

Figure 1: Basel Spalentor



Figure 2: Basel, the Münster seen from the Rhine



Organized by Prof. Hanspeter Huber a symposium was held at the University of Basel, Institute of Organic Chemistry, on February 5, 1999 on the honour of the **100th anniversary of Werner Kuhn**. A similar meeting was already held on March 23, 1984, 50 years after Kuhn's famous paper "On the shape of thread-like molecules in solution" appeared [1].

Werner Kuhn was a very interested scientist and fascinated by many areas of research. Among those were nuclear physics, physical chemistry, and technological processes, problems of biophysics and physiology, and geophysics. During all his life, he carried the reputation of trying to describe complex theoretical and experimental problems by simple transparent models. Convinced from his views, he strictly defended them in the public. In the mid 30ies he even had to do so with his revolutionary work on the conformation analysis of macromolecules against Staudinger, who at that time assumed macromolecules to be rigid rods. Kuhn's connection to Basel comes through his activity as a professor in physical chemistry at the University of Basel from 1939 on. After 1955, he became the University's dean.

The symposium presented four lectures related to Werner Kuhn's work and way of thinking. In the following, the highlights of these lectures are extracted with a special emphasis on links made to Kuhn's work.

Prof. em. Hans Kuhn (MPI Göttingen), who is no kin with Werner Kuhn, started as his Ph.D. student in Basel in 1942. He studied the shape of thread-like molecules in solution treating topics like the hydrodynamic interaction of the macromolecules with a flowing solvent, the molecular

Unter der Organisation von Prof. Hanspeter Huber (Basel) fand am Freitag, dem 5. Februar 1999 im Institut für Organische Chemie der Universität Basel ein Gedenksymposium statt aus Anlass des **100. Geburtstages von Werner Kuhn**. Dies ist die zweite Veranstaltung dieser Art, nachdem bereits am 23. März 1984 aus Anlass des 50. Jahrestages des Artikels „Über die Gestalt fadenförmiger Moleküle in Lösung“ [1] ein Symposium abgehalten wurde.

Werner Kuhn war ein sehr vielseitig interessierter Forscher. Seine Tätigkeit umfasste die Behandlung von Problemen in der Kernphysik, Physikalischen Chemie, Prozesstechnologie, Biophysik, Physiologie und Geophysik. Er war bekannt für seine Vorliebe, komplizierte theoretische und experimentelle Phänomene in einfachen übersichtlichen Modellen zu beschreiben. Als einer von seinem Schaffen überzeugter Forscher scheute er sich nicht, seine Ideen öffentlich zu vertreten. Seine revolutionären Arbeiten über die Konformationsanalyse von Makromolekülen musste er Mitte der 30er Jahre gegen keinen geringeren als Staudinger verteidigen, der damals Makromoleküle noch als starre Stäbchen betrachtete. Kuhns Verbindung zu Basel ist über seinen Ruf 1939 auf das Ordinariat für physikalische Chemie der Universität Basel gegeben. Ab 1955 bekleidete er das Amt des Rektors der Universität Basel.

Das Symposium vermittelte in vier Vorträgen einen Einblick in die Bedeutung von Werner Kuhns Werk und Denkweise für die moderne Polymerforschung. Im Folgenden sollen die Rosinen der Vorträge und insbesondere die Verbindungen zu Kuhns Schaffen hervorgehoben werden.

manner. He compared the chain configuration on a molecular level with a random walk path as the quantum mechanical picture. He emphasised that both descriptions can be treated by the same Schrödinger equation. This ingenious consideration of Edwards opened 50 years of experience in quantum mechanics to polymer physics. In a final section, de Gennes reported on applied research in his group. They picked up an old dream of Kuhn: The development of an artificial muscle. The operating element is the fast phase transition in a liquid crystalline polymer. In a triblock-copolymer three functional units are brought together to fulfill the requirements for a muscle: Rapidity, reproducibility and robustness.

Prof. em. Fritz Schäfer (MPI Göttingen) sketched the history of the dye laser as a member of the generation having worked together with W. Kuhn. Many of his ideas were picked up and converted into practice. The success of the dye laser was largely promoted by Kuhn's accumulated knowledge from absorption research with uncountable dyes. Today, dye lasers are state of the art and their quality is such, that they equip spectrometers of highest resolution. As special applications, Prof. Schäfer mentioned the separation of isotopes of chlorine and uranium and the generation of ultra short laser pulses. The lecture ended with an outlook to the new topic of x-ray lasers.

With his concluding lecture on the rheology of single molecules, Prof. Steven Chu from Stanford University had no difficulty to attract the audience's attention even in the late afternoon. Individual molecules of DNA, labelled with fluorescence dye, can be elongated in the flow field of a four-roll mill and traced with a microscope. To observe several molecules, birefringence measurements are appropriate, a technique going back to Kuhn's early research. Through video sections and simulations, Chu demonstrated "molecular individualism", a phenomenon termed by de Gennes. This term describes the observation that a population of similar molecules behaves completely different in a flow field depending on how the statistical starting configurations of the individual molecules were. In another series of videos, Chu visualised the different deformation behaviour of molecules in an elongation versus shear flow field. By showing results from experiments with titin molecules,

Denkweise in einfachen Modellen aufgegriffen und gezeigt, wie lange sich Florys recht einfache Theorie als geeignet erwies, um beispielsweise das Verhalten von Makromolekülen in Lösung oder das Verhalten eines linearen Makromoleküls in einer Röhre (chain in tube) zu beschreiben. Eine verallgemeinerte Form von Florys Theorie beschreibt das Verhalten auch für verzweigte Moleküle. Über ein Gedankenexperiment, die Röhre um ein Makromolekül immer enger zu machen und dessen Ausdehnung zu beobachten, skizziert de Gennes den Grundstein für ein molekulares Rheometer. In einem zweiten Abschnitt griff de Gennes in einem prägnanten Vergleich die Theorie von Edwards auf, um die Kettenkonfiguration auf molekularer Ebene mit einem random-walk Pfad als quantenmechanischer Beschreibung zu vergleichen. Beide Bilder lassen sich mit derselben Schrödinger-Gleichung beschreiben. Durch diese geniale Überlegung öffnete Edwards 50 Jahre Erfahrung in der Quantenmechanik für die Polymerphysik. In einem dritten anwendungsorientierten Abschnitt berichtete de Gennes schliesslich von einem interessanten Projekt aus seiner Forschungsgruppe, in dem ein alter Traum von Kuhn aufgegriffen wurde: Die Entwicklung eines künstlichen Muskels. Das Funktionselement ist dabei die schnelle Phasenumwandlung in einem flüssigkristallinen Polymer. In einem Triblockcopolymer werden drei funktionale Einheiten so zusammengesetzt, dass die gewünschten Anforderungen an den Muskel wie Schnelligkeit, Reproduzierbarkeit und Robustheit erfüllt werden.

Prof. em. Fritz Schäfer (MPI Göttingen) führte in die faszinierende Welt der Farbstofflaser ein – als Vertreter einer Wissenschaftlergeneration, die viele Jahre mit Kuhn zusammengearbeitet hat und etliche seiner Ideen aufgriff, um sie in die Praxis umzusetzen. Die auf diesem Gebiet erzielten Erfolge basieren zum Teil auf dem Wissen, das Kuhn in der Absorptionsforschung mit unzähligen Farbstoffen akkumuliert hat. Farbstofflaser sind heute Stand der Technik und so ausgefeilt, dass sie auch in höchstauflösenden Spektrometern eingesetzt werden können. Als spezielle Anwendung wurde von Schäfer die Isotopentrennung von Chlor und Uran und die Erzeugung von ultrakurzen Laserblitzen vorgestellt. Mit einem Ausblick auf das neue Gebiet der Röntgenlaser endete der Vortrag.

Chu as well entered the subject of the artificial muscle. Titin molecules, as part of our muscles, are "semi-crystalline", i.e. they alternately consist of straight and folded sections. By marking the folded sections with fluorescence dye, interactions with neighbouring molecules or folds can be studied. In order to understand the unfolding behaviour, tensile tests were performed in an AFM. Unfolding can also be induced reversibly by chemical action. For different folding states of the titin molecule, intramolecular energy transfer processes have been investigated.

Prof. Steven Chu (Stanford Univ.) hatte mit seinem abschliessenden Vortrag über Rheologie mit einzelnen Molekülen keine Probleme, die Zuhörer auch am späten Nachmittag noch zu fesseln. Einzelne fluoreszierend markierte DNA-Moleküle können im Strömungsfeld eines Vierwalzenrheometers gedehnt und ihr Verhalten beobachtet werden. Zur Untersuchung eines Feldes von Molekülen eignen sich auch Doppelbrechungsmessungen, deren Ursprünge bei Kuhn zu finden sind. Chu erklärte anhand von Videoaufnahmen und Simulationen, wie der von de Gennes beobachtete „molecular individualism“ zu verstehen ist. Darunter versteht man, dass sich Moleküle von ein und derselben Art in einem Strömungsfeld unterschiedlich verhalten, gerade so, wie die statistische Ausgangslage gerade war. In einer Reihe von Videosequenzen veranschaulichte Chu, wie unterschiedlich sich ein Molekül in einem Dehn- und Scherfeld verformt. Schliesslich wurde auch von Chu das Thema Muskeln aufgegriffen, indem er Resultate von Versuchen mit Titin-Molekülen vorstellte. Diese in Muskeln enthaltenen Moleküle sind „teilkristallin“, d. h. es wechseln sich lineare und gefaltete Sequenzen ab. Wechselwirkungen mit Nachbarmolekülen oder -falten konnten über seine Fluoreszenzmarkierung sichtbar gemacht werden. Um das Entfaltungsverhalten zu untersuchen, wurden mit diesen Molekülen im AFM Zugversuche durchgeführt. Eine Entfaltung kann auch reversibel auf chemischem Weg durchgeführt werden. In Abhängigkeit vom Faltungszustand lassen sich intramolekulare Energietransferprozesse studieren.

Thomas Schweizer  
Fax x41(0)1.6321076  
tschweiz@ifp.mat.ethz.ch

## REFERENCES

[1] W. Kuhn, Kolloid Zeitschrift, 68 (1934) 2