

# Chemie in Frankreich – Nährboden für neue „Denkschulen“\*\*

Alain Fuchs\*



Alain Fuchs  
Vorsitzender und CEO  
des CNRS (Photo: Francis  
Vernhet)

Wie ist die Situation der Chemie im Land von Lavoisier in einer sich rasch wandelnden Welt der akademischen Bildung und Forschung, während wir den 100. Jahrestag der Verleihung des Chemie-Nobelpreises an Paul Sabatier und Victor Grignard feiern? Frankreich hat eine lange Tradition der Forschung und Innovation in der Chemie, und seine chemische Industrie, die fünftgrößte der Welt, ist nach wie vor eine wichtige Säule seiner wirtschaftlichen Entwicklung. Mehr als 3300 Chemiefirmen beschäftigen direkt 200 000 und indirekt weitere 600 000 Menschen. Neben vielen kleinen bis mittelgroßen Unternehmen sind das auch große Industriegruppen wie Total, Arkema, Rhodia, Michelin und Air Liquide. Diese starke industrielle Aktivität hat in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zur Gründung einer Reihe von Hochschulen für Chemie und Chemieingenieurwesen geführt, die sehr gute Studenten anziehen und bis zum Master-Niveau als Chemieingenieure ausbilden. Im akademischen Bereich arbeiten rund 5300 Forscher und 2700 technische Mitarbeiter in Chemielaboratorien und -teams, die sich in den wichtigsten Forschungsstädten Frankreichs befinden. Alle großen Forschungsthemen im Kernbereich der Chemie und in all ihren Berührungspunkten mit der Physik (wie Materialwissenschaften, Nanowissenschaften, weiche Materie, Spektroskopien), den Lebenswissenschaften (medizinische

Chemie, bioinspirierte Chemie, Strukturbiochemie) und dem Ingenieurwesen (optoelektronische Funktionseinheiten, Energiespeicherung, Metallurgie) werden bearbeitet.

Eine Besonderheit des französischen Forschungssystems ist die Existenz einer nationalen Forschungsorganisation, des „Centre National de la Recherche Scientifique“ (CNRS; <http://www.cnrs.fr>), das Forscher und technische Mitarbeiter (rund 25 000 Menschen insgesamt) mit langen Vertragslaufzeiten beschäftigt. Es ist multidisziplinär, und eines seiner zehn Departements widmet sich ausschließlich der chemischen Forschung. Meistens arbeiten die CNRS-Angestellten in einer Hochschule. Die Partnerschaft zwischen dem CNRS und den Universitäten funktioniert in Form gemeinsamer Forschungslaboratorien („Unités Mixtes de Recherches“, UMR), in denen Professoren und CNRS-Forscher sehr effizient zusammenarbeiten. Junge CNRS-Forscher können dabei auf eine Professur an einer Universität wechseln. In einigen Fächern wie der Mathematik ist das recht häufig, in anderen Forschungsbereichen dagegen, in denen es weniger Stellen an Universitäten gibt, ist es seltener; dazu kommt, dass die Unterrichtsverpflichtungen an Universitäten ziemlich hoch sein können.

Diese Art der Organisation hat ihre Vor- und Nachteile. Die große Zahl an festen Stellen für Forscher und Mitarbeiter in einem bestimmten Universitätsdepartement oder -laboratorium wird als echter Vorteil gesehen. Damit wird kontinuierliche langfristige Forschung möglich, was in der Chemie sehr wichtig ist, da hier anspruchsvolle Forschung oft ganz spezielle experimentelle

Fähigkeiten erfordert, die man erst allmählich erwirbt. Und es wurde auch möglich, neue Denkschulen zu schaffen, wie die „weiche Chemie“ durch Jean Rouxel, die dann von Jacques Livage und anderen weiterentwickelt wurde. Der Ideenreichtum von Gérard Férey, einem Pionier der Synthese von MOFs mit sehr großen Poren, und Clément Sanchez auf dem Gebiet multiskaliger bioinspirierter funktioneller Materialien sind Beispiele für neue und sehr vielversprechende Denkschulen. Die Entwicklung von Ultramikroelektroden durch Christian Amatore ist ein Beispiel für ein spannendes neues Thema am Schnittpunkt von Elektrochemie und moderner analytischer Chemie.

Supramolekulare Chemie ist eine prototypische Denkschule. Sie wurde in Frankreich durch Jean-Marie Lehn an der Universität de Strasbourg gegründet und ist seither rasch gewachsen, z. B. in den Laboratorien von Jean-Pierre Sauvage und Mir Wais Hosseini. Das Laboratorium des Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires (ISIS), das in den letzten Jahren von Thomas Ebbsen geleitet wurde, ist heute ein Hotspot multidisziplinärer erstklassiger Wissenschaft und zieht junge Forscher wie Paolo Samorì, Luisa De Cola oder Daniel Rivelino an. Viele der ausgezeichneten früheren Studenten und Postdocs haben heute Universitätspositionen inne, und Lehns Denkschule findet man über die ganze Welt verbreitet.

Ein genuiner Vorteil des französischen Systems ist, dass es den Aufbau multidisziplinärer Teams und Laboratorien

[\*] Prof. Dr. A. Fuchs  
Centre National de la Recherche  
Scientifique  
3, rue Michel-Ange  
75794 Paris Cedex 16 (Frankreich)  
E-Mail: [alain.fuchs@cnrs-dir.fr](mailto:alain.fuchs@cnrs-dir.fr)

[\*\*] Ich danke Régis Réau, Leiter des Chemieinstituts am CNRS, für seinen Input.

ermöglicht, z. B. das Zusammenarbeiten von Chemikern mit Physikern, Ingenieuren und Biologen. Als Beispiele seien genannt: das Institut Jean Lamour (Zentrum für Metallurgie und Materialien) in Nancy, das Jean-Marie Dubois leitet, das von Patrick Cuvreur an der Université Paris-Sud gegründete Institut für physikalische Chemie und Biopharmazie und das Institut für die Chemie und Physik von (Nano)materialien in Strasbourg, dem Marc Drillon vorsteht.

**D**er Zusatznutzen einer nationalen Forschungsorganisation liegt in der Möglichkeit, das ganze Land umfassende wissenschaftliche und technologische Netzwerke aufzubauen. Solche Netzwerke gibt es beispielsweise in der theoretischen Chemie, bei Brennstoffzellen, magnetischen Materialien und der Ultrahochfeld-NMR-Spektroskopie. Eines der aktivsten und vielversprechendsten Netzwerke leitet Jean-Marie Tarascon: das zum heißen Thema elektrochemische Energiespeicherung. Teams und Laboratorien in Amiens, Bordeaux, Nantes, Toulouse, Montpellier, Pau, Orléans und Mulhouse arbeiten zusammen und bringen ihr Fachwissen aus Chemie, Physik und Ingenieurwesen auf sehr effektive Art für das Ziel ein, so dringend gebrauchte neue hochleistungsfähige Batterien zu entwickeln. Bei dieser Art von Herausforderungen ist es die Aufgabe des CNRS, darauf hinzuweisen, dass Kooperation der besten Gruppen manchmal effizienter ist als reiner Konkurrenzkampf. Immer wenn es auf diese Art funktioniert, ist das CNRS da, um Netzwerke zu installieren.

**D**as CNRS fördert außerdem gemeinsame Forschungsprojekte von französischen Wissenschaftlergruppen und der Industrie, und auch mit ausländischen Universitäten. Dauerhafte Kooperationen können die Form gemeinsamer Forschungslaboratorien annehmen; ein Beispiel ist das „Zukunftslaboratorium“ in Bordeaux, in dem Mitarbeiter von Universität und CNRS mit Angestellten der Firma Rhodia zusammenarbeiten. So ein gemeinsames Laboratorium kann entweder an der Universität oder im Industrieunternehmen angesiedelt sein,

wie das gemeinsame Laboratorium von Saint Gobain und CNRS in Cavaillon. In allen Fällen haben die Forschungsthemen sowohl Grundlagen- als auch Anwendungsaspekte und werden gemeinsam von Hochschul- und Industrieforschern bearbeitet. Das Konzept des gemeinsamen internationalen Laboratoriums wird am besten durch die Erfolgsgeschichte von Guy Bertrand illustriert, der eine Forschungsgruppe leitet, die sich an der University of California, San Diego (davor an der University of California, Riverside) der Synthese stabiler Carbene und anderer als instabil angenommener Reagentien widmet. In dieser Gruppe genießen fünfständige CNRS-Forscher und mehrere französische Postdocs die Vorteile beider Systeme – des amerikanischen und des französischen! Zu dem guten Dutzend solcher Laboratorien kam kürzlich ein gemeinsames Laboratorium mit Rhodia in Shanghai dazu, das sich der nachhaltigen Chemie widmet. Generell ermöglichen es die durch das CNRS organisierten internationalen und/oder industriellen Netzwerke einigen der klügsten jungen französischen Wissenschaftler, von hochwertigen Erfahrungen im Ausland zu profitieren. Nach einiger Zeit im Ausland bewerben sich die besten Jungforscher oft um eine Stelle beim CNRS oder an einer Universität (als „Chargé de Recherche“ oder „Maître de Conference“, was dem Assistant Professor entspricht). Diese Stellen in Frankreich locken auch ausgezeichnete ausländische Forscher an: Jedes Jahr sind das etwa 30% der neu eingestellten CNRS-Forscher.

**V**iel chemische Forschung findet in den „Grandes Écoles“ statt, den ingenieurwissenschaftlichen Hochschulen, die die besten Studenten der Naturwissenschaften in anspruchsvollen nationalen Aufnahmeprüfungen auswählen, und vor allem in den früher erwähnten Hochschulen für Chemie und Chemieingenieurwesen („Grandes Écoles de Chimie“). Dies ermöglicht die Ausbildung von Chemieingenieuren im Kontakt mit ausgezeichneten Forschungsgruppen. Beispiele für dieses System sind die Forschungsgruppen von Janine Cossy und Ludwik Leibler an der École Supérieure de Physique et Chimie de

Paris (ESPCI-ParisTech), von Gérard Jaouen und Carlo Adamo an der École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (Chimie-ParisTech) und von Samir Zard an der École Polytechnique.

**J**ede Art der Organisation hat auch ihre Nachteile, und es hieß oft, die französische Forschungsorganisation sei nicht flexibel genug, das Vorwärtkommen auf der Karriereleiter sei langsam, es mangle an Wechseln zwischen Hochschul- und Industriestellen, und eine schwerfällige Verwaltung entmutige bei der Gründung kleiner Unternehmen. Doch sie bietet eine beachtliche Freiheit der Forschung mit der Möglichkeit, risikante und langfristige Projekte anzugehen. Es sei nur ein Beispiel genannt: Bruno Chaudret wechselte von seinen Arbeiten über  $H_2$ -Ru-Komplexe, die ihm viel Anerkennung eingebracht hatten, zur Synthese von Nanopartikeln ausgehend von Organometallvorstufen und wurde zu einem der weltweit führenden Forscher auf diesem neuen Gebiet. Mein Eindruck ist, dass sich heute immer mehr junge französische Chemiker von solchen Beispielen inspirieren lassen.

**D**ie französische Forschungs- und Hochschullandschaft erlebt derzeit einen grundlegenden Wandel. Wie viele andere Länder hat auch Frankreich erkannt, wie wichtig der Aufbau erstklassiger Forschungsuniversitäten ist. Daran wird intensiv gearbeitet, und wir werden wohl in den nächsten Jahren neue multidisziplinäre Universitäten bekommen, von denen einige das wissenschaftliche Potenzial für den Wettbewerb mit den besten der Welt haben werden. Das CNRS trägt seinen Teil zu dieser Entwicklung bei, mit dem Ziel, die Partnerschaften mit Universitäten zu verstärken und zugleich weiter an der Entwicklung starker und effizienter Forschungsnetzwerke in und außerhalb von Frankreich zu arbeiten. Vor allem sollen die Attraktivität der Naturwissenschaften für junge Menschen und die internationale Wahrnehmung der französischen Forschung einschließlich der Chemie von dieser Evolution profitieren.