

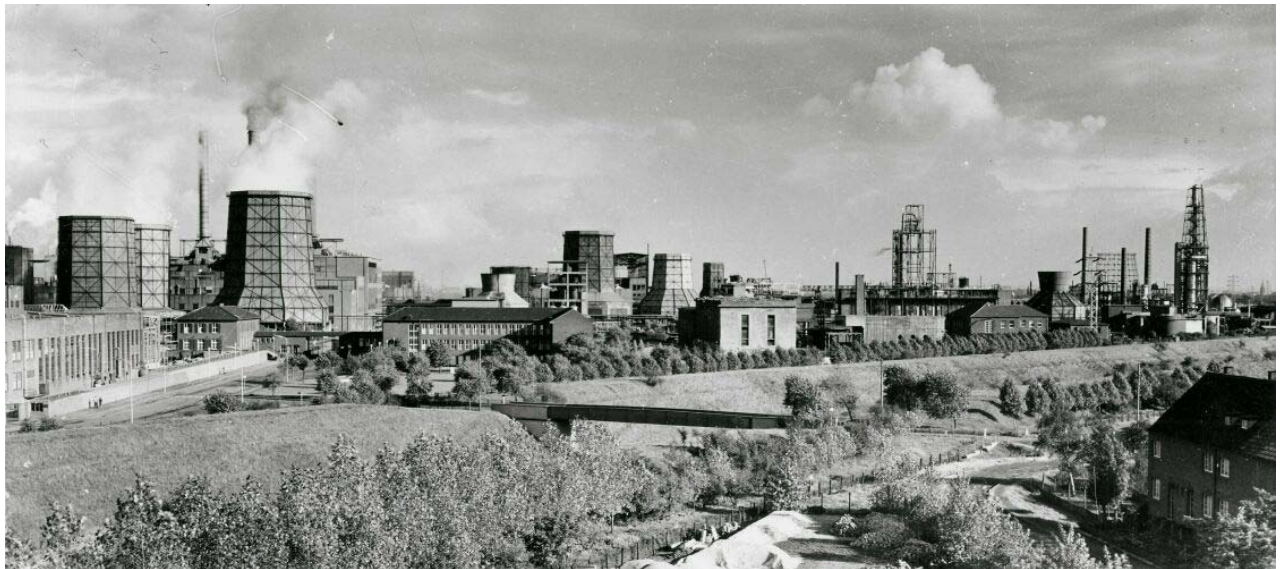


Chemie aus Leidenschaft:

Pioniere, Visionäre, Patente

Festvortrag zum 75. Gründungsjubiläum der RUHRCHEMIE AG
Oberhausen, 28. Oktober 2002

Prof. Wolfgang A. Herrmann *



Totalaufnahme aus dem Jahre 1956; links das Kraftwerk,
ganz rechts der typische TCC-Turm der damaligen Raffinerie

Die Geschichte der RUHRCHEMIE ist eine *Geschichte der Pioniere und Visionäre*. Heute vor 75 Jahren als „Kohlechemie Aktiengesellschaft“ in Essen gegründet, hat das Unternehmen existenzielle Krisen in Kriegs-

* Präsident der Technischen Universität München (seit 1995) und Inhaber des Lehrstuhls für Anorganische Chemie (seit 1985). – Homepage: <http://aci.anorg.chemie.tu-muenchen.de/>

zeiten wie auch in Friedenszeiten gemeistert. Unter dem Dach der „RUHRCHEMIE Aktiengesellschaft“ sind im Holtener Bruch bei Oberhausen aus Erfindungen viele Patente, Verfahren und Produkte geworden. Hier wurde Wissenschafts- und Industriegeschichte geschrieben, die in der Rückschau zu einer *Geschichte der technischen Innovation* verschmilzt.

Die RUHRCHEMIE: ein feines Beispiel einer Industriekultur, in der sich der *Bergbau* und die *Chemie* begegneten - Tradition und Fortschritt. Unterstützt durch tüchtige Kaufleute, mobilisierte hier die Phantasie der Chemiker und Ingenieure, die Schatzkammer der Natur: Steinkohle zu veredeln – „*Chemie aus Kohle*“, wie Joseph D. Sommer seine berühmte Plastik nannte, auf der sich der Bergmann dem Chemiker zuwendet: Grubenlampe und Erlenmeyer-Kolben, dazwischen ein Kohlebrocken in den Händen der beiden Männer.



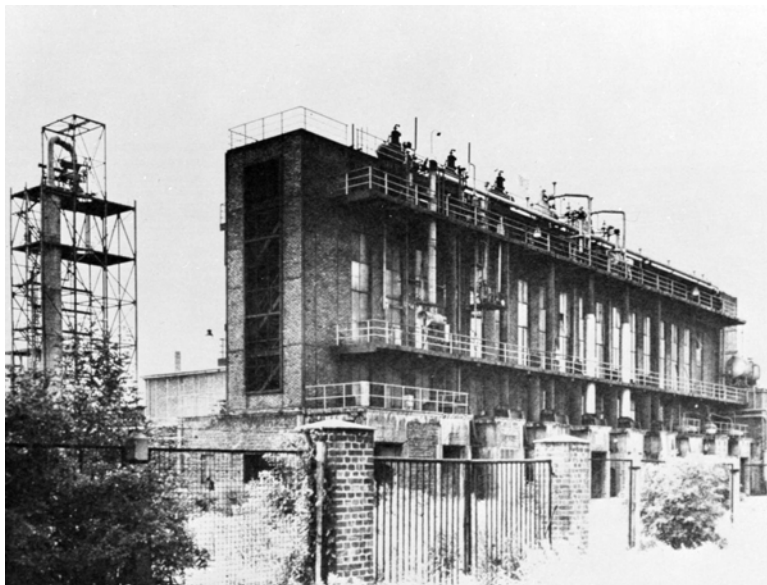
"Chemie aus Kohle" Plastik von Joseph D. Sommer im Verwaltungsgebäude der Ruhrchemie AG (1937)

Beide trugen sie Maschinengewehr-Einschüsse, als das Werk am 26. März 1945 den Amerikanern übergeben wurde. Aber auch damals sollte es wieder aufwärts gehen.

KOHLE UND ERDÖL

Untrennbar verbunden mit der Geschichte der RUHRCHEMIE, aber auch mit der Chemiegeschichte des 20. Jahrhunderts, sind Entdeckungen, die in der ersten Phase auf dem Rohstoff *Kohle* beruhten, in der zweiten auf dem Rohstoff *Erdöl*. Es lag in der Natur dieser Entwicklung, dass das *Kohlenmonoxid* zum Schlüsselmolekül einer neuen Chemie wurde.

- Da ist *erstens* die *Fischer-Tropsch-Synthese*:



Die erste Oxoanlage der Welt, erbaut während des zweiten Weltkrieges (Zustand etwa 1947)

Sie war im Kaiser Wilhelm-Institut in Mülheim an der Ruhr entdeckt worden und kam per Vertrag mit der „Studien- und Verwertungsgesellschaft mbH“ im Jahre 1934 nach Oberhausen zur technischen Entwicklung. Die

RUHRCHEMIE wurde Generallizenznehmer des Verfahrens. Zwei Jahre später wurde die erste Fischer-Tropsch-Anlage zur Herstellung von flüssigen Kraftstoffen in Betrieb genommen.

Das erste Benzin aus der neu errichteten Fischer-Tropsch-Anlage (1936)



Damit war eine Alternative für die sog. Kohleverflüssigung nach Bergius geschaffen (1913), die man seit 1926 bei der IG-Farbenindustrie technisch realisierte (Hydrierung von Kohle). Allerdings war Fachleuten wie etwa dem Vorstandsvorsitzenden Dr. Martin rasch klar, dass die Stärke der FT-Synthese - im Gegensatz zur Kohlehydrierung - nicht in der Treibstoffproduktion lag, sondern in der Herstellung von Chemierohstoffen. Darauf waren auch die Forschungsanstrengungen bei RUHRCHEMIE gerichtet, woraus Martin Schwierigkeiten bei den Nazis erwuchsen.**

- Da ist, *zweitens*, kurz später (1938), die Entdeckung der sog. Oxo-Synthese durch Otto Roelen.

** CIOS-Bericht XXVII-69: „Under such conditions, he (Martin, d. Vf.) believes the process is of value only for the manufacture of special chemicals...“

Otto Roelen, Entdecker der Oxosynthese (1897 - 1993),
Forschungsleiter der Ruhrchemie AG bis 1962



Als Schüler von Franz Fischer experimentierte Roelen (1897 – 1993) an Mitteldruck-Katalysatoren der Benzinsynthese und fand dabei per Zufall („*serendipity*“), dass sich Ethylen bzw. Propylen gleichzeitig mit Kohlenmonoxid und Wasserstoff verbindet und dabei oxygenierte Aufbauprodukte bildet – Aldehyde, Alkohole. Roelens Entdeckung hatte Nobelpreisniveau, wäre sie nicht in den Kriegswirren verschüttet und in ihrer Tragweite erst Jahre später erkannt worden. Die Oxo-Synthese ist der erste industrielle Meilenstein der *Metallorganischen Katalyse*, deren größtes Industrieprodukt sie bis auf den heutigen Tag hervorbringt. Otto Roelen war einer der großen Chemiker des 20. Jahrhunderts.

- Die *dritte* epochale Entwicklung gehört schon in unsere Zeit: Es war das Team von Boy Cornils, das einer gänzlich neuartigen Prozesstechnologie - der von Emile Kuntz vorgeschlagenen *Metallorgani-*

schen Zweiphasenkatalyse – am Beispiel der Hydroformylierung (von Propylen) zum Durchbruch verhalf.



Die erste Produktionsanlage für Butyraldehyd nach dem Ruhrchemie/Rhône-Poulenc-Verfahren (1984)

Mutig genug widersetzte man sich der Lehrbuch- und Vorstandsmeinung, wonach sich Organometall-Katalysatoren mit dem *Lösungsmittel Wasser* nicht vertragen. Das Gegenteil wurde bewiesen mit einer ersten 100 000 jato-Anlage für Butyraldehyd. Im Jahre 1984 ging sie in Betrieb. Zwei weitere Anlagen in Oberhausen und Lizenzen ins Ausland sollten bald folgen. Heute belaufen sich die Oxokapazitäten auf 820 Tsd jato, davon 540 Tsd in Oberhausen. Die „*Aqueous-Phase Organometallic Chemistry*“, die in Oberhausen methodisch entwickelt und dort auch ihren industriellen Anfang nahm, dürfte heute jedem Chemiestudenten ein Begriff sein.

Für Karl Winnacker, damals Chef der Hoechst AG, stellt sich die Szene in seinen „*Erinnerungen an Schicksalsjahre der deutschen Chemie*“ so dar:

„Eines der interessantesten Arbeitsgebiete, das wir in Oberhausen vorfanden, war die Oxochemie... Später wurde für uns die Beteiligung an der RUHRCHEMIE ein willkommener Anlass, dort diese Chemie der Oxo-Alkohole aufzunehmen und zu einem Industriezweig zu entwickeln, der heute in aller Welt von großer Bedeutung ist.“

So sei es möglich gewesen, dass

„Hoechst in den Besitz von Verfahren und Synthesen in der Reihe der Alkohole, Aldehyde und Ketone auf der Basis von Ethylen, Propylen und höheren Kohlenwasserstoffen“ kam.

- Eine Pionierleistung war - *viertens* - die technische Entwicklung *des Niederdruck-Verfahrens für Polyethylen*: Bereits 1954 begann die Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut in Mülheim zur technischen Entwicklung des Niederdruck-Polyethylenverfahrens. Es war von Karl Ziegler wenige Monate zuvor entdeckt worden. Über die Beteiligung an der Nordwest-Ölleitung von Wilhelmshaven nach Wesseling (1955) waren die Voraussetzungen geschaffen, dass im Jahre 1960 eine Großanlage zur Herstellung von Hostalen[®] in Betrieb genommen werden konnte.



Verlegung von Rohren aus Hostalen GM 5010 aus der Produktion der Ruhrchemie AG (etwa 1970)

Höchstmolekulares Polyethylen mit Molmassen bis über eine Million sollte bald zum unverwechselbaren Markenzeichen der RUHRCHEMIE werden. Hostalen-GUR[®] ist noch heute marktbeherrschend und standardsetzend.

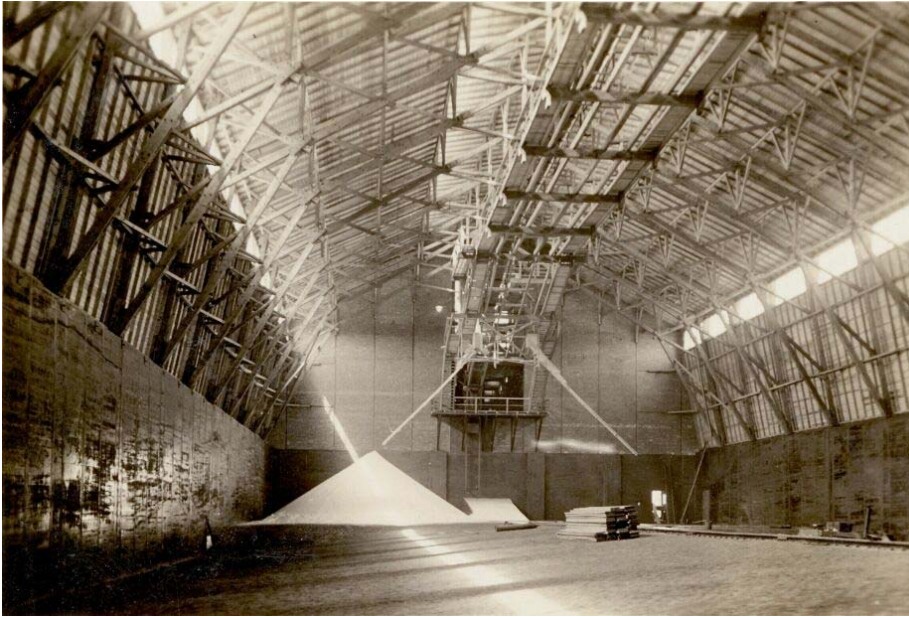
WERTSTOFFE AUS KOHLE ERFORDERT NEUE CHEMIE AUS KOHLE

Einer der Beweggründe für die Gründung der RUHRCHEMIE war der Versuch, im Kohlerevier ein Gegengewicht zur damals schon mächtigen deutschen Chemieindustrie aufzubauen, wie sie durch die IG Farben verkörpert war. Dies war eine Fehleinschätzung, denn einerseits machten sich die Gründer falsche Vorstellungen von der Macht der IG Farben, andererseits fanden die Anteilseigner der RUHRCHEMIE selten die notwendige einheitliche Linie.



Ruhrchemie als "Werk Ruhrchemie der Hoechst AG"; Luftaufnahme 1993

Die eigentliche Gründungsidee war die chemische Kohleveredelung und die Entwicklung dieser Veredelungstechnologien im rheinisch-westfälischen Industrievier. Nicht unbedeutenden Einfluss hatte die Landwirtschaft: Die steigenden Bevölkerungszahlen in den deutschen Staaten hatten im 19. Jahrhundert zu einer extensiven Nutzung der landwirtschaftlichen Anbauflächen geführt, mit der Folge zyklischer Ernteausfälle. Es war der Chemiker Justus von Liebig, der mit seiner modernen Mineraldüngertheorie (*„Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“*) einer modernen Landwirtschaft den Weg ebnete. Ein weiterer Bevölkerungszuwachs und die Verteuerung des Chilesalpeters führten zur intensiven Suche nach chemischen Methoden zur Bindung des Luftstickstoffs, auch wenn es bereits wertvolle Mineraldünger als Koppelprodukte industrieller Produktionsverfahren gab (z.B. Thomasmehl). In den städtischen Gaswerken fielen wässriges und gasförmiges Ammoniak an. Schwefelsaures Ammoniak war der erste in Deutschland selbst hergestellte Stickstoffdünger.



Erstfüllung der
Düngemittel-
Lagerhalle 1929

Die Markteinführung dieses dunkelfarbigen, für die Bauern ungewohnten Produkts war ein Riesenthema (1897: Versuchsstation für Weinbau in Nierstein/Rheinhessen; 1904: erste Forstdüngungsversuche; ab 1908: praxisnahes Beratungswesen). 1899 entdeckten Adolf Frank und Heinrich Caro das Kalkstickstoffverfahren: $\text{CaC}_2 + 2 \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{CN}_2)_2$. Daraufhin wurden im Südostbayerischen Trostberg am Alzkanal die „Bayerischen Kalkstickstoff-Werke“ gegründet – später SKW, heute DEGUSSA. Im Jahre 1909 entdeckte Fritz Haber die Ammoniak-Synthese aus den Elementen unter hohem Druck. Die technische Umsetzung folgte 1913 gemeinsam mit Carl Bosch in Oppau. Dafür gab es Nobelpreise.

ZUKUNFTSTECHNOLOGIE KATALYSE

Anfang der 20er Jahre herrschte überall auf den Zechen des Ruhrgebiets ein Überschuss an Koksofengas. Große Mengen wurden täglich abgefackelt. Diese „*Feuerzeichen der Verschwendung*“ sollten nun zum

Signal für die parallelen Schwestergründungen RUHRGAS und RUHR-CHEMIE werden.

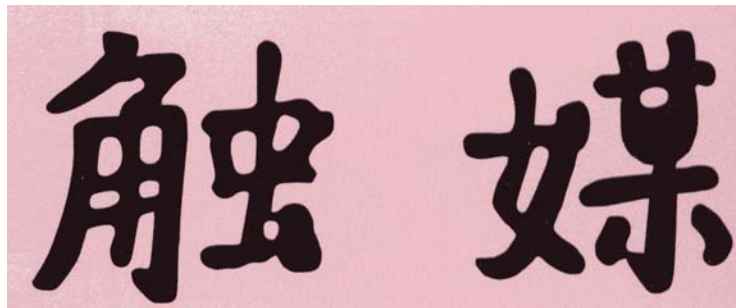
Das Ziel bestand also darin, Kohle nicht nur als *Energieträger*, sondern auch als *Chemierohstoff* zu nutzen. Man erwarb die Exklusivrechte am Casale-Verfahren zur Ammoniak-Herstellung und trat damit gegen die IG-Farbenindustrie an, die das Haber-Bosch-Verfahren nutzte. Für das florierende Kunstdüngergeschäft sollten später Markennamen wie Calnitro[®] und Complestal[®] stehen.

Die *Kohlechemie AG* wurde als Studiengesellschaft mit zunächst nur 500 Tsd RM Aktienkapital gegründet. Der Gesellschaftszweck war im Kern „die Förderung und Zusammenfassung der chemischen Interessen des Bergbaus im Ruhrbezirk“, wobei jede Art von „Kohleveredelung“ gemeint war, physikalisch wie chemisch. Das ökonomische Ziel der Firmengründung bestand in der Findung eines Großabnehmers für das überschüssige Kokereigas. Das unternehmenspolitische Ziel bestand in der Eigenherzeugung synthetischer Stickstoffverbindungen – und damit von Düngemitteln – zur Verbesserung der Verhandlungsposition der Ruhrgebietskokereien innerhalb des von den IG Farben dominierten Stickstoffsyndikats.

Erst zu Anfang der 90er Jahre wurde das Kunstdünger-Geschäft eingestellt. Es war - typisch für diesen Markt - gegen die Norweger nicht mehr konkurrenzfähig (Norsk Hydro). Ebenso erging es 1985 der alten RUHR-STICKSTOFF AG.

KATALYSESPEZIALISTEN

Benzinsynthese – Oxosynthese – Polyethylen-Synthese: So unterschiedlich diese drei Prozesse aus chemischer Sicht sind - ihr gemeinsames Prinzip hat die RUHRCHEMIE berühmt gemacht: die Katalyse. Keiner der genannten – und viele andere – Prozesse würde ohne Katalysator spontan ablaufen. *Katalyse* ist der Weg, um chemische Reaktionen unter geringstmöglichem Energie- und Stoffaufwand in gezielter Weise durchzuführen. Wenn „die Chemie stimmt“, sind in der Regel Katalysatoren im Spiele, wie im richtigen Leben. „*Tsoo mei*“ ist das chinesische Wort für Katalyse. Es bedeutet soviel wie Heiratsvermittler.



Tsoo mei - chinesisch für Heiratsvermittler (Katalyse)

Angesichts der gewaltigen Volumina stofflicher Umsetzungen und der damit verbundenen Rohstoff-, Energie- und Abfallprobleme ist die Katalyse ein wissenschaftliches Thema ersten Ranges. Sie ist die Voraussetzung für die Fortentwicklung, aber auch für das Sachwalten einer Welt, die auf ein differenziertes, stoffliches Spektrum - sprich: Chemie - angewiesen ist. Daraus resultierend ist die Katalyse auch ein *ökologisches*, ein *wirtschaftliches* und ein *politisches* Thema. Die politische Klasse beginnt diesen Zusammenhang neuerdings zu begreifen, vor allem im Kontext der zunehmenden Energie- und Rohstoffverknappung. Ohne Katalyse ist nachhaltiges Wirtschaften undenkbar. Es gibt kein anderes

technisches Prinzip, das die ökonomische und ökologische Wertschöpfung so sehr miteinander verbindet wie die Katalyse. Auch in Zukunft werden es spezifisch wirksame Katalysatoren sein, mit deren Hilfe Wertprodukte aufgebaut, Überflußprodukte abgebaut und Schadstoffe vermieden werden – egal ob wir von der gezielten Herstellung stereochemisch reiner Arzneimittel, vom Aufbau maßgeschneiderter Polymerwerkstoffe, vom Abbau nicht mehr gebrauchsfähiger Kunststoffe oder von der Schadstoffvermeidung aus verarbeitenden Produktionsstätten und Verbrennungsanlagen sprechen. Auch bei der Gewinnung, Speicherung und Umwandlung von Energie - einem globalen Jahrhundertthema - wird der technische Fortschritt durch die Katalysatorforschung angetrieben sein. Die Brennstoffzellenthematik ist ein Beispiel.

Die Katalyse ist eine Zukunftstechnologie, die bei der RUHRCHEMIE pionierhaft neben der BASF AG begonnen hat. Hier sollte sich eine Vision industriell verwirklichen, die der Nobelpreisträger Emil Fischer anlässlich der Gründung des Kaiser-Wilhelm-Instituts in Mülheim am 4. November 1912 in folgende Worte gekleidet hatte:

„Sie alle wissen, meine Herren, dass Deutschland in Bezug auf flüssige Brennstoffe, zum Beispiel Petroleum, stiefmütterlich von der Natur bedacht ist. Wie schön wäre es nun, wenn man aus den festen Brennmaterialien ... auf ökonomische Weise flüssige Brennstoffe herstellen könnte!“

Und weiter:

„... die Chemie der Gase ist seit einigen Jahren in eine neue Epoche, in das Zeichen der Katalyse, getreten. Mit Hilfe von Katalysatoren gelangen die wunderbarsten Umwandlungen durch Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd bei Temperaturen, die viele hundert Grad niedriger sind als diejenigen, bei denen man früher diese Gase reagieren sah. Dieses Kapitel der Katalyse ist schier unbegrenzt, und gerade hier verspricht eine gründliche Durcharbeitung lohnenden Erfolg.“

Katalysatoren haben bei allen Produktionen der RUHRCHEMIE von Anfang an eine herausragende Rolle gespielt, vor allem in der Fischer-Tropsch-Forschung. Neben Roelen nenne ich unter den Katalysatorspezialisten die Namen Dr. Rottig und Dr. Frohning. Nicht nur bei RUHRCHEMIE kannte man sie. Diese Forschung nahm ab etwa 1968 einen beträchtlichen Aufschwung. Kosten, Qualität und Umweltgesichtspunkte wurden laufend dem jeweils gültigen Stand angepasst, teils übertrafen sie den Stand der Wettbewerber erheblich. Wenn das Katalysatorgeschäft einmal schwächelte, so lag das weniger an der Katalysatorleistung oder -qualität, sondern an Krisen bei den Verkaufskapazitäten.

FISCHER-TROPSCH-SYNTHESE

Einer der Pioniere und Visionäre war Dr. Martin, Vorstandsvorsitzender bis Kriegsende. Er hat die Generallizenz des Fischer-Tropsch-Verfahrens bei der RUHRCHEMIE durchgesetzt. Bereits während des

Krieges hat er im Gegensatz zu den Nazis, die einen möglichst hohen Treibstoffdurchsatz wollten, die FT-Synthese als Quelle für Feinchemikalien genutzt (u.a. Schmierstoffe, Waschmittel).

Die Forschung auf dem Gebiet der *Fischer-Tropsch-Synthese* diente zwei Unternehmenszielen: Zum einen wollte man eine rentable *Treibstoffproduktion* selbst aufnehmen, zum anderen den *Synthesegasprozess* gewinnbringend vermarkten.

Dies war nur mit einem ausgereiften Verfahren möglich. Verständlich also, dass bis 1937 ca. 3 Mio. RM in die Forschung investiert wurden.

Die deutsche Fischer-Tropsch-Kapazität betrug einschließlich der Auslandslizenzen rund 1,1 Mio. jato, in Deutschland 740 Tsd jato, davon RUHRCHEMIE 70 Tsd jato.^{***} Obwohl die politischen Autarkiebemühungen die Entwicklung der Treibstoffsynthese entscheidend beeinflusst hatten, erkannten die Fachleute bald, dass die Primärprodukte zu hochwertigeren Endprodukten als Benzin taugten. Zeitweise erbrachten Tafelparaffin und Hartwachs zwar gute Erlöse, die wirklichen Perspektiven aber eröffnete die *Olefinveredelung*. Über das Katalysatorgeschäft lebt das Fischer-Tropsch-Verfahren *made in Germany* nun seit einem halben Jahrhundert in Südafrika weiter (SASOL, Werk in Sasolburg 1955).

KUNSTSTOFFSPEZIALISTEN: HOSTALEN-GUR®

1955 präsentierte die FuE-Abteilung der RUHRCHEMIE auf der Kunststoffausstellung in Düsseldorf neben Rohrware ihr erstes hochmolekula-

^{***} Weitere acht Anlagen wurden in Kriegszeiten u. a. bei Brabag (Kapaz. 210 Tsd jato), Wintershall (80 Tsd), Rheinpreussen (75 Tsd), Essener-Steinkohle (75 Tsd) betrieben. Die Gesamtkapazität der deutschen Kohlehydrierwerke betrug ca. 4 Mio jato Mineralölprodukte im Jahre 1944.

res Produkt „*RCH-Polyäthylen 1000*“ mit einer Molmasse von einer Million. Damals begann ein langjähriger Prioritätsstreit mit den Farbwerken Hoechst.

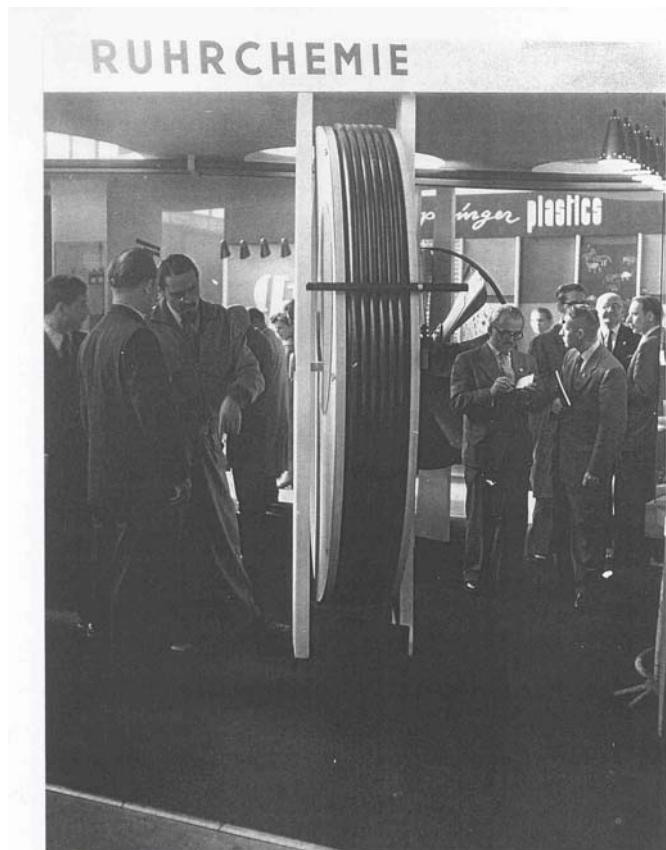


Stand der Ruhrchemie AG auf der „K55“, der Kunststoffausstellung 1955 in Düsseldorf. Angeboten wurden die ersten HDPE-Typen aus der Produktion nach dem Ziegler-Verfahren

In dieser Phase traf der Vorstandsvorsitzende Dr. Tramm drei weitsichtige Entscheidungen:

- 1) die vorzugsweise Beschäftigung mit Polyethylenen sehr hoher Dichte;
- 2) die Schwerpunktsetzung bei Halbzeugen (Platten, Blöcke, Rundprofile);
- 3) die Entwicklung einer *kontinuierlichen* PE-Herstellung mit spezieller Steuerung der Molmasse.

Die Erfolge stellten sich rasch ein. Da jedoch die Farbwerke Hoechst als 25%-Aktionär ins Unternehmen eintraten, kam es zunächst nicht zum Bau einer eigenen Anlage. Die um ihre frühen Entwicklungserfolge gebrachten Forscher (z.B. „Weißes PE“) ließen sich nicht entmutigen und wandten sich anderen Themen zu.

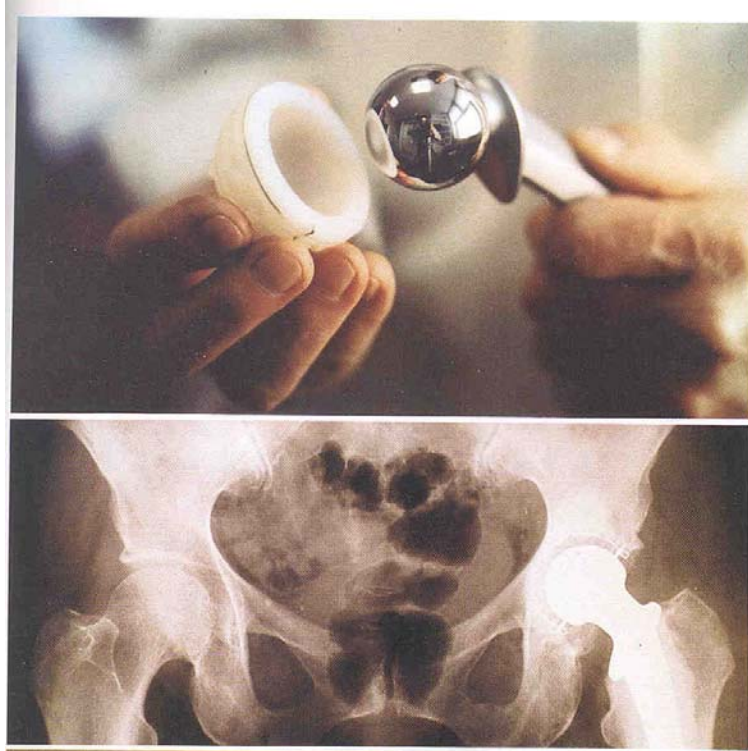


Messestand der Ruhrchemie AG auf der Kunststoffausstellung 1955 in Düsseldorf („K 55“)

Beispielsweise wurden die Insektizide Holtan[®] und Telodrin[®] entwickelt, später allerdings in einem Optionsvertrag an die SHELL AG verkauft, die Epoxidharze an Reichold. Als Protagonist der Forschung zu jener Zeit ist Dr. Kaeding zu nennen, dem viele Impulse zu verdanken sind.

Das ultrahochmolekulare HOSTALEN-GUR[®] sollte zu einer Erfolgsstory der RUHRCHEMIE werden. Verschleißfester als Stahl, widerstandsfähiger als Büffelhaut, geräuschkämpfend, selbstschmierend, chemikalienbeständig – diese Eigenschaften erschlossen dem neuen „Wunderwerkstoff“ aussergewöhnliche Einsatzbereiche: vom dauerbelastenden Förderband über die Verpackungsindustrie, die Galvanotechnik, die Tiefkühltechnik bis zum Kufenbelag der Rennrodelleister. Als besonders reines, sog. Chirulen[®] wurde der Kunststoff wegen seiner Abriebfestig-

keit und Gleitfähigkeit zum idealen Werkstoff für künstliche Gelenkpfannen, in der sich ein Gelenkkopf aus einer Metallgußlegierung dreht.



Anwendungen von Ruhrchemie-GUR in der Chirurgie: Kugelschale eines künstlichen Hüftgelenkes aus Polyethylen GUR der Ruhrchemie AG (oben: Ansicht; unten: Röntgenbild des transplantierten Gelenkes)

Aus Hostalen GM-5010[®] andererseits werden profilverstärkte Abwasserrohre- und Drainagerohre großer Baulängen hergestellt. Sie haben erheblich zur Hygieneverbesserung in dichten Siedlungsräumen und zum Schutz der Umwelt beigetragen.

Die Produktionseinstellung von GM-5010 bleibt aufgrund der überragenden Marktstellung bis heute wenig verständlich.

WELTRUHM DURCH OXOSYNTHESE

Mitte der 60er Jahre hatte die RUHRCHEMIE eine gesunde Basis als Unternehmen der Petrochemie erlangt: Oxokapazitäten von ca. 150 000

jato - sämtliche Aktivitäten gingen auf die eigene Forschung zurück -, Polyethylen-Kapazitäten (ND-PÄ, heute HDPE) von ca. 25 000 jato, auch hier eine hauseigene Technologie.

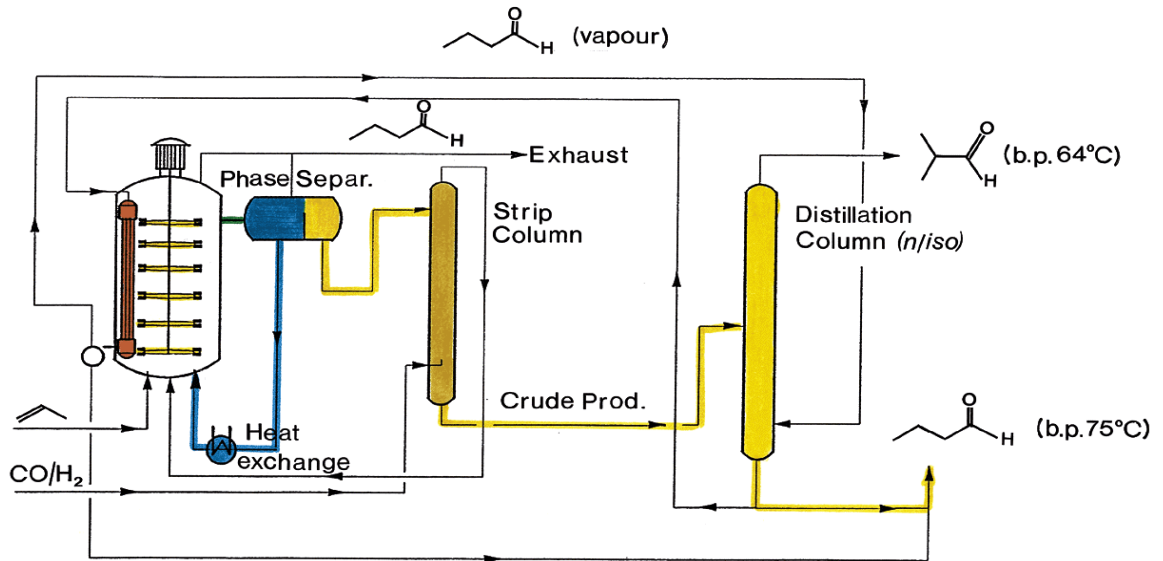
Nun zur Oxosynthese: Wegen irriger Annahmen zum Reaktionsmechanismus, wegen Arbeitsüberlastung, kriegsbedingten Personalmangels und die alliierten Bombenangriffe wurde die erste Anlage mit 10 Tsd. Jahrestonnen technisch nicht perfekt durchgebildet, sondern zunächst nur für eine diskontinuierliche Produktion gebaut.

Sie ging während des Krieges infolge der wiederholten US-Tagbomberangriffe nur noch mit der Testung von Einzelanlagen in Betrieb. Roelen bemühte sich in jener Zeit um die Anwendung des neuartigen Reaktionsprinzip auf die Herstellung höherer Fettalkohole aus Fischer-Tropsch-Olefinen, die zu Detergenzien und Seifen umgearbeitet werden sollten. Roelen hat in seiner aktiven RUHRCHEMIE-Zeit 108 Patente erfolgreich angemeldet. Später hat Jürgen Falbe den Ausbau der Oxokapazitäten gefördert.

Die vor allem von Dr. Tummes auf den Weg gebrachten Forschungserfolge in der Oxosynthese waren enorm: 335 Tsd jato Kapazität im Jahr 1980 beruhten auf der Katalysatorbasis Kobalt. Dennoch waren die RUHRCHEMIE-Forscher offen genug, die Vorteile ligandenmodifizierter Katalysatoren auf der Basis des Edelmetalls Rhodium zu erkennen (Selektivität).^{****} Was folgte, ist ein wundervolles Beispiel für die gegenseitige Befruchtung von *Hochschulforschung* und *Industrieforschung*.

The RUHRCHEMIE (HOECHST) Plant

on stream since July 1984, capacity 300 000 t/a



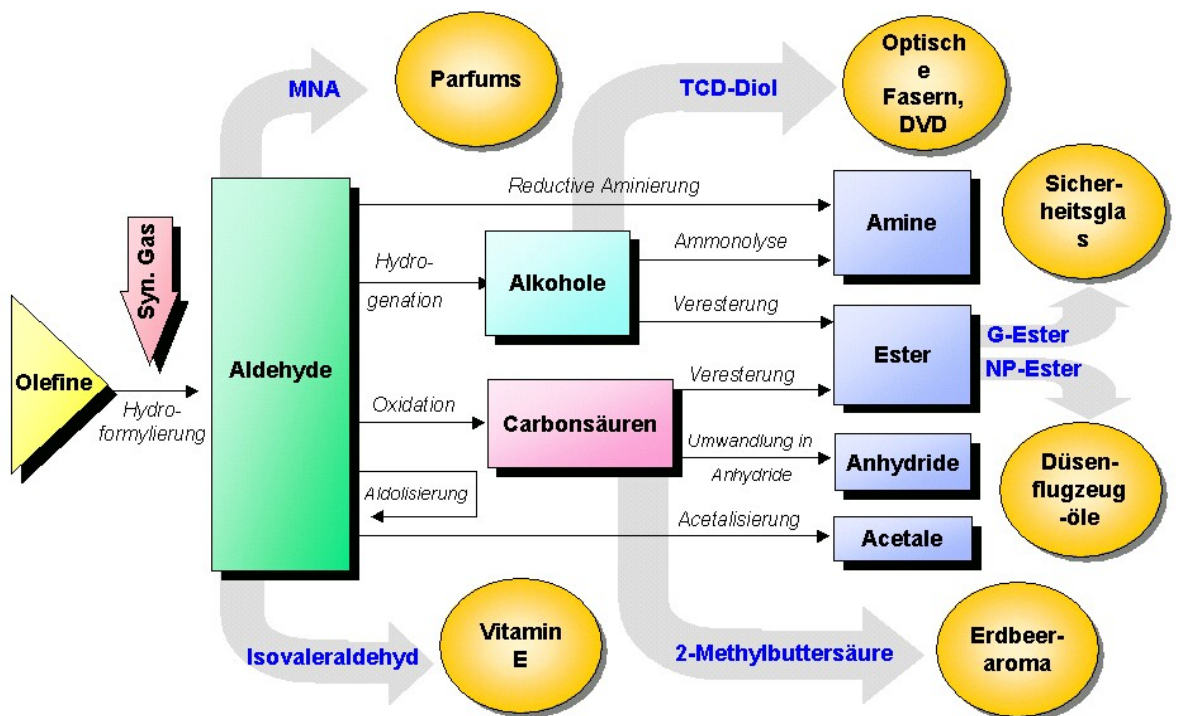
B.Cornils et al., Chem.- Ing.Tech. 59 (1987)882 ; ibid. 66 (1994) 916

Schema des Ruhrchemie/Rhône-Poulenc-Oxoverfahrens: hochselektive Herstellung von Butyraldehyd aus Propylen in wäßrig-zweiphasiger Fahrweise

Für die RUHRCHEMIE sollte sich die Übernahme einer bloßen Labor-idee von *Rhône-Poulenc* im Herbst 1982 als Sternstunde erweisen: Sulfoniertes und deshalb wasserlösliches Triphenylphosphan als Steuerligand versprach eine völlig neuartige Technologie. Diese ging dank der werksbekannten Hartnäckigkeit von Cornils, zusammen mit den Ingenieurabteilungen bereits nach 2 Jahren Forschung mit einer 100 000 ja-to-Anlage in Betrieb. Ein ScaleUp-Faktor von 1/24 000 vom Labor zur Anlage nötigt dem Fachmann größten Respekt ab, unter dem sich allerdings noch heute eine Gänsehaut bildet. Aber es ist gut gegangen, wahrlich ein Bilderbuch-Erfolg innovativer Industrieforschung! Die Rhodiumverluste liegen heute im *ppb*-Bereich bezogen auf das Produkt – ein Paradigmenwechsel in der industriellen Katalyse, abermals vollzogen in

**** Die besonderen Effekte der Rhodiumkatalysatoren hatten Wilkinson und Mitarbeiter am Imperial College in London Mitte der 60er Jahre entdeckt. Erste industrielle Austestungen erfolgten bei SHELL und UNION CARBIDE

Oberhausen. Heute steht auf der Basis der Oxo-Synthese ein reiches, diversifiziertes Spektrum an Fein- und Spezialchemikalien zur Verfügung.



Business Line Specialties

Vereinfachter Stammbaum der Oxoprodukte: Vom Olefin zu optischen Fasern, synthetischen Ölen, Weichmachern, Vitaminen und Aromen

2500 PATENTE

In ihrer 75jährigen Geschichte wurden der RUHRCHEMIE weltweit etwa 2500 Patente erteilt, davon gut die Hälfte auf dem Katalysatorsektor. An die 50 Chemiker waren in guten Zeiten im Werk tätig, davon allein 20 in der Forschung. Internationale Anerkennung in Industriekreisen fanden die weit über 100 Verfahrens- und apparativen Lizenzen. Diese Zahlen,

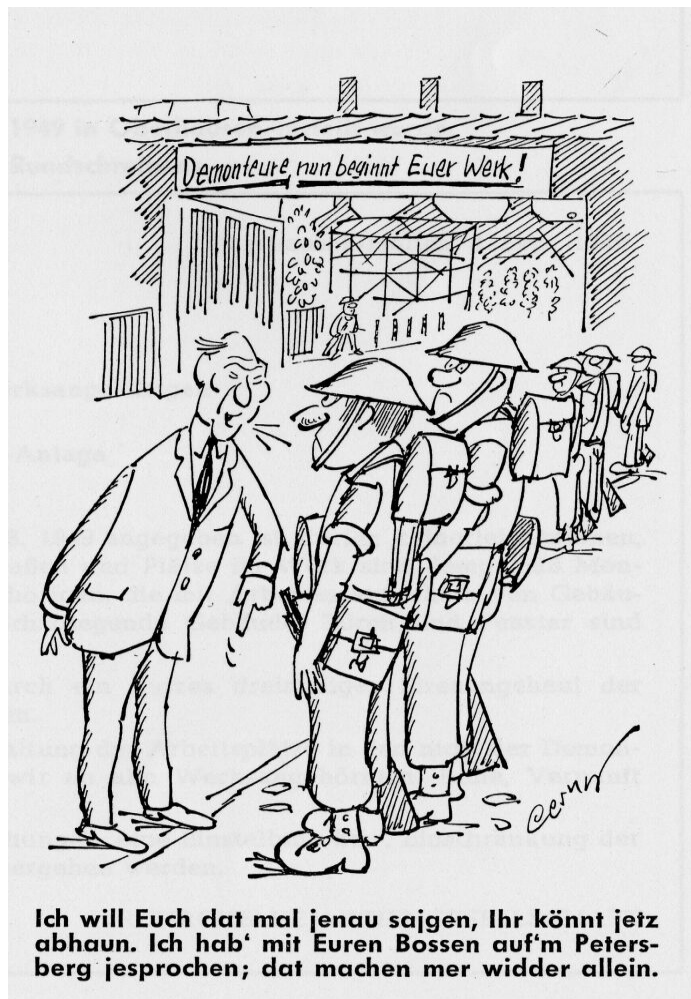
ergänzt um viele Original- und Buchpublikationen, sprechen für die hohe Innovationskraft des Unternehmens, aber auch für die gelebte Verpflichtung zur Information gegenüber der Scientific Community.

Das Kriegsende traf die RUHRCHEMIE schwer. Am 27. März 1945 wurde den Amerikanern ein Unternehmen übergeben, das an die 1000 Fliegeralarme, 27 gezielte Bombenangriffe auf wichtige Produktionsanlagen sowie Teilverlagerungen nach Mitteldeutschland hinter sich hatte. Schwer zu verkraften war für die Mitarbeiter der Verlust ihrer ausländischen Patentrechte. Kam hinzu, dass die Militärregierung Expertenbefragungen durchführte (sog. FIAT-, CIOS- und BIOS-Berichte). Dabei ging unveröffentlichtes Wissen an die Alliierten über, auch wenn sich so mancher „krank stellte“, wie etwa Otto Roelen („*the most valuable member of this company's technical staff*“). Die Demontage von Werksanlagen „verbotener Industrien“ führte zu vehementen Widerständen der Belegschaft gegen „dieses himmelschreiende Unrecht“.



Zur Zeit der Demontage (1949): Umstürzen des Autos des von den Engländern beauftragten Demontage-Unternehmens durch Belegschaftsmitglieder der Ruhrchemie AG

Dem Verhandlungsgeschick von Bundeskanzler Adenauer war es zu verdanken, dass die Alliierten Hochkommissare in der historischen Sitzung auf dem Petersberg am 22. November 1949 die Demontagepolitik endgültig einstellten. Die Kontrolle durch die Alliierten hat noch lange Zeit bestanden, wie aus dem Jahresbericht des Fachverbands Kohle-chemie im Jahre 1953 hervorgeht.



Karikatur zur Beendigung der Werksdemontage vor dem Hintergrund des durch die Presse gegangenen Bildes von Tor 1 der Ruhrchemie AG im Jahre 1949

Dort heißt es:

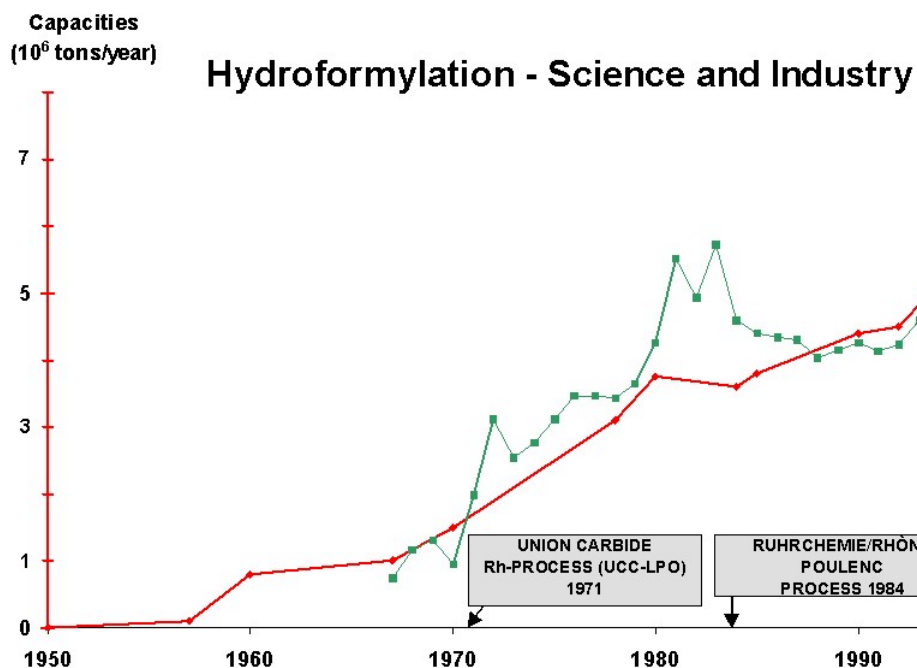
„Wir halten es für äußerst unzeitgemäß, dass Dienststellen der Besatzungsmächte heute noch von der deutschen Industrie

Berichte über Forschungsergebnisse verlangen, und haben dagegen Einspruch erhoben.“

Die regelmäßige Kontrolle der Thorium-Vorräte dauerte übrigens noch viel länger. Thorium war für die erste Generation der FT-Katalysatoren angeschafft worden.

WISSENSCHAFTLICHE PARTNERSCHAFT: CHEMIE IST WISSENSCHAFT UND INDUSTRIE

Ich hatte die Geschichte der RUHRCHEMIE als *Geschichte der Pioniere und Visionäre* bezeichnet. Pioniere, die ausgehend vom Koksofengas chemisches Neuland erschlossen haben, die stets an die Kraft der Wissenschaft geglaubt und auf den Erfindungsreichtum der RUHRCHEMIE-Mitarbeiter gesetzt haben. Die RUHRCHEMIE verkörpert damit auch eine *Geschichte der Zuversicht*. Beispiel Hydroformylierung: Wer hätte im Erfindungsjahr 1938 gedacht, dass dieser Zufallsbeobachtung eine stürmische industrielle Aufwärtsentwicklung folgen würde, wie die Graphik zeigt?



Weltweite Butylaldehyd-Kapazitäten von Oxoanlagen (rot) und Zahl der Publikationen/Patente (grün): Wissenschaftlich-technische „Sprungentwicklungen“ (1971 bzw. 1984) beflügeln den Kapazitätsausbau

Der Kapazitätsanstieg ist gleichzeitig ein überzeugendes Beispiel für die gegenseitige Befruchtung von Wissenschaft und Industrie: Sprungentwicklungen wie etwa der UNION CARBIDE-Rhodiumprozess (1971) und das RUHRCHEMIE/*Rhône*-Poulenc-Verfahren (1984) haben ein wichtiges Commodity-Produkt (*n*-Butyraldehyd) im wirtschaftlichen Bereich gehalten. Dies wäre nicht möglich gewesen, hätte die wissenschaftliche Erkenntnis vor allem auf dem Gebiet der Metallorganischen Chemie - mit einigen bedeutenden Hochburgen in Deutschland - nicht neue Katalysatorgrundlagen geschaffen und hätten nicht intelligente Betriebsingenieure für die technische Umsetzung gesorgt. Neben wenigen anderen katalytischen Großprozessen (z.B. Ziegler-Natta-Polymerisation, WAKKER-Acetaldehyd-Verfahren, MONSANTO-Essigsäure-Verfahren) und stereoselektiven Pharmasynthesen hätte auch die Metallorganische Hochschulchemie nicht jenen Aufschwung erlebt, der nun seit den Tagen

von Peter Pauson, Karl Ziegler, Günther Wilke, Jeffrey Wilkinson und Ernst Otto Fischer anhält.

Für meine Forschungsgruppe waren nahezu 15 Jahre engster Zusammenarbeit mit der RUHRCHEMIE eine gemeinsame Erfolgsgeschichte: Ausgehend von der Aufklärung der Katalysator-Deaktivierung im Zweiphasenprozess, haben wir neue wasserlösliche, potentielle Katalysatoren entwickelt und dafür Patentschutz erhalten. Unser Katalyse-Champion BINAS, ein Chelatligand auf Binaphthyl-Basis, hätte vom Technikum beinahe den Weg in die Großanlage gefunden, wäre seine Synthese am Ende doch nur etwas kostengünstiger gewesen. Böse Zungen versuchen uns mit der Version zu trösten, man habe BINAS bei der Mutter Hoechst „kaputtgerechnet“. Einerlei: Gemeinsam ist in diesen Jahren viel gute Chemie entstanden, getrieben von der Neugier und getragen von Vertrauen und Freundschaft. Eingeengt fanden wir unsere Forscherträume nie, beflügelt fast immer. Gerne nenne ich die Namen Dr. Konkol und Dr. Kohlpaintner.

Strong Alliance in Two-Phase Hydroformylation RUHRCHEMIE & TU MÜNCHEN



Dr. J. A. Kulpe
1989



Dr. Ch. W. Kohlpaintner
1992



Dr. R. B. Manetsberger
1994



Dr. G. P. Albanese
1995



Dr. F. A. Rampf
1999



Dr. J. Scheidel
2001



Dipl.-Chem. R. W. Eckl

Die Doktoranden des Autors (W.A.H.), die an gemeinsamen Forschungsprojekten der TU München / RUHRCHEMIE AG gearbeitet haben, vgl. die Angaben auf der Internet-Homepage:
<http://aci.anorg.chemie.tu-muenchen.de>

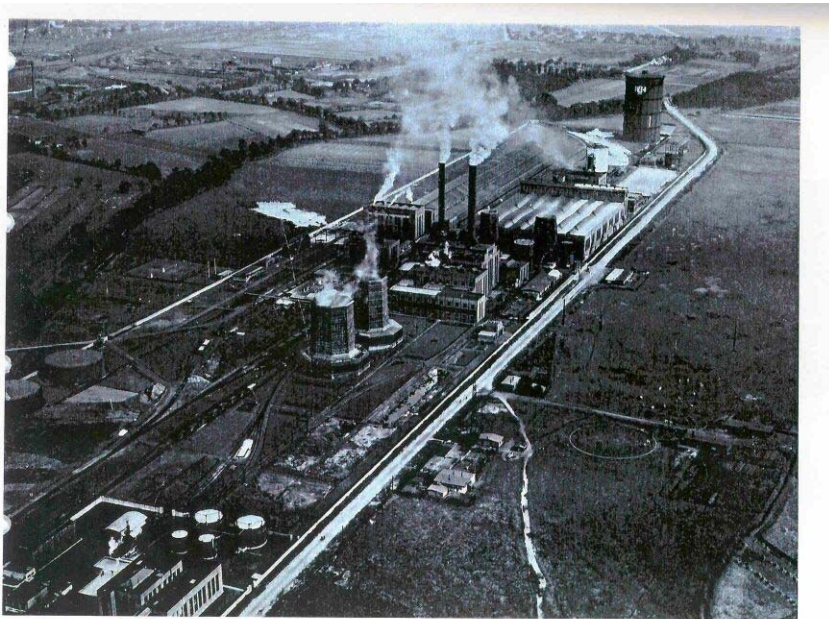
Es galt das Angebot, das der Hochschulprofessor Emil Fischer seinem Industriekollegen Heinrich Caro bei der BASF unterbreitet hatte, und das sich wie folgt liest:

„Wenn es Ihnen nicht zu lästig wird und Ihre Direktion damit einverstanden ist, so niste ich mich in den Ferien mit einem Assistenten acht Tage bei Ihnen ein und mache die Präparate selber.“

Was anno 1883 das Indigo, den „König der Farbstoffe“ betraf, galt in unserem Fall den neuen sulfonierten Katalysatoren.

Damit ist eine Kulturfrage der Hochschulforschung angesprochen. „*Elfenbeinturm der Minerva*“ oder *verlängerte Werkbank der Industrie*? Die Chemie ist die einzige Naturwissenschaft, die gleichzeitig Industrie ist. Wie ist es um die Allianz zwischen beiden bestellt?

Hatte sich der wissenschaftliche Fortschritt in der Gründerphase der industriellen Chemie (ab ca. 1850) institutionell in und aus den Universitäten heraus entfaltet, weniger hingegen aufgrund eines technisch-industriellen Neubedarfs, so war die Entwicklung ab etwa der Jahrhundertwende gekennzeichnet durch organisierte Projektforschung im Zusammenspiel mehrerer Spezialisten.



Luftaufnahme aus dem Jahre 1932 mit Kraftwerk und der Düngemittelproduktion (im Vordergrund die Chemische Fabrik Holten). Die öffentliche Straße im Vordergrund wurde später gesperrt und als Hauptstraße des werksinternen Verkehrs genutzt

Dieses Erfolgsrezept ergab sich zwangsläufig aus dem neuen einheitlichen Reichspatentgesetz, das anstelle der „Nachahmungspraxis“ die Auffindung neuer Substanzen verlangte. Nur die fabrikmäßig organisierte Forschung schien diesem Anspruch gerecht zu werden. Charakteristisch für diese Phase war der Austausch von Chemikern zwischen Hochschule und Industrie sowie die Schulbildung in den Industrielaboratori-

en. Adolf von Baeyer (1835 - 1917) und August Wilhelm von Hofmann (1818 - 1892) verkörperten diese Allianz. Die Chemie leistete ihren Beitrag, dass sich die exakten Naturwissenschaften in eine gesellschaftliche und politische Führungsrolle bringen konnten. Nicht nur die Wissenschaft selbst, auch die Öffentlichkeit glaubte an die Macht der Wissenschaft. Stefan Zweig hat diese Stimmungslage gut erfasst, wenn er in den „Erinnerungen eines Europäers“ (1944, posthum) die Wissenschaft als „*diesen Erzengel des Fortschritts*“ bezeichnete und hinzufügte:

„Man glaubte an diesen >Fortschritt< schon mehr als an die Bibel, und sein Evangelium schien unumstößlich bewiesen durch die täglich neuen Wunder der Wissenschaft und der Technik.“

Treffend charakterisierte der englische Chemiker Meldola die deutsche Chemie in ihrer Dreifachstellung als Handwerk, Wissenschaft und Industrie, wenn er urteilte:

„Die Stärke unserer Konkurrenten liegt in ihren Laboratorien und nicht – wie hier (in England, d. Vf.) – auf den Börsen.“

Vorbereitet durch diesen Fortschrittsglauben, fiel die Gründung der RUHRCHEMIE in die Phase der organisierten Großforschung. Ihr sollte die deutsche Chemie ein Jahrhundert hindurch ihre Erfolge verdanken. Die deutschen Industrielaboratorien leisteten sich eigenständige Forschung auf immer höherem Niveau. Die Chemikerausbildung an den Hochschulen war ausgesprochen forschungsgeleitet, neugierorientiert, alles andere als praxisbeherrscht. Das hatte Vorteile dort, wo man von beiden Seiten mit ganz unterschiedlichen Ansätzen an die Probleme

heranging. Dieser Geist blieb Jahrzehnte lebendig und prägte auch unsere Begegnung mit der RUHRCHEMIE Ende der 80er Jahre. Wie die chemische Industrie im allgemeinen, so hat auch die RUHRCHEMIE sehr viel mehr in die Forschung investiert als andere Industrien. Chemische Innovationen setzen stets die Grundlagen des Faches voraus, was mit zunehmender Interdisziplinarität immer wichtiger wurde.

Seit Beginn der großen industriepolitischen Strukturveränderungen zu Beginn der Neunzigerjahre – in der Folge der neuen Ost-West-Politik sowie der damit verbundenen globalen Umbrüche – nimmt das *Outsourcing* von Forschung bedrohlich zu. Bedrohlich sage ich, weil ich in der Entkoppelung von Wissenschaft eine Bedrohung der Innovationskultur und damit der Unternehmenskultur sehe. *Outsourcing* bedroht rasch die Kontinuität von Forschung und - in der Folge - auch ihren *emotionalen Stellenwert* im Unternehmen. Und der ist für den Unternehmenserfolg gar nicht hoch genug einzuschätzen. Das Innovationserlebnis ist ein Schlüssel zur Identifikation der Mitarbeiter mit ihrem Unternehmen. Aus erlebter Innovation entstehen Loyalität und Unternehmerstolz.

Freilich war Innovation noch nie etwas für Kurzatmige. Die Geschichte der RUHRCHEMIE beweist seit dem Gründungsjahr 1927 den Langzeiterfolg von forscherschem Engagement. Mit Dr. Heinrich Tramm – dem späteren Vorstandsvorsitzenden von 1946 - 1959 – stellte das Unternehmen im Gründungsjahr einen Chemiker ein, der genau wusste, dass die Erschließung der stofflichen Welt auf Mut und Risikobereitschaft setzt – auf *Forschung* eben. Man holte sich wissenschaftlichen Rat und engagierte sich in Kooperationen (Beispiel KWI Mülheim), ersetzte damit aber nicht die eigene Forschung, sondern verstärkte und verstetigte sie. So

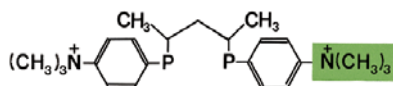
spricht es für echten Pioniergeist, dass man sich bereits 1955 mit der Entwicklung von Brennstoffzellen befasste (Prof. Vielstich).

RUHRCHEMIE/RHÔNE-POULENC-VERFAHREN

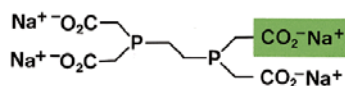
Anknüpfend an unsere Kooperation mit der RUHRCHEMIE und als Beispiel für die Zeiten des Erfolgs möchte ich nun die Hydroformylierung von Propylen herausgreifen, mit der das Unternehmen weltberühmt wurde.

Water-Soluble Phosphanes

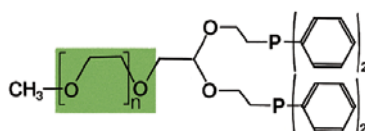
- Quaternary Aminoalkyl/aryl Phosphanes



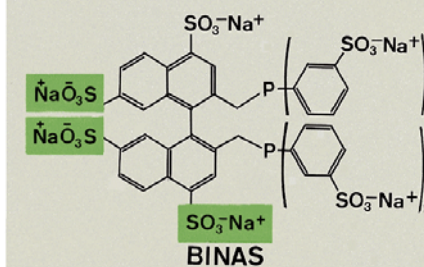
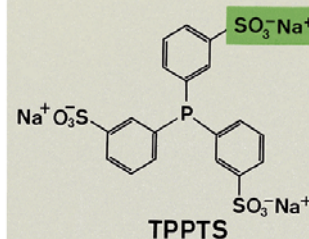
- Carboxylated Phosphanes



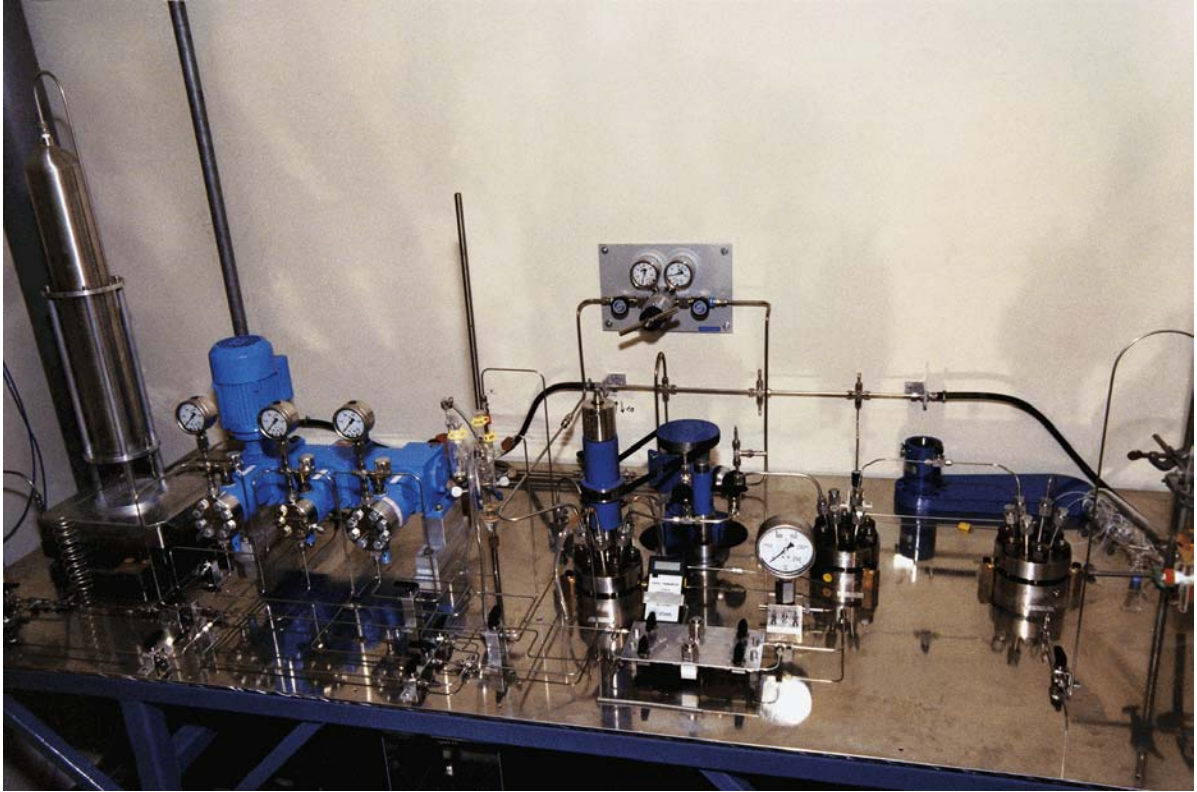
- Polyether Phosphanes



- Sulfonated Phosphanes



Wasserlösliche Phosphane als Liganden für Katalyseverfahren (u.a. Oxosynthese) in wäßrig-zweiphasiger Fahrweise. BINAS hatte im Technikumsstadium erstklassige Aktivitäten und Selektivitäten vorzuweisen, es kam aber aus Gründen der hohen Herstellungskosten nicht zu einem kommerziellen Oxoprozess mit diesem Liganden.



Laboratoriumsanlage zur Testung von Katalysatoren mit neuen Liganden am Lehrstuhl für Anorganische Chemie der Technischen Universität München (1998)

Die tiefgreifendsten Veränderungen hatte die alte Dame RUHRCHEMIE in den letzten Jahren zu ertragen. Verkauft an die ICI-Tochter Syntex wurde das Katalysatorgeschäft. Mit rund 10 Mio. EUR waren die Katalysatoren ein scheinbar "kleines Geschäft", aber: ein profilschärfendes Geschäft. *Tempi passati ...*



Aus der Katalysatorproduktion der Ruhrchemie AG: Fässer mit den bekannten Typen RCH-Co-45/20 und RCH-Ni-55/5

Hostalen-GUR® war vom ersten Kilo an ein profitables Geschäft, die RUHRCHEMIE ist seit langem Weltmarktführer. Soeben hat die Celanese-Polymertochter Ticona in Bishop/Texas eine neue Großanlage in Betrieb genommen (60 Tsd jato). Anders das Polyäthylen-GM 5010®, die vielgerühmte "Rohrware": Ihr Erfolg bestand darin, dass man eine Gebrauchsgarantie auf 50 Jahre geben musste - und auch konnte, ein Risiko, das durch hohe gleichmäßige Produktqualität geschultert wurde. Sogar durch den bayerischen Königsee läuft Rohrware aus Oberhausen. Hoechst erzwang Mitte der 90er Jahre die Einstellung der Produktion bei RUHRCHEMIE. *Tempora mutantur...*



Neue GUR-Anlage der Ticona GmbH, einer Tochter der Celanese AG, in Bishop/Texas nach dem bewährtem Verfahren der Ruhrchemie AG

WAS BLEIBT

RUHRCHEMIE - HOECHST - CELANESE: Hinter Namen stehen Menschen, die den Alltag gestalten und ihr Unternehmen als Teil der Heimat begreifen.

Soll sich das Unternehmen auch als soziale Entität bewähren, die es in Zeiten der Knappheit aber auch des Erfolgs gewesen ist, dann ist jetzt Stabilisierung angesagt. Die kurze Hoechster Phase war ein energiereicher Übergangszustand, der den Wirkungskreis der CELANESE erschlossen hat. Mit ihr teilt die neue RUHRCHEMIE viele Gemeinsamkeiten in Geschäftsfeldern und Märkten. Das Ergänzungspotential ist groß, Erfolg ist im Prinzip programmiert. Die im Jahr 2000 in Betrieb genommene COC-Anlage, eine Cycloolefin-Copolymerisation mit Metallocen-Katalysatoren, bringt den hochtransparenten Kunststoff TOPAS[®],

ein schönes Beispiel für Technologie-Führerschaft. Umso schöner, als die Metallocen-Katalyse von meinem Schüler Dr. Rohrmann eingeführt wurde (1986/87), als er im Münchner Labor Postdoktorand für die HOECHST AG war.



Produktionsanlage der Ticona GmbH zur Herstellung des COC-Copolymeren TOPAS® auf dem Gelände der ehemaligen Ruhrchemie AG in Oberhausen

Über diesen Weg kamen die Metallocene dann nach Oberhausen. TOPAS® ist einer der wenigen wirklich neuen Kunststoffe. Seine Eigenschaften sind einzigartig, und so sollte sich die aufwendige Investition in die neue Anlage lohnen.

Die alte RUHRCHEMIE bleibt mit Vorbildern:

- *Pioniere*, die sich den Mut zu immer neuer Wissenschaft nicht nehmen ließen und den Folgen der Kriegskatastrophe trotzten.



Anfahren der Erdölraffinerie der Ruhrchemie AG im Juni 1951.
In der Mitte der damalige Vorstandsvorsitzende Dr. Tramm

- Visionäre, die deshalb Visionäre waren, weil sie langfristige Entwicklungschancen des Unternehmens erkannten und beispielsweise die Fischer-Tropsch-Synthese als Chemikalienbasis entwickelten, gegen den Zwangsauftrag „Treibstoff für den Krieg“.




Geheimer Besuch der Heeresleitung der Reichswehr (General von Hammerstein-Equord, Mitte der ersten Reihe) und von Aufsichtsräten bei der Ruhrchemie AG zur Besichtigung der Fischer-Tropsch-Anlage (1934/1935)

- Diese Pioniere und Visionäre haben in zahlreichen Patenten erstklassige Wissenschaft hinterlassen, die heute vielfach Lehrbuchwissen ist.

Kartei notiert

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949
(WIGBL S.175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM
15. SEPTEMBER 1952

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 849 548

KLASSE 12 0 GRUPPE 7 03

R 2333 IV d / 120

Dr. Otto Roelen, Oberhausen-Holten
ist als Erfinder genannt worden

Chemische Verwertungsgesellschaft Oberhausen m. b. H.,
Oberhausen-Holten

Verfahren zur Herstellung von sauerstoffhaltigen Verbindungen

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 20. September 1938 an
Der Zeitraum vom 8. Mai 1945 bis einschließlich 7. Mai 1950 wird auf die Patendauer nicht angedreht
(Ges. v. 15. 7. 51)

Patentanmeldung bekanntgemacht am 18. Oktober 1951
Patenterteilung bekanntgemacht am 17. Juli 1952

Bei der Gewinnung flüssiger Kohlenwasserstoffe aus gasförmigen Olefinen, wie z. B. Äthylen, ist es bekannt, dem Ausgangsmaterial Wassergas zuzusetzen, um die Ausbeute an höheren Kohlenwasserstoffen zu verbessern. Zur Ausführung dieser Umsetzung hat man Temperaturen von etwa 500° und Umsetzungskontakte verwendet, die aus reiner Kieselsäure bestanden. Die Reaktionsprodukte bestanden zur Hälfte aus gesättigten Kohlenwasserstoffen und zur anderen Hälfte aus sauerstoffhaltigen Verbindungen, wie z. B. höheren Alkoholen und Ketonen, neben ungesättigten Kohlenwasserstoffen.

Es wurde nun gefunden, daß ungesättigte Kohlenwasserstoffe und andere Doppelbindungen enthaltende Kohlenstoffverbindungen unter Anwendung

von Druck und Katalysatoren bereits bei mäßig erhöhter Temperatur durch Anlagerung von Kohlenoxyd und Wasserstoff in sauerstoffhaltige Verbindungen übergeführt werden können, welche im nachfolgenden allgemein als Oxoverbindungen bezeichnet sind. Die Umsetzung verläuft bei etwa 50 bis 200° glatt auf Grund der folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} R \cdot CH = CH \cdot R + CO + H_2 \\ = R \cdot CH_2 - CH \cdot R - CHO \quad (1) \\ 2 R \cdot CH = CH \cdot R + CO + H_2 \\ = R \cdot CH_2 - CH \cdot R - CO - CH \cdot R - CH_2 \cdot R \quad (2) \end{aligned}$$

In diesen Umsetzungsgleichungen bedeutet R ein Radikal oder ein Wasserstoffatom.

Otto Roelens Deutsches Patent, die Entdeckung der Oxosynthese betreffend: 1938 angemeldet und wegen der Kriegsläufe erst 1952 erteilt

Zwischen den Zeilen und Bildern leben diese Vorbilder fort, und in der Erinnerung jener, die sich mit ihnen gefreut, gestritten und gelitten haben. Den am heutigen Jubiläumstag anwesenden Pionieren und Visionären sei dieser Festvortrag gewidmet, verbunden mit den Glückwünschen eines Hochschulchemikers, der einige Zeit dabei sein durfte.