

## Das Institut für Chemie in Adlershof

Das Jahr der Chemie

Die Chemie steht wohl wie kaum eine andere Wissenschaft im Spannungsfeld sehr unterschiedlicher Bewertung: Sie hat – für viele unbewusst – mit ihren Produkten derart breiten Einzug in unser Leben vollzogen, dass eine funktionierende Gesellschaft ohne direkte oder indirekte chemische Produkte überhaupt nicht mehr vorstellbar wäre. Andererseits wird die Chemie aber auch wie keine andere Wissenschaft – häufig ungerechtfertigt – mit Umweltproblemen und daraus resultierenden Gefahren in Zusammenhang gebracht. Bezüglich dieser beiden Antipoden stellt sich bei genauerer Analyse heraus, dass die wirklichen Zusammenhänge vom »Nichtfachmann« häufig gar nicht oder nur ungenügend verstanden sind. Die häufig anzutreffende, eher reservierte Haltung gegenüber der Chemie resultiert aus nicht ausreichender und sogar häufig unrichtiger Darstellung in den allgemeinen Publikationsorganen. Andererseits muss auch kritisch konstatiert werden, dass die Chemische Wissenschaft und vor allem die Chemische Industrie das notwendige, publizistische Engagement in den zurückliegenden Jahrzehnten nicht beachtet haben. Diese Erkenntnis hat sich inzwischen durchgesetzt, weshalb nunmehr deutlich größere Anstrengungen unternommen werden. Das »Jahr der Chemie« mit all seinen Aktivitäten in diesem Jahr ist dabei nur ein – wenn auch sehr wichtiger – Mosaikstein.

Die Chemie als Wissenschaft hat starke Wandlungen vollzogen. Die Veränderungen in den Schwerpunktausrichtungen der Chemischen Industrie und mit ihr eng verknüpfter, volkswirtschaftlicher Bereiche hat auch neue Entwicklungsrichtungen innerhalb der chemischen Wissenschaft forciert. Mehr und mehr resultieren neue wissenschaftliche Erkenntnisse und neue applikative Innovationen aus Forschungsrichtungen, die man vereinfacht als interdisziplinär bezeichnet. Gerade in den Übergangsbereichen zwischen Chemie, Biologie und Physik sind neue, höchst interessante Forschungsrichtungen entstanden, die unser Leben nachhaltig prägen werden. Zu diesen zukunftssträchtigen Forschungsrichtungen zählen zweifelsfrei die bioorganische und Materialchemie, die enge Verzahnungen mit den life sciences einerseits sowie der Physik und Materialwissenschaft andererseits aufweisen.

Die Struktur des Instituts für Chemie (IfC) war im Ergebnis der Umstrukturierung und Neubesetzung nach der Wende ursprünglich auf 22 Professuren festgeschrieben. Im Zuge der Berliner Profilierung und dem Vorschlag des Wissenschaftsrates folgend erfolgte 1998 eine Reduzierung und Festschreibung auf 16 Professuren.

Die Profilierung des IfC wurde unterstützt durch die Berufung von Honorarprofessoren aus der *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung* (S-Professur), dem *Fritz-Haber-Institut*, dem *Institut für Angewandte Chemie Adlershof*, dem *Institut für Molekulare Pharmakologie* Berlin-Buch und der *Schering AG*, was eine zusätzliche Verstärkung auf den Gebieten Katalyse, Bioorganische, Pharmazeutische und Biochemie, sowie auf dem Materialsektor bewirkte.

Mit dem Umzug des IfC im August 2001 in ein völlig neues, hochmodernes Institutsgebäude am Wissen-



schaftsstandort Berlin/Adlershof hatte sich die Chemie den Herausforderungen veränderter und gleichzeitig verbesserter Rahmenbedingungen zu stellen.

Der Umzug des IfC in das neue Institut fiel in eine Entwicklungsphase, die aus zwei Gründen eine weitere Profilierung erforderte. Zum einen eröffnete die Nähe der Partner in Adlershof die Möglichkeit, Kooperationen zu vertiefen. Zu nennen sind z.B. das *Institut für Angewandte Chemie Adlershof (ACA)*, das *Fritz-Haber-Institut*, das *Max-Born-Institut*, die *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung*, *Bessy* und High-Tech-Firmen auf Gebieten der Materialwissenschaften oder der Biologischen Chemie (z.B. *Jerini GmbH*). Zum anderen zwang die Tatsache, dass zum Zeitpunkt des Umzuges nach Adlershof aufgrund nicht kontinuierlicher Nachberufung durch die Universität 4 Professuren nicht besetzt waren sowie die zwei zusätzlich wegen Pensionierung in den nächsten vier Jahren frei werdenden und neu zu besetzenden Professuren, die Situation des gesamten Instituts zu überdenken und Forschungsaktivitäten verstärkt in die Richtungen Materialien, Katalyse, und Biologischer Chemie zu fokussieren. Deshalb konzentrieren wir die Forschungsziele im Institut auf zwei Schwerpunkte:

- Funktional strukturierte Materialien und Katalyse,
- Funktionskonformation.

Diese Forschungsfelder stellen eine Weiterentwicklung der Schwerpunktsetzung dar, die vom Wissenschaftsrat bereits als sinnvoll eingestuft wurde. Zugleich grenzen sich diese Schwerpunkte von den Forschungsprofilen an den Chemieinstituten der beiden anderen Berliner Universitäten ab.

Unter Beachtung dieser zwei Schwerpunkte sind zwei der ursprünglich vakanten Professuren inzwischen wieder besetzt worden.

### Schwerpunkt

#### »Funktional strukturierte Materialien und Katalyse«

Aktuell in der Chemie ist der Aufbau von molekularen Katalysatoren sowie nano- und mesoskopisch-strukturierten Materialien aus molekularen Vorstufen. Im



**Abb. 1**  
Das völlig neue, hochmoderne Gebäude des Instituts für Chemie, das im August 2001 fertiggestellt wurde. Im linken Gebäude befinden sich die Forschungs- und Verwaltungseinrichtungen, rechts das Lehrgebäude, das gemeinsam mit dem Institut für Physik genutzt wird. (Fotos: Architektenbüro Volker Staab)

Vordergrund steht die Frage, wie Funktionen wie Katalyse, Elektronik, Photonik und biologisch-medizinische Wirkungen von der Strukturierung zwischen der molekularen Ebene und der Volumenphase abhängen. Elektronisch und koordinativ un-

gesättigte monomere oder oligomere Verbindungen von Hauptgruppenelementen und Übergangsmetallen (Precursoren) sollen gezielt hergestellt werden. Dabei wird untersucht, wie die Bildung von Materialien unterschiedlichen Aggregationsgrades (Moleküle, Cluster, Komposite) durch Knüpfung ionischer, Donor-Akzeptor, kovalenter oder metallischer Bindungen von Zusammensetzung, Struktur und Eigenschaften der Precursoren abhängt und wie diese durch Substituentenvariation moduliert werden können.

Funktional strukturierte Zielmaterialien sind im IfC

- nanoporöse bzw. nanostrukturierte oberflächenreiche feste Oxid-, Fluorid- und Phosphatphasen,
- nanostrukturierte Si/C/N/P/O/S-Materialien (Nanokompositmaterialien, Keramiken),
- Oligonucleotide und Peptide.

Die Herstellung der *anorganischen Materialien* lässt sich durch verschiedene Syntheserouten (Precursor-Methode, Sol-Gel-Prozess, Superkritische Trocknung, Aerogele, Hydrothermal-Synthese im Durchflussverfahren, Sonochemische Präparation) sowie durch Dotierung mittels verschiedener Metallkationen beeinflussen. Die gewünschte Strukturierung lässt sich auch durch die Herstellung dünner Schichten, die Erzeugung von Clustern in der Gasphase, die Deponierung von Clustern auf Trägermaterialien mit physikalischen und chemischen Methoden, sowie durch Synthese nanoporöser und mesoporöser Materialien unter Beteiligung von Templaten erreichen. – *Organische Materialien* mit breiter Strukturvariation sollen ausgehend von organischen Synthesebausteinen (z.B. natürliche Aminosäuren, Nucleotide, funktionalisierte Alkine und Alkene, Heterocyclen, reaktive Carbocyclen) zugänglich gemacht werden. Durch spezifische Reaktionen (z.B. Übergangsmetallkatalyse, photochemische Reaktionen, Kupplungstechniken der Aminosäure- und Nucleotidchemie) sollen gezielt neue Verbindungen (Peptide, Oligonucleotide, und Analoga, Naturstoffanaloga, konjugierte Systeme) hergestellt werden. Mit diesen Systemen werden dann im anderen Schwerpunkt (s.u.) folgende Funktionen verfolgt: Beeinflussung von Proteinfunktionen, molekulare Erkennung, molekulare Schalt-

funktionen, Enzyminhibition, nichtlineare optische Eigenschaften, flüssigkristalline Eigenschaften.

Viele der angestrebten anorganischen Stoffe tragen großes katalytisches Potential. Speziell im Hinblick auf die katalytische Funktion ist die Steuerung der Aktivität und Selektivität durch Variation von d-Elektronenkonfiguration und Ligandensphäre des aktiven Übergangsmetallzentrums ein wichtiges Ziel. Die Strukturierung der Ligandensphäre reicht von räumlich begrenzten niedermolekularen Liganden (Ligandendesign, homogene Katalyse) über höhermolekulare Hüllen (biomimetrische und enzymatische Katalyse) bis zu ausgedehnten anorganischen Festkörpern.

Die Bestimmung der Strukturen auf den unterschiedlichen Aggregationsstufen sowie die Aufklärung des Zusammenhangs zwischen Struktur und Funktion der nano- und mesoskopisch strukturierten Materialien ist eine Herausforderung für analytische und physikalische Methoden. Die Möglichkeiten des Instituts für Chemie bei der Untersuchung von Clustern in der Gasphase und auf Oberflächen werden durch die bei der BAM, bei Bessy und im ACA zur Verfügung stehenden Methoden ergänzt. Die Theorie ist im Zusammenspiel mit spektroskopischen Methoden bei der Aufklärung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen gefordert, hat aber auch eine eigenständige Rolle bei der Beschreibung der Übergänge Molekül/Atom – Cluster und Cluster – Festkörper und deren Bedeutung für die Funktion. Mit dem ACA gibt es in Adlershof einen Partner für die Bearbeitung der Anwendungsaspekte katalytisch aktiver Materialien.

### Schwerpunkt

#### »FunktionsKonformation«

In diesem Schwerpunkt untersuchen wir Supramoleküle begrenzter Größe, die synthetisch und analytisch beherrschbar sind. Zum einen suchen wir neue Verbindungen, zum andern bearbeiten wir auch che-

**Abb. 2**  
Arbeiten unter Inertbedingungen in einer Glove-Box (Foto: Humboldt-Universität zu Berlin, T. Buddensieg)





Abb. 3  
Studenten im Praktikum  
(Foto: Humboldt-Universität  
zu Berlin, T. Buddensieg)

misch oder durch biologische Prozesse modifizierte Systeme. Sie sollen weitgehende konformative Änderungen ausführen können, wenn geeignete chemische oder photochemische Triebkraft eingesetzt wird. So soll eine Konformation mit ausgezeichneter Funktionalität erreicht werden. Die Funktion motiviert diesen Schwerpunkt, in dem wir möglichst starkes synthetisches Potential anstreben, und zwar in passender Verbindung mit der Analytik von funktionalen Prozessen und dazu nötiger Eigenschaften.

Die Bewegung durch Konformationsänderung wird z.B. in *molekularen Motoren* genutzt. In *molekularen Schaltern* interessieren besonders die elektronischen Eigenschaften der Funktionskonformation. Für *biochemische Signaltransduktion* und *biomolekulare Erkennung* ist die Topologie der Funktionskonformation entscheidend. Derartige Konformationsänderungen sind wesentlich bei der *Einwirkung der Umwelt auf biotische Systeme*.

Mit dem hier vorgestellten Programm leistet die Chemie der Humboldt-Universität bereits heute signifikante Beiträge zu dem fokussierten materialwissenschaftlichen Lehr- und Forschungsschwerpunkt in Adlershof »mesoskopisch strukturierte Materialien«, der sich durch die Verbindung von anorganischen, metallischen und halbleitenden Materialien einerseits, mit organischen und biokompatiblen Materialien andererseits auszeichnet. Die verschiedenen Professuren der Chemie sind an drei der sechs materialwissenschaftlich orientierten Sonderforschungsbereiche in Berlin beteiligt:

- Mesoskopisch strukturierte Verbundsysteme (Sfb 448),

- Analyse und Steuerung ultraschneller photoinduzierter Reaktionen (Sfb 450 – stellv. Sprecher: N. P. Ernsting),
- Struktur, Dynamik und Reaktivität von Übergangsmetalloxid-Aggregaten (Sfb 546 – Sprecher: J. Sauer),

Die Ausbildung von Doktoranden auf diesen Gebieten wird durch verschiedene Graduiertenkollegs gefördert:

- International Humboldt Graduate School on Structure, Function and Application of New Materials (Sprecherein: V. Bonacic-Koutecky)
- Graduiertenkolleg »Synthetische, mechanistische und reaktionstechnische Aspekte von Metallkatalysatoren«
- International Max-Planck-Research School: »Complex Surfaces in Material Science«.

#### Das Humboldt'sche Prinzip der Einheit von Forschung und Lehre

Mit dem Umzug in das neue Institut haben sich nicht nur die Rahmenbedingungen für die Forschung, sondern auch für die Lehre geändert. Mit dem Lehrgebäude, das gemeinsam durch die Chemie und Physik genutzt wird, stehen modern ausgestattete Hörsäle und Seminarräume zur Verfügung. Aber auch die Praktikumsräume für die studentische Ausbildung entsprechen hohen Maßstäben, wenngleich räumliche Begrenzungen aufgrund der inzwischen stark gestiegenen Studentenzahlen spürbar werden. So hatten sich für das Wintersemester 2002 183 Studenten für den Diplomstudiengang Chemie und 56 für einen Lehramtsstudiengang eingeschrieben. Das sind Studentenzahlen, die auf hohem fachlichen Niveau unter den räumlichen und personellen Ausstattungen kaum noch auszubilden sind. Wir leisten trotz Unterbesetzung ca. 130% dessen in der Lehre, was bei voller Besetzung der Professuren laut Lehrverordnung zu leisten ist. Dabei darf jedoch auch nicht verschwiegen werden, dass ein nicht zu unterschätzender Teil dieses Mehraufwandes der schlechten schulischen Vorbildung eines nicht geringen Teils der in das Studium eintretenden Abiturienten geschuldet ist, den wir durch intensivere Lehre in den ersten beiden Semestern versuchen aufzuholen.

Mit dem Ziel einer Optimierung der Qualität der Lehre wird vom IfC gegenwärtig das Konzept eines reformierten Diplomstudienganges erarbeitet, der die bewährten Vorteile des traditionellen Diplomstudienganges bewahrt, gleichzeitig aber eine den Fähigkeiten und Interessen des einzelnen Studenten entsprechende Ausstiegsmöglichkeit auf dem Niveau eines bachelor-Abschlusses gestattet.

#### Kontakt

Prof. Dr. Erhard Kemnitz  
Humboldt-Universität  
zu Berlin  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät I  
Institut für Chemie  
Brook-Taylor-Str. 2  
D-12489 Berlin-Adlershof  
Tel.: +49-30-2093-7555  
Fax: +49-30-2093-7277  
E-Mail: erhard.kemnitz@chemie.hu-berlin.de  
www.chemie.hu-berlin.de/kemnitz/index.html