

### Molecular Motors 322. WE-Heraeus-Seminar

Molekulare Motoren sind Proteinmaschinen, die in der Lage sind, unter Einsatz von chemischer Energie eine gerichtete Bewegung auszuführen. Viele Bewegungs- und Transportvorgänge innerhalb der Zelle werden von molekularen Motoren bewirkt. Ziel des Seminars, das vom 19. bis 22. April im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war es, Physiker, Chemiker und Biologen, die an verschiedenen, zueinander komplementären Fragestellungen auf diesem Gebiet arbeiten, zusammenzubringen und eine interdisziplinäre Kommunikation zu stimulieren. Etwa fünfzig Wissenschaftler dieser Disziplinen aus Europa, Amerika und Japan waren der Einladung der Organisatoren gefolgt, um neueste Fortschritte in Theorie und Experiment auf dem Gebiet des Transports in biologischen Systemen zu diskutieren. Die Vortragenden diskutierten Funktion und Selbstorganisation molekularer Motoren auf mehreren Ebenen der Selbstorganisation.

Fortschritte in der Einzelmolekül-Biophysik erlauben mittlerweile detaillierte Einblicke in die Umsetzung von chemischer in mechanische Energie. Kazuhiko Kinoshita, Claudia Veigel, Jonathon Howard, Francois Heslot, Vincent Croquette, Berenike Maier, Christoph Schmidt und Günther Woehlke präsentierten optische und mechanische Einzelmolekülstudien an molekularen Rotations- und Linearmotoren. Heiß diskutiert wurden Fragen nach der intramolekularen Koordination der Fortbewegung oder auch die Reversibilität der Bewegung.

Ein weiterer Schwerpunkt des Seminars betraf die Frage, wie sich im Kontext molekularer Netzwerke aus Motoren und Zytoskelett-Proteinen komplexere Vorgänge, wie Zellteilung, Chromosomentrennung oder auch Zellfortbewegung herausbilden können und beschreiben lassen. Faszinierende theoretische und experimentelle Beiträge hierzu kamen von François Nedelec, Alexei Mogilner, Cecile Sykes, Marilen Dogterom, Pascal Martin, Reinhard Lipowsky, Patricia Bassereau und Erich Sackmann.

Die nächsthöhere Organisationsstufe in lebenden Organismen ist das Zusammenspiel und die Koordination der Bewegung von Zellverbänden. Cornelis Weijer zeigte faszinierende Beispiele aus der Entwicklungsbiologie, und Tom Duke erklärte die Synchronisation im Flugmuskel der Insekten.

Abgerundet von lebhaften Diskussionen vor Postern und langen Diskussionsabenden, bot das 322. Heraeus Seminar eine hervorragende Gelegenheit, sich einen Überblick über den neuesten Forschungsstand auf dem Gebiet der molekularen Motoren zu verschaffen – wahrhaft ein Forschungsfeld in Bewegung.

ERWIN FREY, FRANK JÜLICHER,  
ALBRECHT OTT UND MATTHIAS RIEF

Prof. Dr. Erwin Frey, Hahn-Meitner-Institut Berlin, Theoretische Physik; Prof. Dr. Frank Jülicher, MPI für Physik komplexer Systeme Dresden; Prof. Dr. Albrecht Ott, Lehrstuhl für Experimentalphysik I, U Bayreuth; Prof. Dr. Matthias Rief, Physik-Department E22, TU München

Prof. Dr. Rainer Fink, Universität Erlangen-Nürnberg, Physikalische Chemie II

Jens Bürger, XTREME technologies GmbH, Göttingen

### Exploring the Nanostructures of Soft Materials with X-rays 324. WE-Heraeus-Seminar

Die so genannte „weiche Materie“ (soft matter) wird eine zunehmend bedeutende Rolle im Bereich der (auch interdisziplinären) Materialwissenschaften einnehmen. Die Eigenschaften von nanoskaligen molekularen Dünnschichten, Polymerfilmen, Kolloiden, Polyelektrolyten, Tensiden, usw. spielen bereits in vielen Anwendungen eine wichtige Rolle. Um aktuelle Fragestellungen zu diesem Thema zu diskutieren, fand vom 10. bis 12. Mai 2004 im Physikzentrum das 324. WE-Heraeus-Seminar statt. Über 50 Teilnehmer stellten in 16 Plenarvorträgen sowie in Kurz- und Posterbeiträgen ihre Arbeiten vor. Röntgenstrahlen und der Einsatz modernster Synchrotronstrahlungstechniken erlauben vielfältige Analysemöglichkeiten, um strukturelle, dynamische, kinetische und chemische Eigenschaften in nanostrukturierten Proben zu untersuchen. Der weiche Röntgenbereich von 250–560 eV wird vorwiegend zur spektroskopischen Analyse, d. h. zur Charakterisierung der chemischen und elektronischen Eigenschaften eingesetzt. Im härteren Röntgenbereich wird v. a. die Kleinwinkelstreuung (SAXS) zur Größenbestimmung und Untersuchung dynamischer Eigenschaften in nanoskaligen „soft materials“ genutzt.

Im Seminar wurden aktuelle technische Entwicklungen bei der Röntgenmikroskopie oder -mikrospektroskopie und deren Anwendung vorgestellt. Durch Zonenplatten und andere Röntgenoptiken lassen sich bereits jetzt Ortsauflösungen bis unter 30 nm realisieren. In Kombination mit der Nahkanten-Absorptionsspektroskopie (NEXAFS) ergibt sich somit ein ideales Werkzeug, um chemische Kontraste in der Bildgebung (z. B. in Polymermischungen) oder auch zum Nachweis mikrokristalliner Phasen auszunutzen. Die Streumethoden sind weit etablierter: Ihre Anwendung umfasst schon jetzt die o. a. Materialvielfalt und erlaubt die Untersuchung dynamischer Prozesse, je nach Streuintensität bis hinunter auf die Millisekunden-Zeitskala.

Das Niveau der Beiträge war hoch. Im Anschluss an die Vorträge wurde intensiv diskutiert. Die Mischung von verschiedenen Forschungsgruppen, die traditionell eher auf getrennten Veranstaltungen vortragen und diskutieren, wurde von den Teilnehmern als sehr anregend empfunden. Insbesondere konnte ein Brückenschlag zwischen der Röntgenstreuung und der Röntgenmikroskopie geschlagen werden. Gleichzeitig kam der ganze Spektralbereich von weicher bis harter Röntgenstrahlung zur Sprache. Einige Gruppen nutzen bereits die Vorteile der Kombination dieser komplementären Techniken und leisten damit den Brückenschlag, von dem die Physik weicher Materie nur profitieren kann. Das Organistorenteam Rainer Fink, Tim Salditt und Michael Grunze dankt der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung sehr herzlich für die großzügige Förderung dieses äußerst fruchtbaren Workshops.

RAINER FINK

### XUV Technologies and Applications 326. WE-Heraeus-Seminar

Optische Technologien im extrem ultravioletten Spektralbereich (abgekürzt XUV oder EUV), welche in den Wellenlängenbereich um 13,5 nm vordringen, sollen die Bearbeitung von Materialien mit überdurchschnittlich hoher Präzision gewährleisten. Sie werden unter dem Begriff EUV-Lithographie vor allem von der Halbleiterindustrie vorangetrieben, um weiterhin „Moore's Law“ folgen zu können. Im Rahmen des Seminars wurden die EUV-Lithographie und wesentliche Teilbereiche der dazu in Entwicklung befindlichen Technologien diskutiert sowie alternative Anwendungsgebiete der entwickelten Technologien behandelt.

Zu den 24 Vorträgen konnten 83 Gäste aus Wissenschaft und Industrie aus dem In- und Ausland begrüßt werden. In den Vorträgen wurden Grundlagen und Anwendungsaspekte der EUV/XUV-Technologien mit den Themenschwerpunkten Messtechnik, Strahlungsquellen, Optik, Lithographie und Anwendungen vorgestellt. Die Räumlichkeiten des Physikzentrums boten den geeigneten Rahmen, Pausen und Abendstunden für intensive Gespräche zu nutzen.

Dabei wurde ein breites Spektrum möglicher Einsatzgebiete von XUV/EUV-Strahlung diskutiert. Dominiert und angetrieben bleibt dieser Bereich von der EUV-Lithographie für die Halbleiterindustrie. Nach den Planungen der anwesenden Halbleiterhersteller Intel und Infineon sollen mit der 13,5 nm-Technologie beginnend ab dem Jahr 2009 Computer-Schaltkreise mit kritischen Dimensionen von 32 nm in Massenfertigung hergestellt werden. Erste Hochleistungssysteme zur Prozessentwicklung sollen ab 2007 zur Verfügung stehen. So werden derzeit die ersten „EUV Micro-Exposure-Tools“ der Firma Exitech, GB, in der Prozessentwicklung bzw. Erforschung bei International Sematech und Intel eingesetzt. Micro-Exposure-Tools sind industrielle Labor-EUV-Belichtungsanlagen, die die funktionsweise späterer Produktionsanlagen im kleinen Maßstab sozusagen als Technologiepfadfinder erproben. Die Entwicklung der EUV-Lithographie schließt alle relevanten Teilbereiche wie Strahlungsquelle, Optik, Gesamtbelichtungssystem und Messtechnik ein. In den Seminarvorträgen wurden die breit gefächerten Forschungsaktivitäten erläutert. Darüber hinaus wurde im Rahmen der Veranstaltung deutlich, dass die EUV-Technologien auch in Bereichen wie der direkten Nano-Strukturierung, in der Analyse mikrobiologischer Systeme, in der Röntgenmikroskopie und in der Spektroskopie Erfolg versprechende Einsatzgebiete finden können.

Das Seminar war nach Meinung der Teilnehmer ein großer Erfolg. Im Namen aller Teilnehmer sei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung, insbesondere Frau Heike Uebel und Herrn Dr. E. Dreisigacker sowie den wissenschaftlichen Organisatoren Dr. U. Stamm und Dr. G. Schriever gedankt.

JENS BÜRGER