

CHEMIE

HEUTE

Ausgabe 1990



Das
Wissenschafts-
magazin
des Fonds der
Chemischen
Industrie

ZUR SITUATION
DER DEUTSCHEN
HOCHSCHULE

FORSCHUNG-
HIGHLIGHTS AUS
INDUSTRIE UND
HOCHSCHULE

DAS JUBILÄUM:
40 JAHRE FONDS

WISSENSCHAFT
ALS
KOMMUNIKATIONS-
PROZESS

Ohne sie läuft so gut wie nichts: Katalysatoren spielen in der Chemie-Produktion eine ebenso bedeutende Rolle wie in allen biochemischen Vorgängen, die das Leben ausmachen. Sie beschleunigen die chemische Reaktion und machen damit viele großtechnische Verfahren überhaupt erst wirtschaftlich. Deshalb wird überall in der Welt eine intensive Katalyseforschung betrieben – da man einerseits noch viel zu wenig über das Wesen der Katalyse weiß und andererseits bestrebt ist, die wirtschaftliche Ausbeute chemischer Reaktionen immer weiter zu verbessern. Zwei Stipendien des Fonds der Chemischen Industrie haben es Dr. Carsten Bolm ermöglicht, an der Hochschule zu bleiben, um spezielle Fragestellungen der Katalyseforschung genauer unter die wissenschaftliche Lupe zu nehmen. Hier sein Erfahrungsbericht.

Die hervorragende konjunkturelle Lage der chemischen Industrie und die damit verbundenen guten Einstellungschancen lassen vielen jungen Chemikern eine Hochschullaufbahn nicht mehr so attraktiv erscheinen wie in früheren Zeiten. Für das Ende dieses Jahrhunderts wird befürchtet, daß vakante Professuren nicht mehr mit qualifiziertem Nachwuchs besetzt werden könnten. Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses an den deutschen Hochschulen hat daher seit Jahren schon einen besonderen Stellenwert. Vor diesem Hintergrund betrachtete ich nach Abschluß meiner Promotion in Marburg die wissenschaftlich wie wirtschaftlich äußerst interessanten Angebote der Industrie. Doch schon in der Anfangsphase meines Postdokorandaufenthalts bei Prof. K. Barry Sharpless am Massachusetts Institute of Technology in Boston, USA, entschied ich mich, eigene Forschungsvorhaben zu bearbeiten – mit dem Ziel, diese durch die Habilitation abzuschließen. Erleichtert wurde meine Entscheidung durch zahlreiche Gespräche mit deutschen Hochschullehrern, die mir ausdrücklich zu meinem Vorhaben rieten und zudem Möglichkeiten zum Habilitationsbeginn

in ihrem Institut anboten. Mehrfach wurde hierbei auf die Förderungsmöglichkeiten durch Stipendien des Fonds der Chemischen Industrie hingewiesen.

DIE WICHTIGE ROLLE DER KATALYSATOREN

Nach meinem Studium in Braunschweig und an der University of Wisconsin in Madison, USA, sowie der Promotion in Marburg entschloß ich mich erneut zu einem Ortswechsel. Ende 1988 kehrte ich aus Boston zurück und begann an der Technischen Hochschule Darmstadt – angegliedert an den Arbeitskreis von Prof. Bernd Giese – mit eigenen Untersuchungen zu Fragestellungen der asymmetrischen Katalyse. Nur die wenigsten chemischen Substanzen reagieren, wenn sie miteinander in Kontakt gebracht werden. Um eine Reaktion auszulösen, bedarf es eines „Anstoßes“ – etwa durch das Zuführen von (Aktivierungs-)Energie. Es gibt aber auch bestimmte Stoffe, die



DIE KATALYSEFORSCHUNG

durch ihre vorübergehende Mitwirkung eine chemische Reaktion in Gang setzen bzw. beschleunigen. Beispiel: Läßt man Wasserstoff gegen ein Platinnetz strömen, entzündet er sich. Platin wirkt – wie viele andere Metalle und Metallverbindungen – als Katalysator. Erst durch die Katalyse ist die Produktion vieler bedeutender chemischer Basisstoffe – wie beispielsweise Toluol – möglich geworden. Diese Verbindung, die als Lösungsmittel und wichtiger Grundstoff für viele andere Verbindungen dient, wird aus Methylcyclohexan gewonnen, das in großen Mengen im Erdöl vorkommt. Bei hohen Temperaturen und unter geringem Druck zersetzt sich Methylcyclohexan zu Toluol und Wasserstoff. Diese Reaktion verläuft so langsam, daß Toluol nicht wirtschaftlich zu gewinnen ist – bis man entdeckte, daß eine bestimmte Mischung von Oxiden die Reaktion erheblich beschleunigt. Seitdem läßt sich die wichtige Grundchemikalie in großen Mengen wirtschaftlich herstellen. Heute laufen fast 90 Prozent aller großtechnischen Prozesse in der chemischen Industrie mit

Hilfe von Katalysatoren ab. Aber noch immer sind die Vorgänge, die sich bei der Katalyse abspielen, nicht vollständig aufgeklärt.

DIE BEDEUTUNG DER „HÄNDIGKEIT“

Vor allem neueste Erkenntnisse und Anforderungen im Bereich der Wirkstoff-Forschung haben die Entwicklung neuer Methoden zur selektiven Synthese optisch reiner Verbindungen notwendig und erstrebenswert werden lassen. Von besonderem Interesse sind in diesem Gebiet Reaktionen, bei denen der Einsatz kleinster Mengen einer katalytisch wirksamen Substanz zu hohem Umsatz und einer wirtschaftlichen Produktausbeute führt. Hier kommt es auf ein Phänomen an, das bereits im vergangenen Jahrhundert entdeckt wurde, dessen Bedeutung man aber erst in jüngster Zeit erkannt hat: die „Chiralität“ oder Händigkeit (von griech. *cheir* Hand) von Molekülen. So gibt es von vielen Substanzen zwei verschiedene Molekülarten, die – etwa bei einem Wirkstoff – eine völlig unterschiedliche Wirkung zeigen. Eines der bekannte-

sten Beispiele aus dem Alltag ist die „linksdrehende“ (Abkürzung: L von lat. *laevo* links) und die „rechtsdrehende“ Milchsäure (Abkürzung: D von lat. *dextro* rechts). Das eine Molekül ist das Spiegelbild des anderen. So wie ein linker Handschuh mit seinem Spiegelbild, dem rechten Handschuh, nicht identisch ist, so kann auch die Struktur der „linkshändigen“ L-Milchsäure nicht mit der „rechtshändigen“ D-Milchsäure zur Deckung gebracht werden. Die beiden Moleküle unterscheiden sich in ihrem Einfluß auf polarisiertes Licht: L-Milchsäure dreht die Polarisationssebene – die Ebene, in der das elektrische Feld schwingt – nach links und D-Milchsäure nach rechts. Ein Phänomen, das als optische Aktivität bezeichnet wird. Sie ist eine allgemeine Eigenschaft „chiraler“ Moleküle, die sich mit ihren Spiegelbildern nicht zur Deckung bringen lassen. Ein solches spiegelbildliches Molekül-Paar nennt man Racemat oder Enantiomeren-Paar. Alle natürlichen Aminosäuren, die Bausteine des Lebens, kommen ausschließlich in der L-Form vor – ein Phänomen, das sich die Wissenschaft bis heute noch nicht erklären kann. Die unterschiedliche Wirkung von Enantiomeren sticht gelegentlich jedem in die Nase: Carvon, ein Vertreter der Terpene, ist die wichtigste Komponente von Minzöl. Doch nur die linkshändige Variante riecht nach Minze, das rechtshändige Molekül erzeugt den Geruch von Kümmel. Die Bedeutung in der Pharmazie zeigt schließlich das Beispiel der Contergan-Katastrophe. Nur die rechtshändige Form des Contergan-Wirkstoffs Thalidomid verursacht Mißbildungen. Contergan war ein Gemisch der links- und rechtshändigen Enantiomeren. Hätte man nur linkshändige Moleküle hergestellt und verabreicht, wären die folgenschweren Nebenwirkungen ausgeblieben. Seitdem richten die Pharmaforscher ihr besonderes Augenmerk auf die Chiralität der Wirkstoff-Moleküle und auf optische Rein-



heit der Produkte. Ziel ist es, bei der Wirkstoff-Herstellung den Reaktionsverlauf so zu steuern, daß bevorzugt nur ein Enantiomer gebildet wird. Schwerpunkte meiner eigenen Untersuchungen sind die Synthese neuartiger Chelatliganden und der Aufbau chiral-modifizierter Metallkomplexe, die in stereoselektiven Reaktionsabläufen als Katalysatoren Verwendung finden sollen. Anorganische Moleküle, die aus mehreren verschiedenen Atomen bestehen, von denen mindestens eins ein Metallatom ist, bezeichnet der Chemiker als Komplex. Es gibt Komplexbildner, die sich mit mehr als einem ihrer Atome an ein zentrales Metallatom binden können – das heißt: ein einzelner Ligand besitzt mehr als eine Koordinationsstelle an einem Zentralatom. Die Komplexe, die dabei gebildet werden, heißen Chelate (von lat. *chela* Schere – von Krebstieren). Diese Chelate spielen u.a. in der Katalyse eine große Rolle.

Dieses für die präparative organische Chemie bedeutsame Arbeitsgebiet kann dabei Erkenntnisse der anorganischen und biologischen Chemie einbeziehen und nutzbar machen. Moderne spektroskopische und strukturanalytische Methoden sollen zur Entwicklung „maßgeschneiderter“ Systeme beitragen und die gezielte Suche nach effizienten Katalysatoren leiten und erleichtern. Schon während meiner Promotionszeit bei Prof. Manfred T. Reetz in Marburg, war ich vom Fonds der Chemischen Industrie durch ein Kekulé-Stipendium der Volkswagen-Stiftung gefördert worden. Der Sachkostenzuschuß dieses

Stipendiums hatte es mir erlaubt, in dem geförderten Zeitraum von zwei Jahren an zahlreichen Tagungen teilzunehmen und zusätzliche wertvolle Fachliteratur zu erwerben. Gefördert durch ein Liebig-Stipendium des Fonds der Chemischen Industrie ist es mir auch in der Habilitationszeit von Beginn an möglich gewesen, meine Arbeiten konzentriert durchzuführen und mein eigenes Arbeitsgebiet zu entwickeln. Die Förderungsmittel dieses Stipendiums erlaubten mir zudem den weiteren Besuch von Fachtagungen, auf denen ich die ersten Ergebnisse meiner Untersuchungen vorstellen konnte. Zur Verbesserung der Forschungsmöglichkeiten im universitären Bereich wurde vom Fonds der Chemischen Industrie auf Antrag ein Sachkostenzuschuß gewährt, der die Finanzierung von Geräten, Fachliteratur, Chemikalien und Verbrauchsmaterial ermöglichte.

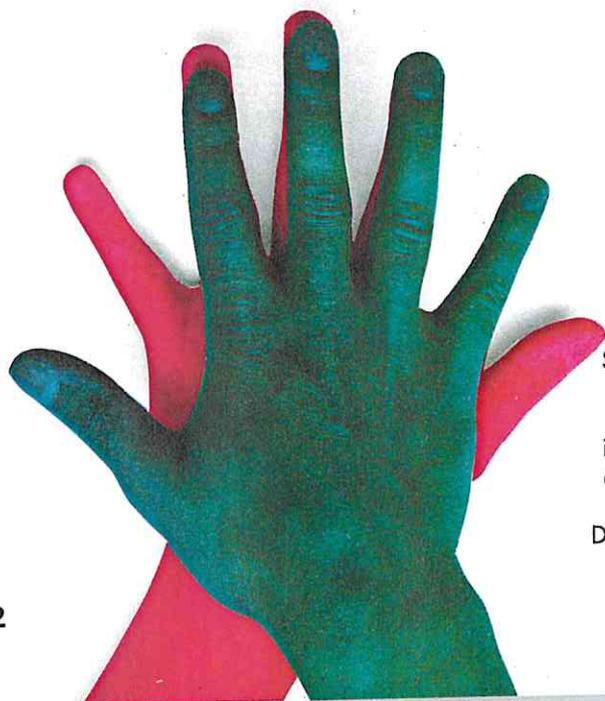
WERTVOLLE HILFE DURCH DIE INDUSTRIE

Im Sommersemester 1989 folgte ich dem Angebot von Prof. Bernd Giese, der inzwischen an die Universität Basel berufen worden war, meine Arbeiten in seinem Institut in der Schweiz fortzuführen. Von besonderem Wert war für mich zu diesem Zeitpunkt die Fortsetzung der Unterstützung durch den Fonds, zusätzlich angehoben durch einen Auslandszuschlag. Mit dieser finanziellen Absicherung konnte ich meine Arbeiten ohne Verzögerung und nahe-

zu übergangslos in Basel fortführen und schon kurz nach meinem Wechsel die ersten Ergebnisse publizieren. Insbesondere die breite Nutzung und Anwendung der modernen spektroskopischen und analytischen Methoden in diesem Institut sowie die Zusammenarbeit mit der strukturanalytischen Abteilung des Instituts für Anorganische Chemie förderten den schnellen Abschluß der beschriebenen Untersuchungen. Das weitreichende Vortragsprogramm der chemischen Großindustrie in Basel eröffnete zusätzliche Kontakte zu auswärtigen Gästen sowie zu praxisorientierten Schweizer Industriechemikern. Gespräche und Anregungen aus diesem Kreis haben sich für meine Arbeiten als wertvoll und hilfreich erwiesen. Besonders bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang Möglichkeiten und Angebote zur Nutzung industrieller Meß- und Analyseeinrichtungen, die die an der Hochschule auftretenden Engpässe mindern oder sogar vermeiden helfen. Kontakte dieser Art vermögen zudem, zur Verbesserung und Erweiterung der Beziehungen zwischen Universität und Industrie beizutragen.

Im September dieses Jahres ist die Förderung durch das Liebig-Stipendium nach der Dauer von zwei Jahren ausgelaufen. Für die Folgezeit hat mir die Freiwillige Akademische Gesellschaft der Universität Basel ein Stipendium des Treubel-Fonds bewilligt, so daß die Finanzierung der eigenständigen Forschungsarbeiten auch weiterhin gesichert ist. Indirekt, meine ich, haben die beiden Förderungstipendien des Fonds der Chemischen Industrie auch hierfür den Grundstein gelegt. Sie werden somit meinen zukünftigen Weg entscheidend mitbestimmen.

Dr. Carsten Bolm, Jahrgang 1960. Chemiestudium an der Technischen Universität Braunschweig. 1983 bis 1984 Studienaufenthalt an der University of Wisconsin, Madison/USA. 1985 bis 1987 Promotion an der Universität Marburg. 1987 bis 1988 Post doc am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge/USA. Seit 1989 Anfertigung der Habilitationsarbeit an der Universität Basel.



So wie die linke Hand mit ihrem Spiegelbild, der rechten Hand, nicht identisch ist, können auch die Strukturen von „chiralen“ Molekülen nicht zur Deckung gebracht werden.