau der Silo-Anlage im April 1978

Zwei schwerwiegende Ereignisse in der Anfangsphase des Betriebes

Über zwei schwerwiegende Ereignisse in der Anfangsphase des Betriebes der 5. Straße Mirathen/Polymir 60-Anlage im Probebetrieb und im Dauerbetrieb in Leuna soll hier berichtet werden. Eines Morgens, wir saßen gerade beim Frührapport, war ein starkes Rauschen aus der Anlage zu hören, was auf einen Ethylen-gasausbruch hinwies. Daraufhin wurde der Betriebsleiter Dr. Klaus GEHRMANN zur Kontrolle der Ursache vom Frührapport entlassen. Als das Rauschen nicht aufhörte, hob ich die Runde auf und begab mich auch in die Anlage. Es war eine starke Gasundichte an einem Hochdruckbehälter ND 25 MPa im Hochdruckrück-gassystem aufgetreten. Die Feuerwehr war alarmiert worden und angerückt, musste aber nicht eingreifen. Die Undichte war zwischen dem Deckel und dem Hochdruckkörper aufgetreten. Die Problematik hatte schon in der Projektierungsphase eine Rolle gespielt. Für die Dich-

tung zwischen Deckel und Hochdruckkörper nur mit einem stählernen Doppelkonus-ring gab es keine Berechnungsmethode, weshalb auf beiden Seiten des Konus millimeterdicke Aluminiumdichtbeilagen angeordnet waren. Dadurch war die Abdichtung zwar nach den gültigen Berechnungsmethoden ordnungsgemäß, aber es bestand die Gefahr, dass das Aluminium durch die wechselnde thermische und Druckbelastung floss, wodurch es zu Undichten kommen kann. Diese Beilagen waren deshalb schon in der LEGVA und in der 4. Straße an den entsprechenden Hochdruckbehältern entfernt worden, was sich bereits über Jahre bewährt

hatte. Da die Dichtbeilage von wenigen Millimetern Dicke beim jetzt aufgetretenen Fall voll herausgedrückt worden war, gab es diesen starken Gasausbruch. Bei einer möglichen Undichte ohne Dichtbeilagen infolge der thermischen und Druckwechselbelastung wäre der Gasausbruch sehr klein. Die großen praktischen Erfahrungen unseres Ing. STÜBER waren eine grundlegende Hilfe bei der Lösung dieses Problems. Interne Beratungen ergaben, dass im Interesse der technischen Sicherheit die Aluminiumdichtbeilagen aus den etwa 5 Apparaten entfernt werden müssen. Der größte Apparat war der Hochdruckabscheider mit einem Innendurchmesser von 1.000 mm.

Da die Anlage sich noch im Probebetrieb befand, war der Chemieanlagenbau für diese Apparate zuständig. Die Beratungen waren schwierig und der Chemieanlagenbau lehnte im Fall des Weglassens der Aluminiumdichtbeilagen die Garantien für die Behälter ab. Da der Generaldirektor nicht im Hause war, zog ich mit meinem Problem zu seinem Stellvertreter.

Der vertrat die Meinung, dass wir die Dichtbeilagen lassen sollten, wenn der Chemieanlagenbau die Garantien ablehne. Darauf erwiderte ich, dass ich als verantwortlicher Anfahrleiter die Anlage mit Dichtbeilagen nicht wieder anfahren würde. Es wurde dann doch noch eine Übereinkunft gefunden und die Dichtbeilagen entfernt. Das kostete mich einen Sonnabend, als der Hochdruckabscheider nach dem Öffnen nun ohne Dichtbeilagen geschlossen wurde. Bewundernswert war, wie der Kranführer den tonnenschweren Deckel millimetergenau auf den Abscheider setzte und dabei die dicken Stehbolzen in die Deckellöcher einfädelt. Gestaut habe ich dann, wie "weich" doch solch ein System ist. Der Deckel wurde mit Muttern auf den etwa 24 wuchtigen Stehbolzen befestigt und mit einem Drehmomentenschlüssel nach einem Schema angezogen. Wenn man einmal rum war, war das Drehmoment an der ersten Mutter schon wieder weg. Am Ende war der Abscheider dicht und ist, so glaube ich, bis heute nicht wieder geöffnet worden. Alle notwendigen technischen Überprüfungen sind nämlich von außen möglich.

Eines Nachts im März 1980 klingelte bei mir das Telefon. Der aufgeregte Schichtleiter gab nur die Information: *"Die Anlage ist explodiert"*. Ich zog mich rasch an und erreichte 15 Minuten später mit meinem Fahrrad den Ort des Geschehens. Die erste Information ergab, dass keiner meiner Mitarbeiter verletzt worden war. Die Feuerwehr war bereits da und hatte den durch einen Ethylengasausbruch verursachten Brand schon gelöscht. Es bot sich mir ein schlimmes Bild. Der Ausgangspunkt der Havarie lag in der Kompressorenhalle. Es hatte eine Verpuffung einer Ethylenwolke in der Kompressorenhalle gegeben. Dadurch war das leichte Aluminiumdach weggeflogen und an den benachbarten Gebäuden waren die Aluminiumvorhängefassaden stark beschädigt. Die Kompressorenhalle war teilweise verrußt, einer der Höchstdruckkompressoren beschädigt und

eine Sicherheitsstahltür zwischen diesem Kompressor und dem Bediengang war förmlich in den Bediengang an die gegenüberliegende Wand geschossen worden. Neben dem Kompressor gab es vor allem noch Schäden an den Mess- und Regelgeräten und an den elektrischen Einrichtungen. Wir verschafften uns schnell vor Ort einen Überblick und stellten fest, dass ein Rohrbogen ND 250 MPa, NW 50 am Ausgang eines Zylinders der zweiten Stufe eines Höchstdruckkompressors geborsten war. Das Material war der Hochdruckstahl 30CrMoV9. Hersteller war MAW Magdeburg. So ein Rohrbogen hat eine Wandstärke von über 35 mm und wiegt ca. 50 kg. Am Scheitel des Rohrbogens klaffte ein Loch mit etwa 3 cm Durchmesser und das abgesprengte Teil hatte eine Lampe direkt über dem Kompressor zerschossen. Wenn man sich vergegenwärtigt, dass der normale Betriebsdruck in dem Rohrbogen so hoch wie der in einem Kanonenrohr beim Abschuss ist, kann man sich die Wucht des wegfliegenden Teiles vorstellen.

In der Kompressorenhalle war eine junge Anlagenfahrerin ca. 50 m von der Schadensstelle im Moment der Havarie mit Kontrollarbeiten an einem anderen Kompressor beschäftigt gewesen. Sie hatte einen Schock erlitten und wir konnten sie nicht wieder direkt in der Anlage einsetzen. Unsere Sicherheitsphilosophie, die Kompressorenhalle mit einem leichten Dach zu versehen, hatte sich bewährt, da dadurch die Verpuffung keinen hohen Explosionsdruck in der Halle aufbauen konnte. So erlitt die junge Kollegin keine physischen Verletzungen. Sie arbeitet bis heute dort. Der im Bediengang neben der herausschießenden Tür arbeitende Kollege erlitt weder physische noch psychische Schäden. Insgesamt hat das vor Ort befindliche Bedienungspersonal unmittelbar nach der Havarie überlegt und gezielt alles getan, um die Anlage in einen gefahrlosen Zustand zu bringen. So war ich gerüstet, als am Morgen der Havariestab mit dem Generaldirektor, dem Chef der

Betriebsfeuerwehr und weiteren Verantwortlichen im Betriebsgebäude der Anlage zusammen kam. Ich hatte als Anlagenbetreiber auf alle bis dahin beantwortbaren Fragen Antworten. In dieser Beratung wurde ich als Leiter der Untersuchungskommission eingesetzt.

Parallel zur Ursachenuntersuchung wurde die Instandsetzung der Anlage in Angriff genommen. Da das Feuer nicht lange gebrannt hatte, waren an den benachbarten Kompressoren, am havarierten Kompressor am Triebwerk keine Schäden entstanden. Am havarierten Kompressor waren Schäden an Zylindern, Zentralventilen und "Plungern" (Tauchkolben) entstanden. Die Kompressoren waren zwar komplett aus der UdSSR geliefert worden, diese speziellen Bauteile waren jedoch Zulieferungen der Firma Burckhardt aus der Schweiz. Zwei Wochen später fand die Frühjahrsmesse in Leipzig statt. Es wurde kurzfristig alles einschließlich der Devisen organisiert, und wir konnten während der Frühjahrsmesse die Lieferverträge mit der Firma Burckhardt abschließen. Es gelang uns auch, etwas mehr einzukaufen als unbedingt erforderlich war.

Bei der Ursachenforschung wurde die Zündquelle für die Verpuffung der Ethylenwolke relativ schnell gefunden. Ethylen, das im Gegensatz zu Wasserstoff im zündfähigen Gemisch mit Luft bei Entspannung nicht zur Selbstentzündung neigt, muss gezündet werden. Das konnte in unserem Fall entweder ein Funke sein (erzeugt durch das weg geschleuderte Bruchstück des Rohrbogens) oder eine andere Zündquelle. Da alle Anlageninstallationen in explosionsgeschützter Ausführung ausgelegt sind, kam die herab geschossene Lampe als wahrscheinlichste Zündquelle in Betracht. Bei der Zerstörung der Lampe wurde die Gaswolke wahrscheinlich durch einen elektrischen Funken gezündet. Aus den Prozessrechnerprotokollen und darauf aufbauenden Berechnungen ergab sich, dass bis zur Zündung der Gas-

wolke etwa 250 kg Ethylen ausgeströmt waren, die bei der Zündung als Ethylen-Luft-Gemisch eine mit einer 500 kg Bombe vergleichbare Energiemenge freigesetzt haben.

Zur Ermittlung der Ursachen wurde der geborstene Bogen in der Materialprüfung der Leuna-Werke durch Dr. PRÜFER untersucht. Wir gingen davon aus, dass es sich wieder um einen Ermüdungsbruch handelte (wie in den vorhergegangenen Anrissen in der 4. Straße bei den Untersuchungen festgestellt, wo es jedoch nicht ein einziges Mal zum Bruch gekommen war). Bei diesen hohen Drücken und großen Durchmessern der Formstücke wird die Innenphase des Bauteiles an der Grenze zur plastischen Verformung belastet. Bei kleinen Anrissen oder Inhomogenitäten an der Innenwand des Bauteiles (z.B. bereits durch Schlackeeinschlüsse) bewirkt die pulsierende Druckbelastung durch die Kolbenkompressoren, dass diese kleinen Anrisse arbeiten und wachsen, so dass ein Ermüdungsbruch mit einem typischen Bruchbild entsteht. Nun trug Dr. PRÜFER ein anderes Ergebnis vor. Es würde sich nicht um einen Ermüdungsbruch, sondern um eine wasserstoffinduzierte Rissbildung mit anschließendem Wachstum handeln. Er fragte, ob denn Wasserstoff im Ethylen enthalten sei. Ich antwortete, dass Wasserstoff im ppm-Bereich enthalten sei, sich aber im Prozess abreichere, da ich der Überzeugung war, dass durch die kettenübertragende Wirkung des Wasserstoffs und die Ethylenhydrierung eine Wasserstoffanreicherung im Prozess nicht stattfinden könnte. Enttäuschend war für mich in dieser Situation, dass ohne jegliche vorherige Diskussion oder Ankündigung mein Abteilungsleiterkollege und ehemaliger Chef Prof. RÄTZSCH einen Brief des Inhalts schrieb, dass Berechnungen ergäben hätten, dass sich der Wasserstoff sehr wohl im Kreislauf anreichere. Später durchgeführte Analysen zur Bestimmung des Wasserstoffgehaltes bestätigten jedoch meine Aussage.

In der LEGVA, in der mit über 10 % Wasserstoff und demselben Stahl gearbeitet wird, waren solche Rissbildungen nicht aufgetreten. Dr. PRÜFER recherchierte weiter und kam zum Ergebnis, dass die wasserstoffinduzierte Rissbildung in unserem Fall durch den als Initiator verwendeten Sauerstoff inhibiert werden müsste. Das Endergebnis der Untersuchungen und Recherchen war, dass bei einem wachstumsfähigen Anriss durch die dynamische Belastung infolge der Druckpulsationen jede wasserstoffhaltige Verbindung am Grund des Risses mechano-chemisch gespalten wird und der dabei gebildete atomare Wasserstoff das Risswachstum unterstützt.

Weitere Untersuchungen des geborstenen Formstückes ergaben, dass es falsch vergütet war und an der Innenwand Fehler hatte, die wachstumsfähige Anrisse darstellten. Es war also vom MAW gelieferter Pfusch. Im Gegensatz zu den Anrissen in der 4. Straße, die im Betrieb in keinem Fall zum totalen Bruch geführt hatten, wurde geklärt, dass durch den größeren Durchmesser des Bauteiles in der 5. Straße die Restfestigkeit der Wand bei einer bestimmten Risttiefe nicht mehr ausreichte, ein Bersten des Bauteiles durch Gewaltbruch der Restwandstärke zu verhindern.

Da aber eine Anlage mit dem wasserstoffhaltigen Ethylen sicher betrieben werden muss, wachstumsfähige Anrisse wie Schlackeeinschlüsse nicht mit absoluter Sicherheit vermeiden werden können und die Durchmesser der Ausrüstungen nicht zu verkleinern sind, musste ein Weg gefunden werden, wie ein Risswachstum verhindert werden kann und auch in einem solchen Fall nicht zum Totalversagen des Bauteiles durch Gewaltbruch führt. Um das zu erreichen sind zwei Kriterien zu erfüllen:

- Erstens darf ein wachsender Riss nicht zum Gewaltbruch führen. Es muss das Kriterium erfüllt sein: Riss vor Bruch, das heißt Gas-

austritt vor Bersten durch Gewaltbruch bei einer bestimmten Rissgröße.

- Zweitens müssen wachstumsfähige Anrisse verhindert werden, um auch ein Risswachstum und Gasausbrüche beim Wachsen eines Risses auszuschließen.

Das Kriterium "Riss vor Bruch" kann mit einem höherfesten Stahl erfüllt werden, der bei durchwachsendem Riss noch so viel Restfestigkeit hat, dass kein Gewaltbruch erfolgt. Diese Bedingungen erfüllt der als Ergebnis der Untersuchungen für die Armaturen ausgewählte Stahl 30CrNiMo8.

Wachstumsfähige Anrisse können mit den Methoden verhindert werden, mit denen auch die Druckfestigkeit von Ausrüstungen allgemein erhöht werden kann. Dazu ist es notwendig, die plastische Verformung an der Innenwand der Bauteile durch dynamische Druckbelastungen zu verhindern. Ein üblicher und bekannter Weg ist die Anwendung von Schrumpfkonstruktionen bei der ein äußerer Schrumpfmantel auf den inneren Druckkörper aufgeschumpft wird, wodurch der innere Druckkörper zusammengepresst und damit auch die Innenphase vorgespannt wird. Das ist natürlich nur bei nicht all zu langen zylindrischen Bauelementen möglich. Bei Rohren und anderen Bauelementen kann die "Autofrettage" angewandt werden. Bauteile ND 250 MPa werden dabei mit einem Druck im Bereich von 700 MPa belastet. Dabei fließt der Stahl an der Innenphase des Bauteiles, während sich die Außenphase nur elastisch verformt. Beim Entspannen geht die Außenphase wieder in ihre ursprüngliche Dimension zurück, wodurch die Innenphase vorgespannt wird. Vereinfacht gesagt wird die Innenphase erst wieder bei erneuter Druckbelastung mit dem Autofrettagedruck plastisch verformt. Da damit Materialfehler und Anrisse an der Innenphase der Ausrüstungen zusammen gepresst werden, führen

dynamische Druckpulsationen nicht zu einem Risswachstum, weil die Anrisse dadurch nicht verformt werden können.

Gut war, dass die Reaktorrohre bereits aus dem Stahl 30CrNiMo8 gefertigt und autofrettiert waren. Die gesamten Formstücke und Armaturen ND 250 MPa wurden nun bei der österreichischen Firma Böhler gekauft. Sie wurden aus dem Stahl 30CrNiMo8 gefertigt, autofrettiert und bei der Instandsetzung der Anlage eingebaut. Im Herbst 1980 konnte die Anlage wieder in Betrieb genommen werden. Die Beseitigung der Havarieschäden kostete etwa 40 Millionen Mark.

An diese Havarie erinnerte ich mich 2009 wieder, als ich im "Spiegel" einen Bericht über den Achsenbruch am ICE 2008 und im Internet den entsprechenden Untersuchungsbericht las. Obwohl es sich um ganz andere Bedingungen handelt, sind die Schäden auf ähnliche Ursachen wie in unserem Fall zurückzuführen. Es gab bei den ICE-Achsen ebenfalls schon früher Anrisse, die gewachsen waren. Das eingesetzte Material ist ein ähnlich vergüteter Stahl, der 34CrNiMo6. Ausgangspunkt des Bruches war ein wachstumsfähiger Anriss, der durch die dynamischen Belastungen der Achse gewachsen ist und bei zu großer Schwächung der Achse dann zum Gewaltbruch geführt hat. Die Ähnlichkeit des Schadens veranlasste mich zu einem Besuch des mittlerweile ergrauten, kurz vor dem Ruhestand stehenden Dr. PRÜFER und ergab dieses Mal ohne längere Diskussion eine übereinstimmende Einschätzung zu diesem Dauerermüdungsbruch. Kürzere Inspektionsfristen der Achsen können zwar die Gefahr eines Totalausfalles praktisch verhindern. Da aber Schadstellen an den Achsen z.B. durch Steinschlag nicht absolut vermeidbar sind, erscheint eine endgültige Lösung des Problems nur durch die Materialwahl und Dimensionierung der Achsen erreichbar.

Die getroffenen Maßnahmen in der 5. Straße Mirathen/Polymir 60 haben das Eintreten solcher Ereignisse wie 1980 erfolgreich verhindert. Die Wiederinbetriebnahme der Anlage nach der Instandsetzung verlief reibungslos. Damit war das Regierungsabkommen Polyethylen zwischen der UdSSR und DDR mit der Errichtung und Inbetriebnahme der Zweitanlage in den Leuna-Werken erfüllt.

Die grundlegende Entwicklung der Polymir-Technologie war nun abgeschlossen. In den 1980er Jahren wurde in der 5. Straße, in der 4. Straße und in der LEGVA unter der Leitung von Dr. GEHRMANN und Dipl.-Ing. Harald BEER in Zusammenarbeit mit der Forschungsabteilung Hochpolymere die Entwicklung ständig weiterbetrieben.

So wurde bereits um 1980 begonnen, ein "Hochreines Polyethylen" zu entwickeln. "Hochrein" deshalb, weil es entsprechend den Anforderungen für Hochspannungskabelisierungen keine Verunreinigungen enthalten darf. Selbst kleine Verunreinigungen in der Isolierung können bei Hochspannungskabeln zu Kurzschlüssen führen. Das hochreine Polyethylen hat in der letzten Zeit eine noch viel größere Bedeutung als damals dadurch gewonnen, dass die Hochspannungsüberlandleitungen in Verruf geraten sind und mehr und mehr die Erdverlegung der mit hochreinem Polyethylen isolierten Hochspannungsleitungen gefordert wird. Für das hochreine Polyethylen wurden bereits damals entsprechende Analysemethoden entwickelt und Versuche in der 4. Straße durchgeführt. Die Produktqualitäten wurden weiterentwickelt, und es wurden Intensivierungsmaßnahmen zur Kapazitätssteigerung der Anlagen realisiert.

Viel Mühe wurde für die Stabilisierung der Hochdruckkompressoren aufgewandt. An den Zentralventilen der Kompressoren wurde gear-

beitet. Die Entwicklung und Fertigung von Hartmetallplungern für die Kompressoren wurde mit dem Hartmetallwerk Immelborn vorangetrieben. Das Hartmetallwerk Immelborn hatte die hydrostatische Pressanlage in der Dimension, die die grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung solcher Hartmetallplunger bildete. Hier sind wieder die Namen Dipl.-Ing. BERGMANN und Dipl.-Ing. Rudolf HUFENBACH zu nennen. Letzterer erwarb sich dadurch den Ehrennamen "Kompressoren Rudi". Die Entwicklung der Hartmetallplunger wurde erfolgreich durchgeführt und führte zur Importvermeidung.

Das Ergebnis

Bis zum "siebenten Tag der Schöpfung" (Bild 22) war nun ein ausgereiftes Verfahren erschaffen worden, das bis heute seine Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit bewiesen hat:

- zwei Großanlagen sind stabil in Betrieb,
- die hohe Strömungsgeschwindigkeit erlaubt den Betrieb ohne periodische Druckabsenkungen,
- es werden hohe Umsätze erreicht,
- der Anlagenbetrieb ist sehr stabil,
- die Produktqualität ist sehr hoch,
- das Produktsortiment ist breit,
- es sind sowohl Peroxide wie auch Sauerstoff als Initiator einsetzbar,
- der spezifische Energiebedarf ist günstig (auch durch die Abwärmenutzung),
- durch das geschlossene Entspannungssystem treten keine Emissionen in die Umwelt auf.

Die bisherigen Darstellungen haben sich besonders mit den technologischen und technischen Problemen der Entwicklung befasst. Für

den darüber hinaus interessierten Leser sei die Publikation "Die Entwicklung des Polymir-Verfahrens" empfohlen, in der in übersichtlicher Form die Polymir-Entwicklung und deren Ergebnisse dargestellt sind [5]. Neben der Technologie des Verfahrens (Bild 23) sind dort unter anderem dargestellt:

- das Phasendiagramm Ethylen-Polyethylen,
- das den dargestellten Berechnungen zu Grunde liegende kinetische Modell,
- die Abhängigkeit der Kennwerte der molekularen Struktur vom Reaktordruck,



Bild 22 Der siebte Tag der Schöpfung: "Und Gott hat seine Arbeit bis zum siebenten Tag vollendet und ruhte sich am siebenten Tag von allen Arbeiten aus, die er vollendet hatte ..." (Mitarbeiter des ZNIKA Moskau frei nach Jean EFFEL)

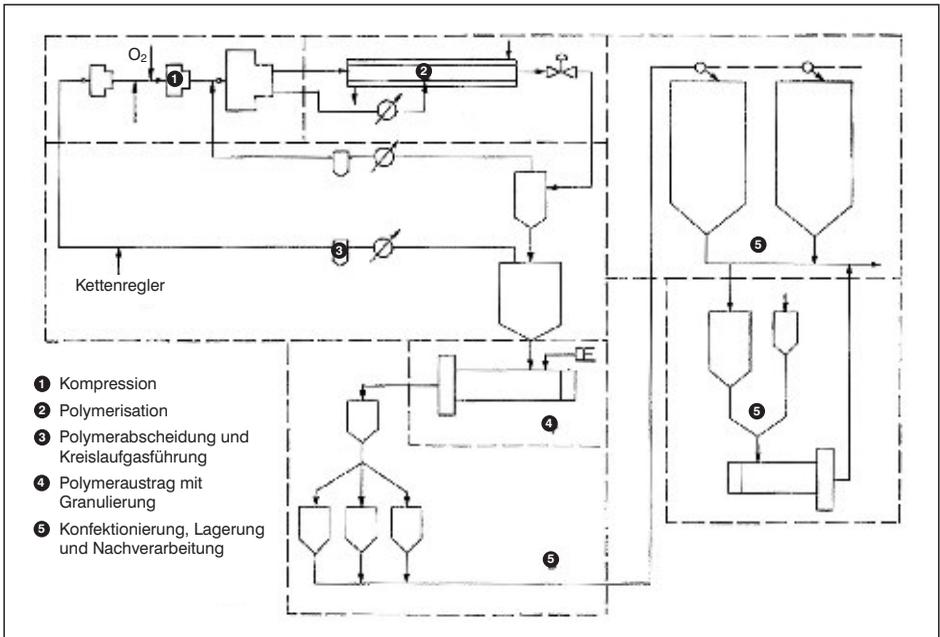


Bild 23 Technologisches Grundschemata des Polymir-Verfahrens [5]

- die berechneten Reaktortemperaturprofile,
- die Abhängigkeit des mittleren Polymerisationsgrades von der Reaktorlänge,
- die Abhängigkeit der Lang- und Kurzkettenverzweigungen von der Reaktorlänge.

Für die Erfindertätigkeit auf dem Polyethylengebiet wurde ich 1981 als Verdienter Erfinder ausgezeichnet.

Das Leben nach Polymir – die Butex- und Parex-Probleme

Für den Miterfinder von 62 Patenten auf allen in diesem Beitrag beschriebenen Gebieten der Hochdruckpolymerisationsentwicklung, hieß es nun, Abschied zu nehmen von der erfolgreichen Erschaffung der "Polymir-Welt" in Leuna. Mit Übernahme einer neuen Tätigkeit ab 1981 innerhalb der Leuna-Werke konfrontierten mich als chemischen Technologen die nächsten Etappen meiner Arbeit jenseits vom Hochdruckpolyethylen sofort wieder mit zwei Anlagen-Problemen, für die die Leuna-Werke Lizenzgeber waren.

Auf der Basis durchgeführter Forschungsarbeiten und einer in den Leuna-Werken betriebenen Anlage war ein Verfahren zur Butadienextrakti-

on aus der C4-Fraktion von Benzinspaltanlagen, das Butex-Verfahren, entwickelt und im VEB "Otto Grotewohl" Böhlen realisiert worden. Da sich bereits im Probetrieb eine Kolonne ständig mit Polymerisat zusetzte und die Anlage dadurch nicht betriebsfähig war, wuchs sich das Ganze zu einem Skandal aus. Die Leuna-Werke wurden allerorts angezählt. Wie in der DDR üblich, forderte der Minister den Generaldirektor schriftlich auf, die Schuldigen zu bestrafen. Der damalige Forschungsdirektor Dr. Hans-Heinrich REIF wurde als "Hauptverantwortlicher" vorzeitig in Rente geschickt und den verantwortlichen Bearbeitern wurde die Jahresendprämie gekürzt. Prof. RÄTZSCH, der stellvertretende Forschungsdirektor war, wurde die Funktion des Forschungsdirektors angetragen. Als Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR war ihm aber zeitgleich die Stelle des Direktors des Akademieinstitutes für Hochpolymerenforschung in Dresden angeboten worden. Er entschied sich für das Akademieinstitut und wechselte nach Dresden.

So kam es, dass es bei mir mit Hochschule wieder nichts wurde und ich ab 1.1.1981 zum Forschungsdirektor der Leuna-Werke gekürt wurde. Die erste Hauptaufgabe war zwangsläufig, die Angelegenheit Butex zu klären. Es waren prinzipielle Fehler gemacht worden. Ein durchaus guter Verfahrenstechniker, aber ohne technologische Erfahrungen, war für das Anlagen-design verantwortlich gewesen. Er hatte nicht genügend berücksichtigt, dass Butadien sehr polymerisationsfreudig und die Polymerisationsfreude obendrein noch stark temperaturabhängig ist. Die in den Leuna-Werken gemessenen Phasengleichgewichte und Betriebserfahrungen standen dem Team zwar zur Verfügung, ohne dass jedoch ein "echter" chemischer Technologe die Gesamtverantwortung hatte. Mit der sehr verängstigten Arbeitsgruppe und den auf krummen Wegen beschafften Ver-

fahrensunterlagen der Konkurrenz gelang es, durch vertretbare Änderungen und Umbauten die Anlage betriebsfähig zu gestalten und an Böhlen zu übergeben.

Es wuchs jedoch bereits ein zweites Problem heran. Ebenfalls nach einem Verfahren der Leuna-Werke hatte die DDR mehrere Anlagen zur Paraffinextraktion mittels Molsieben aus Dieselfractionen, das so genannte Parex-Verfahren, an die UdSSR geliefert. Dort wurden diese Anlagen zur Entparaffinierung der Dieselfraction der Erdöldestillation eingesetzt, in erster Linie um die Kältebeständigkeit des Dieseldieselsstoffes für die russischen Klimaverhältnisse zu verbessern. Die gewonnenen Paraffine wurden teils zu Futterhefe verarbeitet. Der Lieferant der Parex-Anlagen war der Schwermaschinenbau "Karl Liebknecht" (SKL) Magdeburg. Die von SKL garantierten Molsiebstandzeiten der vom Chemiekombinat Bitterfeld (CKB) gelieferten Molsiebe wurden in den sowjetischen Anlagen nicht erreicht. Bei den eingesetzten Turbokompressoren gab es Schaufelbrüche. Auf die in den Anlagen eingesetzten gasbeheizten Vorheizern waren zum besseren Wärmeübergang auf der Außenseite der Vorheizerrohre Noppen aufgeschweißt, die nach kurzer Betriebszeit infolge von Korrosion durch das ammoniakhaltige Betriebsmedium heraus fielen und zu Löchern in den Vorheizern führten. Die Schäden an den Turbokompressoren und den Vorheizern seien auf falsche Ausgangsdaten des Leunaer Vertragspartners zurückzuführen.

Für die vertraglich von SKL zugesicherte Molsiebstandzeit sollten plötzlich die Leuna-Werke verantwortlich sein. Das wäre zwar prinzipiell richtig gewesen, aber aus gutem Grund hatte Verfahrensträger Leuna die Übernahme der Molsiebstandzeitgarantie bei Vertragsabschluss abgelehnt. Die Dieselfraction musste vor der Paraffinextraktion hydorraffiniert werden. Dazu hatte der Verfahrensträger Leuna-Werke

den Einsatz des Leuna-Hydroraffinationsverfahrens gefordert. Da SKL die entsprechenden Hydroraffinationsanlagen nicht liefern konnte und die Leuna-Werke die Molsiebestandzeitgarantie beim Einsatz eines anderen Hydroraffinationsverfahrens ablehnten, hatte SKL die Standzeitgarantie vertraglich übernommen. Untersuchungen mit Hydroraffinatmustern aus der UdSSR in der Pilotanlage in Leuna waren positiv verlaufen, so dass das Risiko vertretbar erschien. Wie sich herausstellte, hatten die Hydroraffinate in den Produktionsanlagen der UdSSR jedoch eine schlechtere Qualität als die untersuchten Muster, so dass die Molsiebe nicht die vereinbarten Standzeiten erreichten.

Das Ganze weitete sich zu einem Skandal aus, bei dem alle mit den Fingern auf die Leuna-Werke zeigten. Dr. WAMBUTT, Leiter der Abteilung Grundstoffindustrie im ZK der SED und ein Vertreter des Politbüromitglieds MITTAG stellten bei einer Beratung zu den Parex-Problemen an mich die Frage, ob ich mit meiner Haltung meinen Namen in der UdSSR verlieren wolle. Es stand alles auf Sturm gegen uns.

Konsequenter Weise kam eines Freitags im November 1982 ein Brief des Ministers für Chemische Industrie (MfC) WYSCHOFSKY an den am Montag in den Urlaub verschwindenden Generaldirektor der Leuna-Werke, Erich MÜLLER, des Inhalts, die Schuldigen seien zu bestrafen. Mit dem üblichen Kürzel: "Dr. Ni. z.B. Mü" hatte der Forschungsdirektor nun diesen Brief kommentarlos zur Bearbeitung in der Hand. Nach reichlicher Überlegung beschloss ich, einen Brief mit dem in Bild 24 dokumentierten Schlussabsatz an den Minister zu richten, denn den Generaldirektor würde ich erst in 5 Wochen wieder zu Gesicht bekommen. Den Brief schickte ich aber nicht ab, sondern legte ihn nach Konsultation mit seiner Sekretärin dem Generaldirektor zur Kenntnisnahme vor, da ich zwischenzeitlich ebenfalls meinen Urlaub antrat. Aus dem Urlaub zurück war ich des Öfteren beim Generaldirektor MÜLLER, ehe er etwa zwei Wochen später eine Unterschriftenmappe aus dem Schreibtisch holte und mich fragte: "Doktor, was soll ich mit dem Schreiben?". Die Gegenfrage: "muss jemand bestraft werden?" wurde mit "wer redet denn

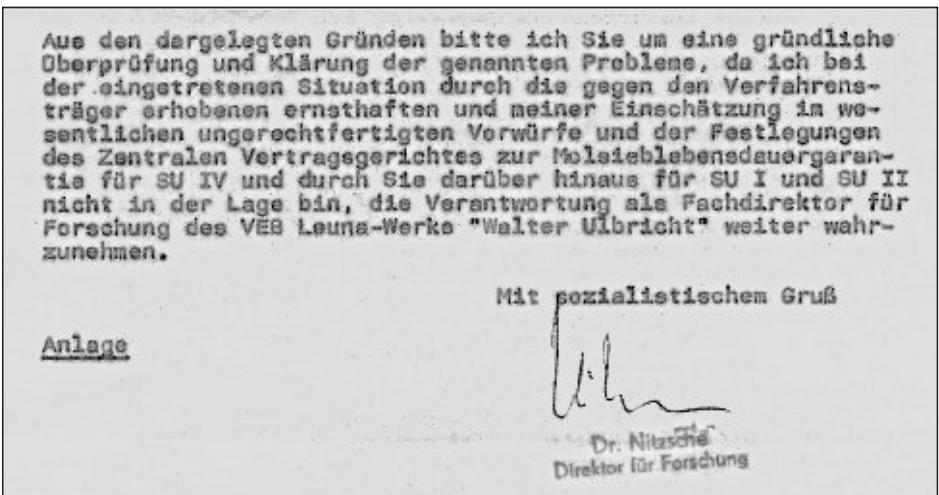


Bild 24 Schlussabsatz des an Minister WYSCHOFSKY formulierten Briefes

von *Bestrafung!*“ beantwortet. Da war mir klar, dass der Generaldirektor offensichtlich mit dem Minister das Problem geklärt hatte, und ich nahm mein Schreiben wieder an mich.

Wir konnten dann nachweisen, dass die Molsiebe nicht die erforderliche Qualität, das eingesetzte Produkt Raffinationsmängel und die Turbokompressoren Herstellungsmängel hatten. Die Vorheizter waren falsch berechnet, so dass die Temperaturen an den Noppen höher waren, als von uns zugelassen. Wir arbeiteten an der Ursachenforschung und Mängelbeseitigung mit, so dass auch diese Anlagen einen normalen Betrieb gewährleisteten. Mit Molsieben der Firma Union Carbide wurden ordentliche Standzeiten erreicht.

Die vielen aus der Polymir-Entwicklung und beim Betrieb der Hochdruckpolyethylenanlagen in Leuna gewonnenen technologischen und technischen Erfahrungen haben erheblich dazu beigetragen und geholfen, die bei Butex und Parex aufgetretenen Probleme zu erkennen und bei deren Behebung zu helfen. Sie haben andererseits gezeigt, dass bei Neuentwicklungen an verschiedenen Stellen Probleme auftreten, die nur durch ordentliche, analytische Arbeit unter Einbeziehung aller Spezialisten und deren Erfahrungen gelöst werden können. Jede Störung und Havarie war dabei nicht nur ein Schaden, sondern immer auch ein Anlass, die Ursachen zu ergründen und Verbesserungen zu erreichen. Gutachten von “Spezialisten”, die nicht helfen können und wollen, sondern nur ihre Zweifel anmelden wollen und keine konstruktiven Beiträge zur Problembewältigung liefern, sind, wie die praktische Erfahrung gezeigt hat, dabei nicht hilfreich.

Parex und Butex waren zwar nach außen die spektakulärsten Probleme des Forschungsdirektors der Leuna-Werke, aber nur ein kleiner Teil seiner Aufgaben. Schließlich war er für die

gesamten Forschungsarbeiten im Leuna-Kombinat zuständig: von der Synthesegaserzeugung, der Erdölverarbeitung, den Plasten, dem Caprolactam bis zu den Katalysatoren. Die Forschung war zum Teil zentral und zum Teil dezentral organisiert. Die Ergebnisse der dezentralen Forschungsthemen wurden ebenfalls vor dem Forschungsdirektor verteidigt.

Meine Funktion als Forschungsdirektor endete Ende 1984. Ab 1.1.1985 bis 1990 schloss sich die Funktion des Produktionsdirektors und Stellvertretenden Generaldirektors an. Als Produktionsdirektor war der Kontakt zur Polyolefinproduktion wieder enger.

1991 war ich als Abteilungsleiter Miramid verantwortlich für die Polyamid-6-Synthese und Nachverarbeitung, die heute zur BASF gehört, bevor ich ab 1.1.1992 die Möglichkeit ergriff, in den Vorruhestand zu gehen.

Ein Rückblick nach Jahren

2008 und 2009 besuchte ich erstmals wieder meine früheren Wirkungsstätten. Ich traf dort etliche ehemalige Mitarbeiter wieder, die vor 30 Jahren noch junge Anfänger oder auch schon ältere Hasen waren und nun die Weiterentwicklung nach 1990 aktiv mitgestaltet haben.

Die ehemalige LEGVA, die heute unter dem Namen Innospec GmbH firmiert, hat in den letzten 20 Jahren eine gute Entwicklung genommen. Ich bin weder autorisiert noch könnte ich die realisierten Maßnahmen in der Anlage umfassend beschreiben. Einige gravierende Änderungen, die mir bei meinem kurzen Besuch aufgefallen sind, darf ich aber sicher nennen. Durch den Ersatz des Wasserstoffs durch einen anderen Kettenregler bei der Produktion der Polyethylenwachse und des niedermolekularen Ethylen-Vinylacetatcopolymeren für das DK-Additiv Leunasol ist die Anlage sehr betriebssicher geworden und Notprogramme kommen nur noch äußerst selten vor. Außer diesen Produkten werden noch normale Ethylen-Vinylacetatcopolymere produziert. Die konventionelle Messwarte mit ihren vielen Messgeräten und Reglern ist verschwunden und durch eine moderne Messwarte mit Prozessrechnersteuerung in einem im Verhältnis zur alten Messwarte kleineren Raum außerhalb der Anlage ersetzt worden. Die Produktivität und Stabilität der Anlage ist wesentlich gesteigert worden. Durch den ständig wachsenden Bedarf an DK ist die Bedeutung von Leunasol zur maximalen DK-Produktion der Raffinerien sehr groß.

Von den Polyethylenstraßen im Werkteil Leuna II, den drei ICI-Straßen und den Straßen 4 und 5 sind nur die Straßen 4 und 5 übrig geblieben. Sie sind heute Eigentum der Dow Olefinverbund GmbH. Dipl.-Ing. Harald BEER, der vor über 30 Jahren seine Entwicklung als Schicht-

leiter in dieser Anlage begonnen hatte, ab 1985 als Betriebsleiter der Abteilung Polyolefinsynthese und ab 1995 Betriebsleiter der Anlage in der BSL Olefinverbund GmbH tätig war, nahm sich im Jahr 2009, gerade als Geschäftsführer der Dow Olefinverbund GmbH berufen, die Zeit, mir einen Einblick in das Heute zu gewähren. Bereits in der Messwarte der 5. Straße, noch am alten Platz, fällt auf, dass die konventionelle Technik völlig verschwunden ist. Die Messwarte der 4. Straße wurde integriert. Es gibt nur noch eine Messwarte für beide Straßen. Was vor 30 Jahren noch nicht möglich war, geht jetzt dank des Prozessleit- und Steuersystems und der Mikroelektronik. Die Anlagen werden vollautomatisch von der Messwarte aus angefahren. Die Analytik ist voll automatisiert, so dass es kein Schichtlabor mehr gibt, sondern nur eine Laborantin in der Tagschicht. Zur Einstellung der Produktqualität wird ein anderer Kettenregler als früher eingesetzt. Die Produktqualität wird sehr konstant eingehalten. Der Anlagenbetrieb wurde so stabilisiert, dass die Notprogramme mit Anlagenabstellung nur noch äußerst selten auftreten. Durch Desynchronisation der Kompressorenmotoren wurden die dynamischen Druckbelastungen des Höchstdruckteiles der Anlage verringert. Der Arbeitskräfteeinsatz, der in den 1980er Jahren fünf Anlagenfahrer je Schicht betrug, konnte durch die getroffenen Maßnahmen wie die Prozessrechnersteuerung und das automatische Anfahren stark gesenkt werden. In der 5. Straße wird als Hauptprodukt immer noch die Sorte für Schwerlastfolie produziert. Die Anlage produziert jetzt mehr als das Doppelte der projektierten Kapazität mit den Grundausrüstungen wie bei der Inbetriebnahme. Das weist auf die bereits bei der Auslegung der Anlage installierten Reserven und Möglichkeiten hin.

In der 4. Straße wird als Hauptprodukt das sehr gefragte hochreine Polyethylen produziert. Eine der dafür notwendigen Änderungen war

die Installation eines neuen Austragsextruders mit Vakuumentgasung. Dadurch ist die stundenlange Belüftung des Granulates zur Verhinderung der Bildung explosibler Ethylen-Luftgemische nach der Granulierung nicht mehr nötig. Damit wird natürlich auch die Möglichkeit des Eintrages von Verunreinigungen durch die Belüftungsluft verhindert. Die Lagerbunker sind ebenfalls direkt neben der Synthese angeordnet, um weite Förderwege zu vermeiden. ■

Ich möchte allen danken, die mit ihrer Arbeit in den Leuna-Werken dafür gesorgt haben, dass die Entwicklung zu dem Stand geführt hat, den wir 1990 erreicht hatten und der 20 Jahre danach mit weiteren Verbesserungen unter den Bedingungen der Marktwirtschaft weiterhin sehr erfolgreich ist. Wirtschaftlichkeit, Qualität, Energieökonomie und umweltschonende Produktion waren bereits früher die Zielstellungen unserer Arbeit. Sie sind eine Grundvoraussetzung für eine moderne chemische Produktion in der heutigen Zeit. Besonderen Dank auch meiner Frau, die immer Verständnis hatte, wenn ich nie pünktlich nach Hause kam oder wenn nachts das Telefon neben dem Bett klingelte.

Literaturverzeichnis

- [1] Gerhard LUFT: "Chem.-Ing.-Tech. 51" (1979) 10, 963
- [2] Manfred RÄTZSCH u. Reinhard NITZSCHE: "Plaste und Kautschuk 17" (1970) 1, 8
- [3] Manfred RÄTZSCH, Reinhard NITZSCHE und Rüdiger NITZSCHE: "Plaste und Kautschuk 18" (1971) 6, 423
- [4] Sonderausgabe "Plaste und Kautschuk", Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie (um 1976)
- [5] Hartmut BUCKA, Klaus-Dieter EBSTER, Reinhard NITZSCHE und Günter RICHTER: "Plaste und Kautschuk 28" (1981) 12, 675

Autorenvorstellung



Reinhard NITZSCHE

- 1936 geboren in Neukirchen, Kreis Merseburg
- 1950-54 Oberschule und Abitur an der August-Hermann-Francke-Oberschule in Halle
- 1954-60 Studium an der TH Chemie Leuna-Merseburg, Diplom bei Professor LANDSBERG auf dem Gebiet der Elektrochemie
- 1960-64 Assistenzzeit und Promotion bei Prof. LANDSBERG zum Thema "Die anodische Oxidation von Jodid und Jodlösungen an Graphitelektroden"
- 1965-76 Forschungsabteilung Hochpolymere, Leuna-Werke "Walter Ulbricht", zuletzt Sektorenleiter
- 1976-80 Abteilungsleiter Polyolefinsynthese, Betriebsdirektion Caprolactam und Plaste, Leuna-Werke
- 1981-84 Forschungsdirektor, Leuna-Werke
- 1985-90 Produktionsdirektor und Stellvertretender Generaldirektor, Leuna-Werke
- 1991 Abteilungsleiter Miramid, Leuna-Werke
- seit 1992 Vorruhestand und Rentner

DIE ENTWICKLUNG DER HOCHDRUCKPOLYETHYLENANLAGE LEUNA NACH 1990

von Steffen Kolokowsky und Dieter Schnurpfeil



Bild 1 Blick auf die Hochdruckpolyethylenanlage in Leuna (2002)

Der Übergang zur Marktwirtschaft 1990-95

Der vorstehende Beitrag von Reinhard NITZSCHE macht deutlich, dass Anfang der 1990er Jahre die fünf Polyethylenstraßen am Chemiestandort Leuna mit einer Jahreskapazität von bis zu 120 kt/a vergleichsweise modern und leistungsfähig waren. Die im Leuna-Werk entwickelte Technologie zur LDPE (Low Density Polyethylene)-Herstellung brauchte einen Vergleich mit konkurrierenden Verfahren nicht zu scheuen. 1990 gehörten einschließlich Compoundierung, der Technik- und Logistikbereiche ca. 900 Beschäftigte zum Geschäftsfeld Polyethylen. Es standen gut ausgebildete und hoch motivierte Fachleute zur Verfügung, die die technologischen Abläufe sehr gut beherrschten und hervorragend eingespielt waren.

Die Führungskräfte hatten rasch erkannt, dass es für die LDPE-Anlagen eine Reihe von Interessenten gab. Einer Privatisierung des Geschäftsfeldes Polyethylen wurden gute Chancen eingeräumt. Als ernsthafte Interessenten erwiesen sich die BASF, die Deutsche Shell AG und der Österreichische Mineralölverband (ÖMV). Alle forderten jedoch von der Treuhandanstalt (THA) verbindliche Zusagen zum Bezug von Ethylen. Deshalb musste die Privatisierung bis zur Klärung des mitteldeutschen Crackerproblems aufgeschoben werden [1a].

Die Shell AG legte bereits im Frühjahr 1990 für Böhlen ein interessantes und hochwertiges, aber nur auf diesen Standort begrenztes

Lösungskonzept vor, in dem sie auch Shell-eigene Technologien (z.B. den Propylenoxid-Styrol-Prozess) anbot. Die Gespräche mit der Shell AG scheiterten aber in dieser frühen Phase daran, dass die von Shell zur Sicherung der Rohstoffversorgung als unverzichtbar geforderte Pipeline von der Küste zum Böhleener Standort von der THA nicht unterstützt wurde. Außerdem fürchteten die THA und das Land Sachsen-Anhalt, dass eine alleinige Privatisierung von Sow (Sächsische Olefinwerke Böhlen) die der Buna- und Leuna-Werke erschweren würde [2a].

Parallel zu den Verhandlungen zwischen dem ÖMV und der THA zur Übernahme der Sow Böhlen GmbH und seines Crackers fanden am Standort Leuna Verhandlungen mit der ÖMV-Tochter Polymer Chemie Danubia (PCD) GmbH statt. 1992/93 stellte man sich im Geschäftsfeld Polyethylen in Leuna bereits auf eine Geschäftsübernahme durch die PCD ein, begann die Arbeit an gemeinsamen Projekten und führte Gespräche über die Verbesserung der Infrastruktur [1a].

Doch die Weichen wurden anders gestellt. Die Unternehmensberatung Arthur D. Little betrachtete die Standorte nicht mehr isoliert, sondern wählte als Restrukturierungsansatz einen Olefinverbund mit der Buna GmbH in Schkopau, der Sächsischen Olefinwerke (Sow) GmbH in Böhlen und dem Polyethylen-Geschäftsfeld in Leuna (Leuna Polyolefine GmbH). Auf Drängen der Treuhändlerin Birgit BREUEL wurde der langjährige Werkleiter in Stade und Dow-Manager Bernhard H. BRÜMMER Ende des Jahres 1993 für zweieinhalb Monate zur Erarbeitung des Restrukturierungskonzeptes für den Olefinverbund abgestellt. Dieses "Integrierte Polyolefinkonzept" beinhaltete den Zusammenschluss der Petrochemie an den drei genannten Standorten zu einem Verbund.

Am 1.3.1994 wurde BRÜMMER Vorstandsvorsitzender sowohl der Buna GmbH wie auch der Sow Böhlen GmbH [2b]. Neben der Aufgabe, die Unternehmensteile in Schkopau, Böhlen und Leuna schnell zusammen zu führen, setzte er zur konkurrenzfähigen Versorgung mit Rohstoffen gegenüber der THA nunmehr eine neue Pipeline von Rostock zu den genannten mitteldeutschen Chemiestandorten durch, startete die Neuverhandlung der nach der Wende geschlossenen, langfristigen und die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigenden Energieversorgungsverträge neu und brachte ein großes Programm zur Anpassung der Infrastruktur in Gang [2c].

Die Übernahme durch The Dow Chemical Company (Dow) und die Gründung der BSL

Die Dow pflegte bereits seit 1990 Kontakte mit der damaligen Buna AG (später GmbH), interessierte sich aber nur für einzelne Geschäftsfelder ohne konkrete Ergebnisse. Im Januar 1993 fragte die Buna GmbH nach Vorberatungen zwischen den Fachleuten offiziell bei Dow um technische Unterstützung beim Ausbau des Chlorhydrinierungsprozesses in Schkopau an [3]. Ende April 1994, nach einer Präsentation von Vertretern der Buna GmbH bei der europäischen Dow-Zentrale in Horgen (Schweiz) bekundete Dow in einem Schreiben an die THA Interesse an der Kooperation mit der Buna GmbH auf den Geschäftsfeldern Propylenoxid, Hydrocarbons, Latices und Grundchemikalien. Im Juni 1994 wurde zwischen Dow und Buna GmbH eine "Vereinbarung über die Durchführung einer Untersuchung über Zusammenarbeit" auf dem Propylenoxid-Gebiet unterzeichnet. Es ging in dieser Zeit lediglich um einzelne Geschäftsfelder. Erst Dr. Paul ACHLEITNER und seine Mitarbeiter von Goldman Sachs weckten im Sommer 1994 im Auftrag der THA bei Dow das Interesse für eine Gesamtübernahme des Olefinverbunds. Am 28.9.1994 überraschte dann eine Pressemitteilung der THA: *"Dow Deutschland Inc., ..., hat heute die Absicht erklärt, das Rekonstruierungspotential des Olefinverbundes zu untersuchen mit dem Ziel einer Beteiligung an diesem Unternehmen."* ("Letter of Intent") [1b].

Nach intensiven Verhandlungen legte Dow am 5.12.1994 der THA einen Geschäftsplan vor. Am 22.12.1994 stimmte das Präsidium der THA in Berlin der Übernahme des Olefinverbundes durch Dow zu. Fast zeitgleich fanden in Schkopau, Böhlen und Leuna Belegschaftsversammlungen statt. Die LDPE-Anlage in Leuna wurde im Geschäftsplan erwartungsgemäß als fortzuführende Anlage aufgeführt. Eine Dowlex-Polyethylenanlage sollte in Schkopau

neu gebaut werden. Für die HDPE-Anlage war ebenso wie für die Ethylenoxid- und die Propylenoxid-Anlagen in Schkopau die Entscheidung "Stilllegen" gefallen [1c, 3].

Die Leuna Polyolefine GmbH wurde rückwirkend zum 1.7.1994 von der Leuna-Werke GmbH abgespalten und von der THA per Vertrag vom 29.12.1994 an die Buna GmbH abgetreten. Gleichzeitig erwarb die Buna GmbH auch alle THA-Anteile der Sow Böhlen GmbH. Ab 1.1.1995 wurden Buna GmbH und Leuna Polyolefine GmbH als einheitliches Unternehmen geführt. Die Verschmelzung vollzog sich nahezu reibungslos. Der entsprechende Vertrag wurde am 23.2.1995 endgültig besiegelt [1d].

Das ursprüngliche THA-Konzept sah für den Olefinverbund den Arbeitstitel "Buna Polymer GmbH" vor. Um beim Zusammenschluss der vordem eigenständigen Betriebe deren Identität zu würdigen, wurde der endgültige Name so gewählt, dass sich alle drei Unternehmen darin wieder finden konnten: "Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH", kurz "BSL Olefinverbund GmbH" (BSL).

Die Restrukturierungsphase 1995-2000

Die Leunaer LDPE-Anlage wird ertüchtigt

Der sowohl von der räumlichen Ausdehnung wie auch vom Personal her kleinste Standort des BSL Olefinverbundes (Bilder 1 und 2) nahm Anfang 1995 mit 339 Mitarbeitern die Rekonstruktion der LDPE-Altanlage in Angriff [1e, 4b]. Der Weg dahin war kompliziert: die Leunaer Polyethylenanlage sollte bei laufender Produktion innerhalb von dreieinhalb Jahren schrittweise modernisiert und ertüchtigt werden. Im Restrukturierungszeitraum wurde die

Anlagen in Tarragona (Spanien) und Terneuzen (Niederlande) und des zuständigen "Dow Technology Center" gelang es der Leunaer Ingenieurgruppe in kurzer Zeit einen Technologieplan aufzustellen, der die Grundlage für die Arbeiten in der Restrukturierungsphase bildete. Parallel dazu arbeitete eine Gruppe von Programmierern an der Anpassung und Einführung des Dow-Prozessleitsystems Mod V [4b]. In dieser Phase wurden Hunderte von Zeichnungen und technischen Dokumentationen, die seit der Inbetriebnahme der Anlage in den 1970er Jahren



Bild 2 Kartenausschnitt südlicher Chemiestandort Leuna mit dem Areal der LDPE-Anlage (gelb unterlegt) [4a]

Leunaer LDPE-Anlage von Dipl.-Ing. Harald BEER geleitet, der Ende der 1970er Jahre als Schichtleiter in dieser Anlage begann und Anfang der 1990er Jahre den Übergang in die Marktwirtschaft mitgestaltet hatte.

Man begann mit einer Analyse der Schwachstellen der Anlage und nutzte dabei den Dow-Arbeitsprozess TICA (Technology Implementation Competitive Advantage). Die Ziele orientierten sich an den "Benchmark"-Zahlen der weltweiten Dow-Organisation und der globalen Wettbewerber. Mit Unterstützung von Dow-Kollegen der europäischen "Nachbar"-

entstanden waren, von den Mitarbeitern parallel zu ihrer Arbeit in der Anlage analysiert, aktualisiert und nach Verbesserungspotentialen durchforstet. Schwerpunkte waren dabei die weitere Verbesserung der Anlagensicherheit, der Emissionsreduzierung und der Prozesssteuerung.

Im Vergleich mit den beiden größeren Standorten Schkopau und Böhlen verfügte der Standort Leuna nur über einen kleineren Anteil der zur Verfügung stehenden Investitionsmittel. Im Zeitraum 1996-99 wurden hier 45 Mio. DM für die Modernisierung der

Anlagen und der Infrastruktur eingesetzt. Doch diese Investitionen erzielten am kleinsten Standort des Olefinverbundes beachtliche Effekte [1f]. Die Hauptanschlussarbeiten wurden während der Großabstellung/-reparatur im August 1998 vorgenommen [4b].

Zu Beginn wurden die drei im Jahre 1966 in Betrieb genommenen ICI-Straßen abgerissen (vgl. Beitrag R. NITZSCHE, Bild 5). Danach begann die Restrukturierung der 1974 erbauten und 1975 angefahrenen ehemaligen 4. Straße Mirathen (jetzt: Train 4, vgl. Beitrag R. NITZSCHE, Bild 16) und der 1978 erbauten und 1979 in Betrieb genommenen 5. Straße Mirathen (jetzt: Train 5, vgl. Bilder 20 und 21 im Beitrag R. NITZSCHE). Die Bilder 3 und 4 dieses Beitrages zeigen den Reaktor Train 4 vor und nach der Rekonstruktion in den Jahren 1995 und 1998. Der Reaktor Train 5 wurde einer "Autofrettag" unterzogen, bei der durch ein spezielles Verfahren die Dauerfestigkeit der Innenrohre signifikant erhöht wird (Bild 5).



Bild 3 Reaktor Train 4 und Heißwasserstation vor der Restrukturierungsperiode (1995)

Parallel und nacheinander werden in den Jahren 1997-99 rekonstruiert: die Kompressorenstationen (Bilder 6 und 7), die Heißwasserstation einschließlich der Pumpen (Bilder 8 und 9), das Extrudergebäude und die darin enthaltenen Anlagen (Bilder 10-13), die Kühlwasserstation (Bilder 14 und 15), das Silolager (Bilder 16 und 17) sowie alle anderen Nebenanlagen.



Bild 4
Der neue Reaktor
Train 4 mit asbest-
freier Isolierung
(Dezember 1998)



Bild 5 Reaktor Train 5 nach der "Autofrettage" (Oktober 1998, vgl. Bild 20 im Beitrag R. NITZSCHE)



Bild 6 Am Beginn der Rekonstruktion der Kompressorenstation Train 4 (Dezember 1997)



Bild 7 Die Kompressorenstation Train 4 nach der Rekonstruktion (Juni 1998)



Bild 8 Die Installation neuer Heißwasserpumpen ist harte Arbeit (Oktober 1998)



Bild 9 Die neue Heißwasserstation für Train 4 nach der Rekonstruktion (Dezember 1998)



Bild 10 Es wird Baufreiheit für ein neues Extrudergebäude geschaffen (April 1998)



Bild 11 Die Stahlkonstruktionen für Hauptextruder und Niederdruckseparator sind fertig

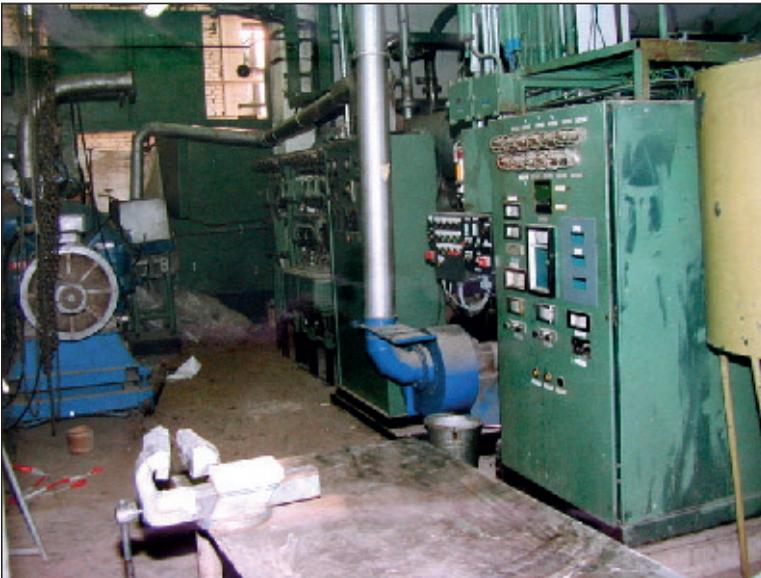


Bild 12 Kontrollstation und Unterwasser-pelletierer des alten Extruders nach der letzten Produktionsfahrt (November 1998)



Bild 13
Das fertige Projekt "Extruder Revamp"
(Juni 1999)

Bild 14 (unten)
Die alten Kühlwasserpumpen vor dem
Abriss (Juni 1999)





Bild 15 Die neue Kühlwasserstation (Oktober 1999)



Bild 16 Das Silolager vor der Ertüchtigung (Juni 1999)



Bild 17
Das neue Silolager für hochreines
Produkt Train 4 (Juni 1999)



Zu den Rekonstruierungsmaßnahmen gehörte auch die Einführung eines neuen Prozessleitsystems. Während des Umbaus der alten Messwarte zum neuen Zentralen Kontrollraum (“Central Control Room”) liefen die Anlagen weiter und standen keinen Tag still. Das erforderte von Operateuren und Installateuren ein Arbeiten unter ungewohnten, ziemlich komplizierten Bedingungen und ein sehr hohes Engagement (Bilder 18-20). Dabei gab es eine Phase, wo das alte und das neue Prozessleitsystem gleichzeitig nebeneinander betrieben worden sind (Bild 19).



Bild 18 (oben)
Während des Umbaus der
alten Messwarte

Bild 19 (mitte)
Altes und neues Prozessleitsystem
laufen parallel (Juni 1998)

Bild 20 (links)
Neuer zentraler Kontrollraum in
Betrieb (Dezember 1999)

Neue Sicherheitssysteme

Besondere Priorität hatten von Anfang an der Restrukturierungsperiode die Fragen der Sicherheit und des Umweltschutzes. Dies ist beim Betreiben des von Natur aus durch die

sehr hohen Drücke potentiell gefährlichen Polymerisationsprozesses auch nachvollziehbar. 1997/98 wurden deshalb um die Reaktoren Explosionsschutzwände neu errichtet (Bilder 21-23).

Um den in Deutschland geltenden Umweltschutzanforderungen gerecht zu werden und die hohen Sicherheitsanforderungen der Firma Dow zu erfüllen, wurden gleich zu Beginn der Restrukturierungsphase thermische und katalytische Abgasverbrennungsanlagen für die einzelnen Anlagenteile errichtet (Bilder 24 und 25). Ende des Jahres 1999 erfolgte noch einmal eine Modifizierung der Verbrennungsanlage



Bild 21 (oben links)
Die Explosionsschutzwand
um den Reaktor Train 5
(September 1997, vgl. Bild 5)

Bild 22 (oben)
Arbeiten am Fundament für
die Explosionsschutzwand um
Reaktor Train 4
(April 1998, vgl. Bilder 3 und 4)

Bild 23 (links)
Aufbau der Explosions-
schutzwand um Reaktor Train 4
(November 1998, vgl. Bild 22)



Bild 24 Katalytische Abgasverbrennungsanlage für die Lager- und Siloeinheit Train 5 (Dezember 1997)



Bild 25 Die thermische Abgasverbrennungsanlage für Train 4 nach der Modifizierung (Dezember 1999)

für Train 4 (Bild 25). Darüberhinaus wurde ein neues Gaswarnsystem installiert, das im Zusammenhang mit einer neuen, von Gassensoren gesteuerten Sprinkleranlage hohe Effizienz erreichte.

Die sicherheitstechnische Ausrüstung verbesserte sich weiter mit dem erfolgten Anschluss der LDPE-Anlage an das Feuerlöschwassersystem der benachbarten Raffinerie (damals: MIDER, heute: TOTAL). Die Ausschachtungsarbeiten und das Verlegen der 12 bar-Feuerwasserlöschleitung wurden durch starke, unwitterartige Regenfälle im Juni 1998 behindert. Der Ausbau der ersten Sektion erfolgte jedoch wie geplant Mitte 1998 (Bild 26). Die zweite Sektion und die Errichtung des Sprinklersystems folgten bis Ende des Jahres 1998 (Bild 27).



Bild 26 Verlegen der ersten Sektion der 12 bar-Feuerwasserlöschleitung am Train 4 (Juni 1998)



Bild 27 Kontrollausrüstungen für das Sprinklersystem in der Reaktorkammer Train 4 (Dezember 1998)

Die Erweiterung der Leunaer Produktpalette

Der technologische Prozess zur Herstellung von LDPE erfolgt bei hohem Druck und hoher Temperatur. Das benötigte Ethylen wird unternehmensintern vom Böhlener Cracker zur Verfügung gestellt und durch das firmeneigene Rohrleitungsnetz nach Leuna bzw. Teutschen-

thal transportiert. Die Zwischenlagerung in der Kaverne Teutschenthal erhöht die Flexibilität des Olefinverbundes zwischen Böhlen, Leuna, Schkopau und Teutschenthal erheblich.

In der LDPE-Anlage Leuna wird das Ethylen über mehrere Kompressionsstufen auf Hochdruck verdichtet. Die radikalisch ablaufende Hochdruckpolymerisation erfolgt mit organischen Peroxiden und so genannten Kettenreglern in einem Mehrzonenreaktorsystem bei Drücken um 2.400 bar und Temperaturen von ca. 300 °C. Das eingesetzte Ethylen wird bis zu 30% umgesetzt. Die separierte Polymer-schmelze wird über ein Austragungssystem (Extruder) als Granulat erzeugt und in Silos bis zum Verkauf zwischengelagert.

Im Rahmen der Restrukturierungsmaßnahmen wurden die Kapazitäten der Produktionsstraßen 4 und 5 (Train 4 und 5) erhöht und technisch optimiert. Die Produktqualität wird durch automatisch arbeitende, in Linie geschaltete Produktanalysatoren ständig kontrolliert (Bild 28). Das Produktionsprofil umfasst Polyethylen-typen für Schrumpf-, Sack-, Abdeck-, Haushalts- und Gewächshausfolien. Im Train 4 werden hochreine LDPE-Produkte für die Kabelindustrie hergestellt.



Bild 28
In Linie geschaltete
Ausrüstung zur
Produktanalyse

Die Entwicklungsphase von 2000 bis heute

Die im Restrukturierungszeitraum gelegten Grundlagen ermöglichten in der Folgezeit eine kontinuierliche Weiterentwicklung der LDPE-Anlage in Leuna. Nach 10-jährigem Engagement von Dow in Mitteldeutschland konnte auch die LDPE-Anlage in Leuna auf eine umfangreiche Modernisierung und damit einhergehende Erhöhung der Anlagensicherheit und -flexibilität zurückblicken [5].

Die Erzeugung der hochreinen Produkte für die Kabelindustrie (“Special grade Wire & Cable”) in dem dafür spezialisierten Train 4, die im Jahr 2000 ca. 2 kt betrug, konnte bis 2010 auf ca. 25 kt gesteigert werden. Ein weiteres Spezialprodukt für den Train 4 wurde entwickelt und in die Produktion eingeführt. Für

Train 5 wurden Anlagenfahrweisen und Kettenregler optimiert, so dass sowohl das Produktionsvolumen wie auch das Produktportfolio für Train 5 deutlich erweitert werden konnten.

Durch die technischen und technologischen Veränderungen konnten seit 2000 neue Produkttypen eingeführt, das gesamte Produktportfolio erweitert und das Produktionsvolumen erhöht werden. Mit der Unterstützung des Dow “Technology Center” wurde die “**Most Effective Technology**” (MET) in der Leunaer LDPE-Anlage eingeführt. Heute produziert die LDPE-Anlage in Leuna jährlich etwa 170 kt/a Polyethylene verschiedenster Typen [6] (Bild 29).



Bild 29 Die Silos der LDPE-Anlage heute



Bild 30
Steffen KOLO-
KOWSKI und die
Anlagenfahrerinnen
Sonja BREHM und
Martine HARTING
im Gespräch

Die Sicherheit hat bei Dow oberste Priorität. In Fortführung der Anstrengungen der letzten Jahre kann das Anlagenteam (Bild 30) bis zum Redaktionsschluss 2012 auf 5.746 Tage unfallfreies Arbeiten zurückblicken – eine Leistung, die auch bei Dow nicht alltäglich ist.

gemeinsam mit der InfraLeuna GmbH und den anderen Chemiepark-Anliegern organisierten Veranstaltungen für die Region. So besuchten zum “Tag der offenen Tür” am 1.9.2012 auch wieder zahlreiche Interessenten die LDPE-Anlage [6]. ■

Am Standort Leuna beteiligt sich die LDPE-Anlage regelmäßig an den verschiedenen,

Literaturverzeichnis

- [1] Rainer KARLSCH, Raymond STOKES: “Die Chemie muss stimmen – Bilanz des Wandels”, Hrsg. Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH, Edition Leipzig, Berlin 2000, a) S. 102, b) S. 130-132, c) S. 133/134, d) S. 136/137, e) S. 166, f) S. 222
- [2] Bernhard H. BRÜMMER.: “Das Kanzlerversprechen”, Mitteldeutscher Verlag, Halle (Saale) 2002. S. 25-27. b) S. 11/12, c) S. 39
- [3] Dieter SCHNURPFEIL: “Zur Geschichte der Ethylenoxid-/Propylenoxid-Anlage in Schkopau”, in: “Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands”, Heft 26/2006, S. 37-42
- [4] Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH: “Neubau und Ertüchtigung – Projekte aus dem Restrukturierungsprogramm der Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH”, Gehrig Verlagsgesellschaft mbH, Merseburg 2000, a) S. 11, b) S. 102/103
- [5] Dow Olefinverbund GmbH: “10 Jahre Dow in Mitteldeutschland”, Gehrig Verlagsgesellschaft mbH, Merseburg 2005, S. 44/45
- [6] “Willkommen bei Dow am Standort Leuna”, in: leuna_echo, 07/2012, S.6

Autorenvorstellung



Steffen KOLOKOWSKY

25.11.1955 geboren in Langenau (Sachsen)

1974-78 Studium Maschinenbau an der TH Karl-Marx-Stadt (Chemnitz)

1978-91 Tätigkeiten in den Chemischen Werken Buna Schkopau/Buna AG/Buna GmbH/BSL Olefinverbund GmbH

- 1978-85 Anlageningenieur in der Chloranlage Schkopau
- 1985-88 Abschnittsleiter Elektrolyse in der Chloranlage Schkopau
- 1989-93 Projektingenieur im Chlor/EDC/VC-Projekt
- 1993-98 Projektingenieur im Oxychlorierungsprojekt (Phase 1 und 2)

1998-2001 Anlagenleiter (“Production Leader”) der EPS-Anlage BSL/Dow Olefinverbund GmbH

2001/2002 Tätigkeit als “Improvement Leader” in der Dow EDC/VC-Anlage in Freeport (Texas/USA)

seit 2003 Anlagenleiter (“Production Leader”) der LDPE-Anlage in Leuna, Dow Olefinverbund GmbH

Autorenvorstellung



Dieter SCHNURPFEIL

- 12.6.1941 geboren in Dessau (Anhalt)
- 1960 Abitur
- 1962-67 Studium der Stoffwirtschaft an der TH Leuna-Merseburg (Diplom-Chemiker)
- 1967/68 Mitarbeiter der Forschungsabteilung Petrolchemie im Leuna-Werk II
- 1968-82 wissenschaftlicher Assistent und Oberassistent am Institut für Organische Grund- und Zwischenprodukte/Wissenschaftsbereich Petrolchemie der TH Leuna-Merseburg
- 1982-90 Mitarbeiter und Leiter des Forschungsbereiches der Betriebsdirektion Organische Spezialprodukte der Chemischen Werke Buna Schkopau
- 1990-95 Leiter der Forschungsgruppe "Ethylenoxid, Propylenoxid und Folgeprodukte" in der Sparte Organika der Buna AG/Buna GmbH
- 1996-2003 Mitarbeiter im Qualitätsmanagement und Teilprojektleiter im "Change Management" der BSL Olefinverbund GmbH/Dow Olefinverbund GmbH
- seit 2003 Altersteilzeit/Rentner

Einer der Väter des “Polymir” – Professor Dr. Manfred RÄTZSCH

Manfred RÄTZSCH, geboren am 30. Juni 1933 in Leipzig, studierte von 1952-58 Chemie an den Universitäten in Greifswald und Leipzig. Schon 1956 trat er in das Leuna-Werk “Walter Ulbricht” ein. Hier war er zuerst als Assistent des Werkleiters Professor Dr. Wolfgang SCHIRMER tätig. Als Leuna-Werksdiplomand fertigte er unter der Anleitung von Professor Dr. G. GEISELER eine Diplomarbeit zur Präzisionskalorimetrie an. Manfred RÄTZSCH rückblickend: *“Unter den Studenten der Fachrichtung Chemie galt das Leuna-Werk (...) als ‘Grab des unbekanntem Chemikers’. Für mich wurde es das Mekka der Forschungsmöglichkeiten”* [1a].



Bereits neben seiner Diplomarbeit hat er den Aufbau einer Pilotanlage zur Methanchlorierung organisiert. Auf den Ergebnissen der Pilotanlage fußend konnte er im Chemiekombinat Bitterfeld eine Großanlage zur Methanchlorierung aufbauen und in Betrieb nehmen: *“Das waren wichtige Lehrjahre, in denen uns nicht nur erfahrene Wissenschaftler und Manager, sondern auch die Arbeiter in den Werkstätten und Anlagen geschult haben. Höhepunkte waren die Auslieferung des ersten Kesselwagens aus der Pilotanlage zur Chlorierung von Methan ... und die erste Übergabe einer Produktionsanlage an Dr. KOCHMANN im Chemiekombinat Bitterfeld”* [1b].

In diese Zeit fallen auch die ersten Aktivitäten zur Herstellung von Hochdruckpolyethylen im Leuna-Werk. Manfred RÄTZSCH schreibt

dazu: *“Mitte der 50er Jahre begann auch in Leuna das Polyolefinzeitalter. Nach ersten Technikumsversuchen wurde unter der Regie von Dieter NAGEL eine Pilotanlage zur radikalischen Polymerisation von Ethylen unter hohem Druck zur Herstellung von Low Density Polyethylene (LDPE) im Bau 99 errichtet”* [2a].

1962 wurde Manfred RÄTZSCH Betriebsleiter der 3.000 t/a-Hochdruckpolyethylenanlage, die 1961 von der Firma IMHICO zur Bereitstellung größerer Mengen Polyethylen im Leuna-Werk erbaut worden ist. Er schätzt ein: *“Zu dieser Zeit waren weder ICI noch BASF als erste europäische Produzenten bereit, eine Lizenz in den Osten zu vergeben. Es*

war die Zeit für westliche Seiteneinsteiger, die ohne Skrupel und ohne eigenes Wissen Anlagen an die gutgläubigen Brüder aus der ‘Zone’ angeboten haben. Die Firma ‘IMHICO’, ein Name, der bis in die Gegenwart Schlagzeilen gemacht hat (Mitarbeit bei der Errichtung von Giftgasanlagen in Libyen, d. Red.), gehörte zu den nicht immer soliden Unternehmen. Die Anlage ist mit mehr als halbjähriger Verspätung in Betrieb gegangen. IMHICO hat dabei nicht viel Geld verdient, aber von Leuna das Know-how zur Herstellung von LDPE bekommen. Mit diesem Wissen hat IMHICO eine Anlage im Irak errichtet” [2a].

1962-65 fertigte Manfred RÄTZSCH neben seiner beruflichen Tätigkeit im Leuna-Werk unter Leitung von Professor Dr. G. GEISELER eine Doktorarbeit an zum Thema “Thermody-

namik und Reaktionstechnik der Ethylenpolymerisation". 1965 promovierte er an der Universität Leipzig zum Dr. rer. nat. In diesem Jahr bot die Firma ICI den RGW-Ländern Volksrepublik Polen, Bulgarien, ČSSR und DDR überraschend ihre Rührreakorttechnologie an, die schon nicht mehr den neuesten Entwicklungsstand darstellte. Der Bedarf an Hochdruckpolyethylen war inzwischen auch in diesen Ländern stark angewachsen. Die Regierung der DDR fasste den Beschluss, drei Straßen mit je 8 kt/a LDPE für den neu zu errichtenden Werkteil Leuna II zu kaufen. Manfred RÄTZSCH rückblickend: *"Ich erinnere mich noch gut an unsere heftigen Reaktionen über diesen Beschluss. Hätten wir doch gern unsere inzwischen gewachsenen Kenntnisse umgesetzt und eine eigene Anlage gebaut. Aber dem kurzen Zeitablauf bis zur Inbetriebnahme, wie ihn die ICI anbot, waren wir nicht gewachsen. Dazu kam noch mangelndes Vertrauen unserer Vorgesetzten in unser eigenes Leistungsvermögen. Versüßt wurde uns dann der Verfahrenskauf mit der Entscheidung, die Entwicklungen zum eigenen Verfahren fortsetzen zu können"* [2b].

1966 übernahm Manfred RÄTZSCH als Abteilungsleiter die Forschungsabteilung Hochpolymere des Leuna-Werkes. 1968 ist die 10.000 t/a-LE-Wachs-Großversuchsanlage (LEGVA) in Betrieb gegangen. Sie wurde multivalent zuerst für die Entwicklung des eigenen LDPE-Verfahrens, danach für die LE-Wachs-Produktentwicklungen (nach einer Zufallserfindung, siehe Beitrag R. NITZSCHE) und schließlich für die EVA-Copolymeren-Entwicklung eingesetzt (Bild 1). Manfred RÄTZSCH über diese Zeit: *"Erfolgreich waren wir auf Grund der begeisterungs- und leistungsfähigen Mitarbeiter sowie der materiellen und technischen Möglichkeiten, die wir hatten. An den notwendigen Mitarbeitern wurde in der Leuna-Forschung nicht gespart. Die Polyethylenforschung in den Bauten 127,*

388 und 924 (Vorhaben C) hatte sogar eine eigene technische Abteilung mit hervorragenden Ingenieuren und Schlosserbrigadiere. Ich erinnere mich gern der vielen, oft lauten, aber letztlich fruchtbaren Auseinandersetzungen mit Herrn DETTE, einem Kraftmenschen von unglaublichem Können und Geschick, der mit seiner Schlosserbrigade die ständigen Umbauten und Reparaturen an den Hochdruckausrüstungen durchführen musste" [2b].

1964 nahm Manfred RÄTZSCH an der Universität Leipzig nebenberuflich einen Lehrauftrag "Technische Reaktionsführung" wahr. 1967 habilitierte er sich an der Leipziger Universität mit der Arbeit "Die radikalisch initiierte Polymerisation von Ethylen unter hohem Druck". 1969 wurde er als Honorarprofessor an die Technische Hochschule Leuna-Merseburg (THLM) berufen.

Als junger Assistent hörte ich selbst (DS) seine erste Vorlesung in Merseburg. Ich war begeistert ob der praxisnahen Vermittlung der Polymerisationschemie und -reaktionstechnik. Professor Dr. Wilhelm PRITZKOW, damals verantwortlich für den Lehrabschnitt "Technische Chemie", legte Wert darauf, dass die Seminarleiter "Technische Chemie" den Studenten alle methodischen und stofflichen Aspekte gleichermaßen und aus einer Hand vermitteln konnten. Dabei hat mir als organisch-technischem Chemiker das von Professor Manfred RÄTZSCH auf dem Hochpolymerengebiet vermittelte Wissen sehr geholfen. Mehrere Jahrgänge meiner Studenten im Seminar "Technische Chemie" konnten davon profitieren. Später wurde dieses Wissen gebündelt im "Lehrbuch der Technischen Chemie", unter dessen Co-Autoren u.a. auch Professor Dr. Manfred RÄTZSCH war [3].

Im Jahre 1969 hat die Entwicklung der Hochdruckpolyethylen-technologie im Leuna-Werk

Zeitzeugen vorgestellt



Bild 1 LE-Wachs-Großversuchsanlage (LEGVA) im Leuna-Werk

eine bis dahin unvorstellbare Wendung genommen. Im März war eine Delegation aus dem ONPO Leningrad mit dem Vorschlag nach Leuna gekommen, die Entwicklung zu einem großtechnischen Verfahren und dem Bau von Prototypanlagen in beiden Ländern gemeinsam anzugehen. Bereits Anfang Juli haben dann die Regierungen der DDR und der UdSSR ein Abkommen über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Hochdruckpolyethylens abgeschlossen. Es wurde die Aufgabe gestellt, ein Hochdruckpolyethylenverfahren mit einer Straßenkapazität von mindestens 50 kt/a mit hohem Automatisierungsgrad zu schaffen, die notwendigen Ausrüstungen und Automatisierungsmittel und -geräte zu entwickeln und zu fertigen, die Erstanlage zu projektieren und diese in der UdSSR zu errichten. Die zweite Anlage war in Leuna geplant (vgl. Beitrag R. NITZSCHE). Manfred RÄTZSCH erinnert sich: *“Was folgte, war sicher die aufregendste Zeit für alle Beteiligten. S. N. POLJAKOW, mein russischer Part-*

ner, war wohl die Seele der Zusammenarbeit und mir ein unersetzlicher Partner. Kopf der Technologie von Leuna waren Herr Dr. R. NITZSCHE und sein Team. Kurzum, die Termine wurden gehalten. Fünf Jahre später ging die erste Anlage mit einer Kapazität von 50 Kilotonnen pro Jahr – wir hatten sie schon bald ‘Polymir 50’ genannt – in Novopolozk, Weißrussland, in Betrieb. ... Parallel zur Errichtung von Polymir 50 in Novopolozk wurde in Leuna fast unspektakulär die 4. Straße mit einer Anfangskapazität von 20 kt/a mit Importausrüstungen aus Westeuropa errichtet und in Betrieb genommen. ... Dann folgten Aufbau und Inbetriebnahme von Polymir 60 in Leuna. Die Erfahrungen aus Polymir 50 hatten gezeigt, dass mit den gleichen Ausrüstungen auch 60 Kilotonnen pro Jahr sicher garantiert werden konnten. Unsere Erfahrungen beim Umgang mit Äthylen bis zu einem Druck von 3.000 MPa und Temperaturen von 300 °C hatten uns ... sicher gemacht“ [2c].

Wir beiden unterzeichnenden Laudatoren (HS + DS) bearbeiteten in den Jahren 1968-72 an der THLM in der Arbeitsgruppe von Professor Dr. Wilhelm PRITZKOW im Rahmen des Vertragsforschungsthemas "Cyclopentadien-Verwertung" mit dem Leuna-Werk die Synthese neuer Monomere. Wir erinnern uns noch sehr gut an eine der "Ideenkonferenzen" (heute nennt man das "Brainstorming"), an der auch Professor Dr. Manfred RÄTZSCH teilnahm. Kritisch und konstruktiv wurden dabei im gegenseitigen Dialog die Chancen für neue Polymere und die zu ihrer Herstellung zu beschreitenden Wege ausgelotet. Nach 1972 wurde von uns in der gleichen, o.g. Arbeitsgruppe unter anderer Aufgabenstellung für die Leuna-Werke die für zukünftige Polymerisationsprozesse wichtige Oxidationsstabilität des Norbornens untersucht.

Von 1978-80 war Manfred RÄTZSCH stellvertretender und über die meiste Zeit auch amtierender Forschungsdirektor der Leuna-Werke. In Fortführung der erfolgreichen Entwicklung des "Polymir"-Verfahrens zur Herstellung von Hochdruckpolyethylen waren in dieser Zeit seine Forschungsschwerpunkte: Polymeraufbau und -modifizierung, Polymerblends, Einfärbung und Stabilisierung von Polymeren. In seiner Arbeit als amtierender Forschungsdirektor erlebte er nicht nur angenehme Momente. Frustration entstand nicht nur bei der Entwicklung alternierender Ethylen-Norbornen-Copolymere. Manfred RÄTZSCH schätzt 20 Jahre später ein: *"Beide Ansätze (Polyformaldehydanlage, 15 Jahre früher, und Ethylen-Norbornen-Copolymere, d. Red.) waren zukunftsfruchtig, gefehlt haben Durchsehvermögen im Management zur Produktentwicklung und Anwendungstechnik. Die damals gepflegte übertriebene Geheimhaltung hat dem wissenschaftlichen Niveau der Projekte großen Schaden zugefügt, da fachliche Diskussionen und kritische Bewertungen außenstehender Fachkollegen verhin-*

dert wurden. Völlig unzureichend aber war das Verständnis für ein Marketing, ohne das ein neues Produkt nicht erfolgreich am Markt abgesetzt werden kann" [1c].

Von 1976-93 in verschiedenen Funktionen im Zentralbereich Forschung des Leuna-Werkes tätig, musste ich (HS) miterleben, wie die Entwicklung des o.g. neuen Copolymers im wahren Sinne des Wortes in den Sand gesetzt worden ist. Was war geschehen? Im Labormaßstab und im Technikum konnte das Copolymer aus Ethylen und Norbornen erfolgreich hergestellt werden. Es stellte sich heraus, dass dieses neue Produkt interessante Eigenschaften besitzt. Die dafür notwendigen Rohstoffe waren verfügbar. Sinnvoll wäre es gewesen, mit der vorhandenen Technikumsanlage die für anwendungstechnische Ausprüfung und Markteinführung benötigten Mengen des neuen Copolymers herzustellen. Da man dieses Vorhaben aus politischen Gründen als Parteitagobjekt deklariert hatte und ein solches nicht zu klein sein durfte, musste eine 200 t-Versuchsanlage errichtet werden. Diese Anlage war für die Verfahrensentwicklung nicht wirklich notwendig und konnte in dieser Form niemals kostendeckend produzieren. Vor allem aber war der ungenügend vorbereitete Markt nicht in der Lage, die anfallenden Produktmengen aufzunehmen. Heute werden entsprechende Copolymere produziert und haben einen Markt.

1981 folgte Manfred RÄTZSCH einem Ruf nach Dresden an das Institut für Technologie der Fasern der Akademie der Wissenschaften (AdW). Seine Forschungsschwerpunkte in dieser Zeit waren: Neue reaktive flüssigkristalline Polymere, radikalische Dispersionspolymerisation, Maleinimid-Copolymere, reaktive Compoundierung, Faserverstärkung von Polymeren. Manfred RÄTZSCH rückblickend: *"Auf mich hat das Erleben des schöpferischen Charakters der Grundlagenforschung in der Akademie der Wis-*

senschaften einen bis dahin nicht bekannten Reiz ausgeübt. Als erster einen neuen, bisher unbekanntes Werkstoff in der Hand zu haben, hat mich angeregt und fasziniert” [1d].

Sein Kollege, Professor Dr. Adolf HEGER, würdigt RÄTZSCH' Wirken in Dresden so: *“Mit der Übernahme der Leitung des Institutes im Jahre 1981 durch Prof. Dr. Manfred RÄTZSCH, einem industrieerfahrenen Polymerchemiker, wurde das Institutsprofil immer mehr in Richtung der Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Hochveredlung von Polymeren gelenkt, was auch der Arbeit meiner Abteilung sehr stark zugute kam. Verbunden damit war eine Umbenennung des Institutes am 1. April 1984 in ‘Institut für Technologie der Polymere’ (ITP). Mit der Erweiterung des Aufgabengebietes konzentrierte sich das Institut – der raschen internationalen Entwicklung folgend – auf neuartige Wege der Polymerentwicklung und -verarbeitung, der Modifizierung und der Gestaltgebungstechnologien”* [4].

1991-98 war Manfred RÄTZSCH in Linz (Österreich) als Forschungsleiter zuerst bei der Polymer Chemie Danubia (PCD, später PCD Polymere Linz) und anschließend in gleicher Funktion bei der Agrolinz Melamine International (AMI) tätig. Hier waren seine Forschungsschwerpunkte: Neue Olefin- (insbesondere Propylen-) polymere und -copolymere, Katalysatorentwicklungen, reaktive Modifizierung der Polypropylene (Produktionsanlage). Zu den wichtigsten Produktentwicklungen dieser Zeit gehören superweiche Polyolefine und geschäumtes Polypropylen. Sie dienen als Ersatz von PVC bzw. für neue Einsatzbereiche, z.B. in der Autoindustrie. Die Produkte zeichnen sich durch hohe Umweltakzeptanz aus. Manfred RÄTZSCH selbst im Rückblick über diese Zeit: *“Endlich hatte ich die Chance, die Anforderungen an F&E in der Industrie unter marktwirtschaftlichen Bedingungen kennen zu lernen. Zum Glück war das Management meiner neuen Firma innovationsorientiert. In der Polyolefinforschung fühlte ich mich zu*

Hause, ein leistungsfähiges Team war dank einer weitsichtigen Personalstrategie leicht zu beschaffen. ... Die wöchentlichen Konfrontationen mit den Marktdaten und die Analysen des Verhaltens von Konkurrenten und Kunden waren Lehrstunden par excellence. Im Mittelpunkt immer die Gewinnerhöhung durch neue Marktsegmente und Kostenreduzierung” [1e].

Dr. Gerhard ROISS, Generaldirektor der OMV Aktiengesellschaft über den Beitrag von Manfred RÄTZSCH für den Forschungsstandort Linz: *“Dr. RÄTZSCH saß nie in einem Elfenbein-Turm. Sein Augenmerk galt stets der Kundenzufriedenheit und der Motivation seiner Mitarbeiter. Er hat maßgeblich dazu beigetragen, den Massenkunststoff Polypropylen in hochwertigen Anwendungen nutzbar zu machen. Durch seine Forschungstätigkeit für Borealis und Agrolinz Melamin stärkte er den Forschungsstandort Linz maßgeblich”* [5].

Die PCD wurde später von der OMV in die Borealis AG eingebracht. 1998/99 war Manfred RÄTZSCH als “Chief Scientist” der Borealis AG tätig. Nach seiner Pensionierung im Jahre 1999 war er mit der Borealis und der AMI weiter als “Consultant” verbunden (Bild 2).

230 Veröffentlichungen, 3 Monografien, mehr als 180 Patente sowie zahlreiche internationale Vorträge unterstreichen die internationale Bedeutung der Forschungsarbeit von Manfred RÄTZSCH. Unter anderem ist er Mitglied in der “American Association for the Advancement of Science” und der Internationalen Gesellschaft für Kunststofftechnik. Seine Verdienste um die Hochpolymerenchemie und -technologie wurden in der DDR durch die Nationalpreise für Wissenschaft und Technik I. Klasse (1970) und II. Klasse (1988, jeweils im Kollektiv), in Österreich durch Verleihung der Hermann F. Mark Medaille des Österreichischen Forschungsinstitutes für Chemie und Technik (1998) und des Österreichischen Ehrenkreuzes für Wissenschaft und Kunst 1.



Bild 2 Professor Dr. Manfred RÄTZSCH (vorn, 2.v.r.) im Kreise seiner Kollegen bei der Verabschiedung durch den Generaldirektor der ÖMV Dr. Gerhard ROISS (hintere Reihe, 5.v.r.) im Jahre 1999

Klasse (2002) gewürdigt. 2008 wurde er zum Ehrenmitglied der Akademie Mitteldeutsche Kunststoffinnovationen (AMK) ernannt.

Als ein entscheidendes Erfolgskriterium hat uns Manfred RÄTZSCH mit auf den Weg gegeben: *“Das wichtigste Element für einen Erfolg von F&E ist die Überzeugung des gesamten Managements, dass der Markt neue hochwer-*

tigere Produkte benötigt und sein Vertrauen in den Leistungswillen und die Leistungsfähigkeit des F&E-Teams” [1f]. ■

Prof. Dr. Harald SCHMIDT
(HS, Linz/Österreich)
Dr. Dieter SCHNURPFEIL
(DS, Langeneichstädt/Sachsen-Anhalt)

Literaturverzeichnis

- [1] Manfred RÄTZSCH: “Polymerforschung in Leuna und Linz – Erfahrungen über Regeln und Ansprüche in zwei Gesellschaftssystemen”, Vortrag auf der Tagung “Industriekreis” der GDCh-Fachgruppe der Chemie, 15.-17.9.1999; Zeitzeugenberichte III, Chemische Industrie, Hrsg.: K. Krug, H.-W. Marquart, GDCh-Monografie, Bd. 19, Frankfurt 2000, a) S. 35, b) S. 36, c) S. 37, d) S. 38, e) S. 39, f) S. 47
- [2] Manfred RÄTZSCH: “Polymir 60 lebt” in: “Leuna. Metamorphose eines Chemiewerkes”, Verlag Janos Stekovics, Wettin 1997, a) S. 237, b) S. 239, c) S. 241
- [3] Autorenkollektiv: “Lehrbuch der Technischen Chemie”, VEB Verlag für Grundstoffindustrie, 1. Auflage, Leipzig 1974
- [4] www.professor-heger.de/übermich, 25.1.2012
- [5] Österreich Journal – Aktuelles aus Österreich (Magazin für AuslandsösterreicherInnen), Personalien der Woche, v. 15.7.2002

Exponate der Hochdruckpolyethylen-Technologie im Deutschen Chemie-Museum Merseburg



Bild 1 Blick auf den Ausstellungsteil Hochdruckpolyethylen im Deutschen Chemie-Museum Merseburg (Blick von Südwesten)

Im südlichen Teil des Technikparks des Deutschen Chemie-Museums Merseburg befindet sich ein Ausstellungsteil, der einige der liebevoll aufbereiteten Exponate der Hochdruckpo-

lyethylenanlage des Leuna-Werkes im Bau 3507 aus den 1960/70er Jahren präsentiert (Bilder 1 und 2, Übersichtsplan Seite 83).

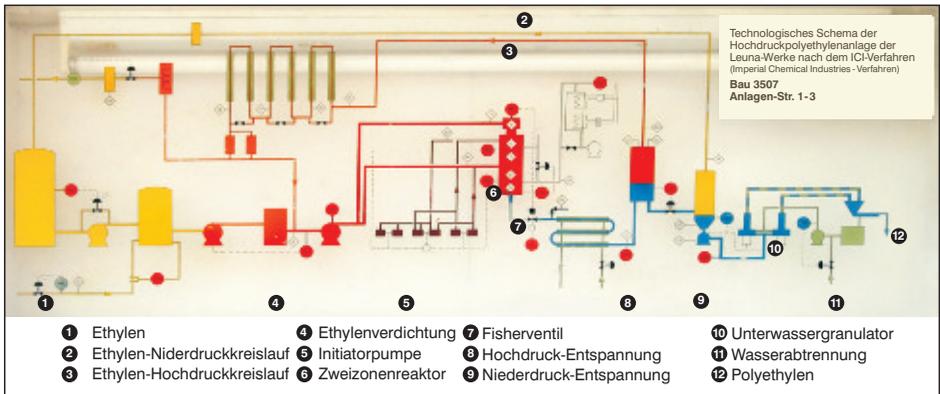


Bild 2 Technologisches Schema der Hochdruckpolyethylenanlage des Leuna-Werkes nach dem ICI-Verfahren, so wie es als Objekt im Museum hängt (vgl. Bild 1, Mitte oben unterm Dach)

Sachzeugen vorgestellt

Die Technologie der Hochdruckpolyethylenherstellung ist im Beitrag von Reinhard NITZSCHE ausführlich dargestellt worden (ICI-Verfahren siehe S. 82). Bild 2 zeigt die ICI-Technologie mit Ethylenverdichtung, Initiatorpumpe, Zweizonenreaktor, Fisherventil, HD- und ND-Kreislauf, Hochdruck- und Niederdruckentspannung, Unterwassergranulator und Wasserabtrennung.

Einige der zugehörigen Ausrüstungsteile stehen als Exponate im Chemie-Museum (Bilder 1-12).

Einer der neuralgischen Punkte der Hochdrucktechnologie ist die Einspritzung des Initiators in den unter Hochdruck stehenden Reaktor. Bild 3 zeigt die Initiatorpumpe und Bild 4 die zum Exponat gehörende Erläuterungstafel.



Bild 3 Blick auf die Initiatorpumpe (Exponat 357, vgl. Bild 1 Mitte)

Initiatorpumpe

Mit der Initiatorpumpe wurden unter einem Druck von bis zu 2000 bar die zum Auslösen der Ethylenpolymerisation eingesetzten Initiatoren (organische Peroxide) in den Rührreaktor eingespritzt. Die Initiatorpumpe besteht aus zwei Kolbenosierpumpen, die über ein dazwischen liegendes Hydraulikaggregat angetrieben werden. Jede dieser Kolbenpumpen bedient jeweils eine Zone des als Zweizonenreaktor ausgelegten Rührreaktors.

Das Hydraulikaggregat enthält einen doppelt wirkenden Antriebskolben, der über Kolbenstangen mit den Kolben der beiden Dosierpumpen verbunden ist. Durch wechselnde Beaufschlagung der beiden Seiten des Antriebskolbens mit Drucköl werden der Antriebskolben und damit auch die Dosierkolben in Hubbewegung versetzt.

Der Hubweg der Dosierkolben kann – je nach benötigter Initiatormenge – mittels Hubwendetrieb (Endlagenfeststeller) eingestellt werden.

0357

TECHNISCHE DATEN	
Hersteller:	Ferrotec LTD Glossop (England)
Baujahr:	1963
Betriebszeit:	1963–1992
Standort:	Lexuna-Werke, Polyethylenanlage
Fördermenge maximal:	50 l/h bei 106 Hüben/min
Fördermenge minimal:	1,0 l/h bei 21 Hüben/min

Bild 4 Bildtafel zur Erläuterung des Exponates "Initiatorpumpe" (vgl. Bilder 1, 2 und 3)

Der Reaktor ist aus verschiedenen Einzelteilen zusammengesetzt (deshalb z.B. das Sägezahn-
gewinde, der Rührermotor befindet sich inner-
halb des Hochdruckmantels). Bild 5 zeigt den
Zweizonenrührer, so wie er im Chemie-Mu-

seum steht. Die Schrägaufstellung erfolgte
lediglich aus finanziellen Gründen. Bild 6
zeigt als Detail das zusammengesetzte Fußteil.
Bild 7 gibt die zugehörige Erläuterungstafel
wieder.



Bild 5 Zweizonenrührer (Exponat 362, vgl. Bild 1, rechts)

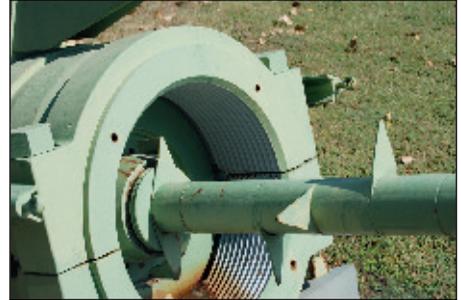


Bild 6 Detail zusammengesetztes Fußteil mit
Sägezahn-
gewinde zum Umfassendes Re-
aktormantels und unteres Rührerlager (vgl.
Bild 5)

Rührer eines Zweizonenreaktors

mit Motor, Reaktorboden und Montagewagen

0362

Für die Hochdruckpolymerisation von Ethylen hat sich der (Zweizonen-) Rührreaktor als zweiter Typ neben dem Rohrreaktor behauptet.
Initiator und Ethylen werden oberhalb und unterhalb einer am Rührer angebrachten Stauscheibe zugeführt. Diese Zweizonen-Unterteilung ermöglicht höhere Umsätze (bis ca.18%).
Abdichtungsprobleme der Welle sind behoben, da der Motor im Druckraum integriert ist.
Die Kühlung des Motors erfolgt durch Frischgas.
Die Bestandteile des Zweizonenreaktors sind:
Oberer und unterer Reaktordeckel, Reaktormantel mit Berstscheiben, Motor und eine dreifach gelagerte Rührerwelle mit aufgeschobenen Rührerblättern.
Die beiden Reaktordeckel werden jeweils mit einem geteilten Welling, der innen mit Ringnuten versehen ist, an den Reaktormantel angepresst.
Neben dem Zweizonenrührer steht ein hydraulisch betriebener Montagewagen, der zum Auf- und Abbau des Reaktorbodens diente.

TECHNISCHE DATEN

Hersteller:	Simon-Carves LTD (England)
Baujahr:	1963
Betriebszeit:	1963–1992
Standort:	Leuna-Werke, Polyethylen-anlage
Masse:	400 kg
Länge:	4,18 m
Drehzahl:	1000 min ⁻¹
Rührerblätter:	300 mm umlaufender Durchmesser

deutsches

chemiemuseum

merseburg

Bild 7 Bildtafel zur Erläuterung des Exponates “Zweizonenreaktor” (vgl. Bilder 1, 2, 5 und 6)

Sachzeugen vorgestellt

Bild 8 zeigt den Unterwassergranulator, in dem die Polyethylenschmelze durch eine Lochplatte (Bild 9) in die mit Wasser gefüllte Schneidkammer

gedrückt wird, wo die Polymerstränge durch ein Schneidmesser granuliert werden. Bild 10 zeigt die Erläuterungstafel zu diesem Exponat.

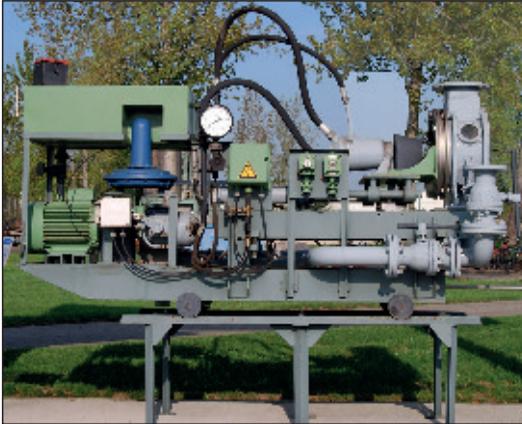


Bild 8 Unterwassergranulator (Exponat 358, vgl. Bild 1 links) Bild 9 Detail Lochscheibe

Unterwassergranulator

Zum Granulieren wird das noch schmelzflüssige Polyethylen (PE) mittels einer Schmelzpumpe dem Granulator zugeführt und hier über Düsen durch eine Lochplatte in die mit Wasser gefüllte Schneidkammer gedrückt. In der Schneidkammer werden die Polymerstränge durch ein rotierendes Messer zu Granulat geschnitten.

Unter dem Einfluss der direkten Wasserkühlung erstarren die Polymertropfen augenblicklich, und es bilden sich die für die Unterwasser-Granulierung typischen einheitlichen kugelförmigen Formlinge mit glatter Oberfläche aus. Das Wasser in der Schneidkammer verhindert gleichzeitig eine Oxidation des PE durch Luft-sauerstoff. Das PE-Granulat wird in einem nachfolgendem Wasserabscheider durch ein Siebfilter vom Wasser getrennt. Über den hydraulischen Antrieb werden die Drehzahl und die Anpresskraft der Messerwelle gesteuert. Die Hydrauliksteuerung ermöglicht ebenfalls ein Nachschleifen des Messers an der Wolframcarbid-Schneidfläche der Lochplatte.

0358

TECHNISCHE DATEN	
Hersteller:	Orsta Hydraulik Karl-Marx-Stadt
Baujahr:	1963
Betriebszeit:	1963–1992
Standort:	Leuna-Werke, Polyethylen-anlage
Drehzahl:	0–2000 min ⁻¹ (stufenlos regelbar)

Bild 10 Bildtafel zur Erläuterung des Exponates “Unterwassergranulator” (vgl. Bilder 1, 2, 8 und 9)

Ein in seiner Konstruktion besonders kompliziertes Ausrüstungsteil ist das Reaktorentspan-

nungsventil (auch "Fisherventil" genannt, Bild 11), das gleich hinter dem Reaktor angeordnet ist (Bild 2) und in diesem Hochdruckprozess eine sehr wichtige Rolle spielt für das Halten des Druckes im Reaktor und die jeweils notwendigen Druckentspannungen (vgl. Beitrag R. NITZSCHE). ■



Bild 11 Fisherventil (Exponat 359, vgl. Bild 1, Mitte rechts)

Dipl.-Ing. Martin THOß
 Prof. Dr. Klaus KRUG
 Dr. Dieter SCHNURPFEIL

Reaktorentspannungsventil

Das Reaktorentspannungsventil (Fisher-Druckventil) mit Doppelantrieb und Steuerrelais hat die Aufgabe, den Druck im Reaktor bei ca. 1500 bar konstant zu halten, wobei das am Reaktor- ausgang anfallende Reaktionsgemisch (ca. 1,7 t/h Polyethylen und 11,3 t/h Ethylen) auf 250 bar entspannt wird.

Der Ventilblock wird mit Dampf beheizt, um ein Abscheiden von Polyethylen zu verhindern. Das Öffnen/Schließen des Ventils erfolgt entweder über einen rotierenden Antrieb (Stellglied 1) bei weiter Ventilöffnung oder über eine feinere Einstellung durch linearen und rotierenden Antrieb (Stellglied 2) der Ventilspindel.

Bei sehr geringer Ventilöffnung erfolgt ausschließlich eine lineare Bewegung der Spindel, wodurch Abrieb am Sitz und am Kegel des Ventils vermieden wird. Dem Antrieb der Ventilspindel dienen zwei Steuerkolben (je für geringe und weite Ventilöffnung), die über pneumatische Relais mit Stickstoff (6 bar) als Medium gesteuert werden.

0359

TECHNISCHE DATEN

Hersteller: FISHER Governor Co. Ltd., Rochester (England)

Baujahr: 1963

Betriebszeit: 1963–1992

Standort: Leuna-Werke, Polyethylen-anlage

Masse: 150 kg

Ventil: 12 mm Durchmesser, Videastahl, überzogen mit Hartmantel aus Stellite (Cobalt-Chrom-Wolfram-Gusslegierung)

Bild 12 Bildtafel zur Erläuterung des Exponates "Reaktorentspannungsventil" (vgl. Bilder 1, 2 und 11)

Mitteilungen aus dem Verein

Bis zum Redaktionsschluss des vorliegenden Heftes Nr. 32 (1/2012) im September 2012 fanden in der **Kolloquiumsreihe** des SCI e.V. 175 Vortragsveranstaltungen statt, an denen insgesamt 13.625 Zuhörer teilnahmen.

Eine Übersicht dazu ist für die Veranstaltungen 1 bis 61 im Heft Nr. 16 (2/2000) und für die Veranstaltungen 62 bis 128 im Heft Nr. 27 (1/2007) zusammengestellt.

Alle weiteren Veranstaltungen sind nachfolgend aufgeführt:

2007

129. 18. Oktober 2007
Dipl.-Chem. Dieter GAUDIG, zuletzt Betriebsleiter in der Fuchs Lubritech GmbH, Werk Dohna, Liebstadt
“Graphit als Trennmittel beim Schmieden und Gießen von Metallen”
50 Teilnehmer
130. 15. November 2007
Dr. Jürgen KOPPE, Geschäftsführer MOL Katalysatorotechnik GmbH, Schkopau
“10 Jahre MOL-Clean-Verfahren zur katalytischen Desinfektion und Biofilmminimierung”
60 Teilnehmer
131. 13. Dezember 2007
Dr.-Ing. Ronald OERTEL, Dow Olefinverbund GmbH, Schkopau, Merseburg
“Prozesssicherheit in der chemischen Industrie”
90 Teilnehmer

2008

132. 17. Januar 2008
Dr. Herbert BODE, zuletzt Amtsleiter Umwelt- und Naturschutz in der Stadt Dessau
“Die Chemiefaserproduktion in der Filmfabrik Wolfen”
65 Teilnehmer
133. 21. Februar 2008
Dr. Peter SCHWARZ, Vors. der Geschäftsführung der Zeitzer Standortgesellschaft mbH, Zeitz
“Stand und Entwicklung des Industrieparks Zeitz zu einem wettbewerbsfähigen Chemiestandort”
85 Teilnehmer
134. 20. März 2008
Reinhard HIRSCH, Vors. des Interessen- und Fördervereins “Geiseltalsee e.V.”, Merseburg
“Vom Bergbau zum Geiseltalsee – eine Region im Wandel”
120 Teilnehmer

135. 17. April 2008
Wolfgang SCHNABEL, Dow Olefinverbund GmbH, Schkopau, Leipzig
“Logistikkonzepte in der Praxis von Chemiebetrieben”
50 Teilnehmer
136. 08. Mai 2008
Dr. Rolf-Dieter KLODT, zuletzt Dow Olefinverbund GmbH, Schkopau, Halle
“Zur Entwicklung von expandierbarem Polystyrol (EPS)-Partikelschaum”
50 Teilnehmer
137. 19. Juni 2008
Dr. Dirk SCHAAL, Südzucker Aktiengesellschaft Mannheim/Ochsenfurt
“Süße Revolution. Die Rübenzuckerindustrie im Industrialisierungsprozess Mitteldeutschlands“
50 Teilnehmer
138. 18. September 2008
Detlev SCHMÖLLING, DowOlefinverbund GmbH, Schkopau, Halle
“Die Entwicklung von der Ethylenspeicherung hin zum Sol- und Speicherfeld der Dow Olefinverbund GmbH in Teutschenthal”
60 Teilnehmer
139. 16. Oktober 2008
Dipl.-Ing. Reinhard HÄNDEL, Geschäftsführer der Orbita-Film GmbH am Standort Gölzau, Weissand Gölzau
“40 Jahre Folienextrusion – von den Anfängen bis heute”
60 Teilnehmer
140. 20. November 2008
Hans-Jürgen BUCHMANN, Produktionsleiter Polypropylen Dow Olefinverbund GmbH, Werk Schkopau, Merseburg
“Die Entwicklung der Produktion von Polypropylen am Standort Schkopau”
65 Teilnehmer
141. 11. Dezember 2008
Dipl.-Ing. Reinhard KROLL, Geschäftsführer der TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH Spergau
“Entwicklung der TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland”
94 Teilnehmer

2009

142. 15. Januar 2009
Dr. Fred WALKOW und DI. Rolf TRABITZSCH, Umweltforschungszentrum Leipzig
“Arbeitsbedingungen in der chemischen Industrie der DDR im Spiegel des Archivs des Ministeriums für Staatssicherheit der DDR”
130 Teilnehmer

Mitteilungen aus dem Verein

143. 19. Februar 2009
Dipl.-Ing. Peter KECK, Merseburg
“100 Jahre Bergwitz – vom Bergbau zum Erholungszentrum”
80 Teilnehmer
144. 19. März 2009
Dr. Hans-Georg SEHRT, Leitender Regierungsdirektor i. R., Halle
“Zum Verhältnis von Kunst und Realität an Hand in ehemaligen Kombinatssammlungen der Region vertretenen Künstlern mit ihren Bildwerken – Verborgenes und Offensichtliches”
80 Teilnehmer
145. 16. April 2009
Jürgen JANKOFSKY, Leuna und Roman PLISKE, Halle
“Seitensprünge – Jürgen Jankofsky liest aus seinem im Mitteldeutschen Verlag erschienenen Erzählband SEKRET, der Verlagsleiter Roman Pliske gibt dazu passende Einblicke ins Verlagswesen vom Bitterfelder Weg 1959 bis zur Marktwirtschaft 2009”
50 Teilnehmer
146. 14. Mai 2009
Dipl.-Ing. Jürgen BÖTTCHER, Geschäftsführer Südzucker Bioethanol GmbH, Zeitz
“Bioethanolproduktion am Standort Zeitz”
60 Teilnehmer
147. 18. Juni 2009
Prof. Dr. Robert KUNZE, Grimma
“Chemieanlagenbau Grimma – ein Partner der chemischen Industrie”
55 Teilnehmer
148. 17. September 2009
Dipl.-Ing. Christian HAAG, Werkleiter KSB Aktiengesellschaft Halle
“Mc Donald's im Schwermaschinenbau”
55 Teilnehmer
149. 15. Oktober 2009
Dr. Hubert ALBRECHT, Löpitz
“Vom Tagebauegebiet Merseburg Ost zum Wallendorfer und Raßnitzer See”
80 Teilnehmer
150. 19. November 2009
Dipl.-Ing. Michael SCHÄFER, Geschäftsführer der Industriemontagen Merseburg GmbH
“IMO Merseburg – ein Traditionsunternehmen der Region im Anlagenbau seit über 50 Jahren”
65 Teilnehmer

2010

151. 21. Januar 2010
 Dr. Karlheinz BAUER, agro Halle, Agrochemikalien GmbH, Halle
“Produktion und Verbrauch von Düngemitteln und ihre Auswirkung auf die Agrarproduktion im europäischen Markt”
 50 Teilnehmer
152. 18. Februar 2010
 Dr. Uwe Gert MÜLLER, Vorsitzender Interessenverein Bergbau e.V., Halle
“Steinsalzbergwerk Wieliczka – ältestes Besucherbergwerk der Welt”
 75 Teilnehmer
153. 18. März 2010
 Dipl.-Ing. Peter KECK, Merseburg
“Aktuelles zur Geschichte des böhmischen Uranbergbaues”
 90 Teilnehmer
154. 15. April 2010
 Dr. Volker BUGDAHL, At10tion, Hanau
“Ein edles Kleinod ist der gute Name – Marken in der chemischen Industrie”
 60 Teilnehmer
155. 20. Mai 2010
 Prof. Hideto SOTOBAYASHI, Berlin
“Persönliche Erinnerungen an den Atombombenabwurf am 06.08.1945 auf Hiroshima” (gemeinsam mit der Deutsch-Japanischen Gesellschaft Halle/Saalekreis e.V.)
 85 Teilnehmer
156. 17. Juni 2010
 Prof. Dr. Karl-Heinz BERGK, Weißenfels und Obering. Heinz REHMANN, Schkopau
“Die Saale als Wirtschaftsfaktor im Mitteldeutschen Raum”
 85 Teilnehmer
157. 16. September 2010
 Richard RICHTER, Zwentendorf u. Dr. Rainer WIESBÖCK, Großmugl (beide Österreich)
“100 Jahre Chemie an der Donau”
 70 Teilnehmer
158. 21. Oktober 2010
 Prof. Dr. Rainer SCHENK, Wettin
“Lebensgeschichte der Modellierung und Berechnung der Ausbreitung von Luftschadstoffen”
 65 Teilnehmer

Mitteilungen aus dem Verein

159. 18. November 2010
Jochen EINENCKEL, Leiter der Nordhäuser Traditionsbrennerei, Nordhausen
“Geschichte und Gegenwart der Kornbrennerei in Deutschland”
80 Teilnehmer
- 2011**
160. 20. Januar 2011
Georg WILDEGGER, Geschäftsführer der ADDINOL Lube Oil GmbH, Leuna
“Entwicklung der Schmierstoffwirtschaft am Beispiel der ADDINOL Lube Oil GmbH”
70 Teilnehmer
161. 17. Februar 2011
Dr. Wolfgang BÖHLKE, Rollingen (Luxemburg)
“Hartmetall – eine Erfolgsgeschichte”
85 Teilnehmer
162. 17. März 2011
Dipl.-Ing. Peter KECK, Merseburg
“Rückkehr des Grundwassers – eine ständige Gefahr für die Stabilität von Kippenböschungen des Braunkohlenbergbaus”
110 Teilnehmer
163. 21. April 2011
Dr. Uwe Gert MÜLLER, Halle
“Der historische Hochgebirgsbergbau am Schneeberg (Südtirol) – eine bergmännische Meisterleistung der Logistik”
50 Teilnehmer
164. 19. Mai 2011
Dr. Adolf ESER, Muldenstein
“Rationalisierung, Stabilisierung und Modernisierung im Chemiekombinat Bitterfeld–Anfang vom Ende oder Gebot der wirtschaftlichen Vernunft?”
60 Teilnehmer
165. 16. Juni 2011
Dr. Christoph MÜHLHAUS, Cluster Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland, Halle
“Braunkohle und Biomasse als zusätzliche Rohstoffe der chemischen Industrie in Mitteldeutschland”
60 Teilnehmer
166. 15. September 2011
Dr. Ralf SCHADE, Archivar der Stadt Leuna
“Die Mitwirkung der Leuna-Werke an der Deutschen Atomforschung von 1938 bis 1945”
70 Teilnehmer

167. 20. Oktober 2011
 Dipl.-Ing. Ralf IRMERT, Geschäftsführer Styron Deutschland GmbH, Schkopau
“Tradition und Zukunft von Kautschuk in der Styron Deutschland GmbH”
 80 Teilnehmer
168. 17. November 2011
 Dipl.-Ing. Horst MEIßNER, Löptitz
“Interessantes zur Umweltproblematik in den Chemischen Werken Buna zur Wendezeit”
 100 Teilnehmer

2012

169. 19. Januar 2012
 Jürgen JANKOFSKY, Leuna
“Aktueller Blick in die Werkstatt des Schriftstellers Jürgen Jankofsky – von Leuna in die Welt”
 50 Teilnehmer
170. 16. Februar 2012
 Andreas HILTERMANN, Geschäftsführer der InfraLeuna GmbH, Leuna
“Entwicklung des Chemiestandortes Leuna und die Rolle der InfraLeuna GmbH”
 Wegen Krankheit ausgefallen, dafür Kurzvorträge:
1. Dipl.-Ing. Peter KECK, Merseburg
 “Zur Situation der Rohstoffwirtschaft, insbesondere die Gewinnung von Kupfer in Deutschland und in der Welt”
 2. Dr. Uwe Gert MÜLLER, Halle
 “Die weitere Tätigkeit des Interessenvereins Bergbau nach seiner Selbstauflösung”
 3. Dr. Ralf SCHADE, Leuna, Stadtarchivar
 “Die unerwartete Art der Nutzung der Archivbestände des SCI e.V. im Stadtarchiv Leuna”
- 105 Teilnehmer
171. 15. März 2012
 Dr. Ralf SCHADE, Stadtarchivar, Leuna
“Ministerratsträume von einer Großstadt Merseburg von 1953 bis 1968”
 55 Teilnehmer
172. 19. April 2012
 Dr. Reinhard NITZSCHE, Leuna
“Die Produktion von Hochdruckpolyethylen – vom Regler Mensch zum automatisierten Betrieb”
 95 Teilnehmer

Mitteilungen aus dem Verein

173. 24. Mai 2012
Dipl.-Ing. Herbert HÜBNER, Schkopau
“Die Produktion von Calciumcarbid früher und heute”
80 Teilnehmer
174. 21. Juni 2012
Prof. Dr. Mathias SEITZ, HS Merseburg
“Neue Wege zur stofflichen Nutzung der Braunkohle”
75 Teilnehmer
175. 20. September 2012
Dr. Christof GÜNTHER, Geschäftsführer der InfraLeuna GmbH, Leuna
“Entwicklung des Industriestandortes Leuna und die Rolle der InfraLeuna GmbH”
80 Teilnehmer

Die weitere Planung bis Ende 2012 sieht vor:

176. 18. Oktober 2012
Dr. Kenji KAMINO, Hannover
“Japanische Denkweise und Gefühlswelt warum bleiben die Katastrophenopfer ruhig und gelassen?”
(gemeinsam mit der Deutsch-Japanischen Gesellschaft Halle/Saalekreis e.V.)
177. 15. November 2012
Prof. Dr. Horst WINGRICH, TU Dresden, Bad Lauchstädt
“Die historische Wasserversorgung der Stadt Merseburg”

Plan der Kolloquien 1. Halbjahr 2013

178. 17. Januar 2013
Dr. Michael HAHN, Geschäftsführer der Elektrochemie Halle GmbH, Halle
“Online-monitoring Systeme zur Betriebsüberwachung”
179. 21. Februar 2013
Dr. Jürgen DUNKEL, Langenbogen
“Ein ungewöhnlicher Streifzug durch das Periodensystem der Elemente – Geschichte, Wissenschaft und Kultur”
180. 21. März 2013
Dietrich VON DER WENSE, Geschäftsführer der InnospecLeuna GmbH, Leuna
“Innospec – 40 Jahre Hochdruckpolymerisation in Leuna”
181. 18. April 2013
Dr. Reinhard NITZSCHE, Leuna
“1000 Jahre Hydrologie der Aue um Hohenweiden”
182. 16. Mai 2013
Dr. Siegfried MÖHLHENRICH, Dessau
“Stöchiometrie, Bilanzierung und Prozessführung am Hochleistungscarbidofen”
183. 20. Juni 2013
Rolf SCHEFERLING, Geschäftsführer der ANA Verfahrenstechnik GmbH Merseburg
“Die ANA Verfahrenstechnik GmbH in Vergangenheit und Gegenwart”
(Arbeitstitel)

Zusammengestellt von Prof. Dr. H.-J. HÖRIG

Quellenverzeichnis

Beitrag Reinhard Nitzsche

Bilder 1, 3, 6, 7, 12 und 23 durch entsprechende Literaturzitate im Beitrag belegt
Bilder 2, 4, 8-11, 13-15, 17-19, 22, 24 im Besitz bzw. Eigentum des Autors
Bilder 5, 16, 20 und 21 Dow Olefinverbund GmbH, Public Affairs

Beitrag Steffen Kolokowsky und Dieter Schnurpfeil

Bilder 1, 3-29 Dow Olefinverbund GmbH, Public Affairs
Bild 2 Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH: "Neubau und Ertüchtigung – Projekte aus dem Restrukturierungsprogramm der Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH", Gehrig Verlagsgesellschaft mbH, Merseburg 2000, S. 11
Bild 30 Dieter Grundmann/Westend Public Relations GmbH

Beitrag "Zeitzeugen vorgestellt – Professor Dr. Manfred Rätzsch"

Bilder 1 und 2 Professor Dr. Harald Schmidt, em., Johann Kepler Universität Linz

Beitrag "Sachzeugen vorgestellt – Exponate der Hochdruckpolyethylen-Technologie ..."

Bilder 1-12 Verein Sachzeugen der Chemischen Industrie e.V., Deutsches Chemie-Museum Merseburg



INFRALEUNA®



LEUNA – CHEMIE VERBINDET.

Die InfraLeuna betreibt den größten geschlossenen Chemiestandort Deutschlands. Mehr als 20 internationale Konzerne und zahlreiche mittelständische Unternehmen vertrauen auf den Chemiestandort Leuna. Das für Leuna signifikante Infrastruktur- und Servicekonzept der InfraLeuna GmbH gestattet die Konzentration auf Kernkompetenzen und schafft Raum für Expansion.

www.infraleuna.de



deutsches
chemiemuseum
merseburg

