

**Prof. Dr. Wolfgang Ertmer; Prof. Dr. Ernst Maria Rasel,** Institut für Quantenoptik, Universität Hannover; **Prof. Dr. Wolfgang P. Schleich,** Institut für Quantenphysik, Universität Ulm; **Prof. Dr. Piet O. Schmidt,** QUEST Institute for Experimental Quantum Metrology, PTB Braunschweig und Universität Hannover

**Prof. Dr. Peter Fratzl, Dr. Barbara Aichmayer, Dr. Richard Weinkamer,** MPI für Kolloidal- und Grenzflächenforschung, Abteilung Biomaterialien, Potsdam

tation die Evolution von Quantensystemen mit ihren merkwürdigen Eigenschaften wie der Superposition, Delokalisation und Verschränkung? Ist Gravitation die Ursache für unsere klassische Welt? Diese Fragen sind nur ein kleiner Ausschnitt aus dem reichhaltigen Programm dieses Seminars. Als Sprecher konnten wir sowohl internationale „Altmeister“ gewinnen als auch viele junge Pioniere, die mit völlig neuartigen Konzepten die Forschung prägen. Aus Platzgründen können wir hier nicht auf die zahlreichen interessanten Vorträge dieses Seminars im Einzelnen eingehen, Interessierte können sich jedoch einen Eindruck von der Fülle der behandelten Themen unter [www.iqo.uni-hannover.de/heraeus-seminar.html](http://www.iqo.uni-hannover.de/heraeus-seminar.html) verschaffen.

Die Faszination an der Dreiecksbeziehung von Quantenmechanik, Gravitation und Metrologie hat dieses WE-Heraeus-Seminar zu einem Magneten für Forscher, Nachwuchswissenschaftler und Studenten aus der ganzen Welt werden lassen. Mit beinahe 80 Teilnehmern drohte das Seminar die Kapazitäten des Physikzentrums zu sprengen. Neben den ausgezeichneten Präsentationen, die Anlass für viele interessante Diskussionen gaben, war die Postersitzung mit fast 30 Beiträgen ein wissenschaftliches Highlight der Tagung. Krönender Abschluss war die Bekanntgabe der drei besten Poster, die eine Jury dank der Unterstützung der WE-Heraeus-Stiftung mit Geldpreisen prämiieren konnte.

Die äußerst positiven Reaktionen der Teilnehmer mit Aussagen wie „in many respects a terrific conference“ oder der Charakterisierung „fantastic workshop“ geben uns Gewissheit, dass sie mit vielen Inspirationen dieses Seminar in guter Erinnerung behalten werden. Dazu zählen sicherlich auch die anregenden Gespräche, die auf der traditionellen Exkursion, diesmal zu Land und zu Wasser an das schöne Linz am Rhein, geführt werden konnten.

Diese gelungene Tagung wäre nicht möglich gewesen ohne die großartige Hilfe und Unterstützung der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung, des Physikzentrum-Teams und der hervorragenden Organisation durch Frau Gunhild Faber und Frau Elisabeth Nowotka. Ihnen allen möchten wir herzlichst danken.

**Wolfgang Ertmer, Ernst Maria Rasel, Piet O. Schmidt und Wolfgang P. Schleich**

## Physics of the Extracellular Matrix

### 509. WE-Heraeus Seminar

Ein lebender Organismus braucht nicht nur Zellen, sondern auch eine passende Zellumgebung, die extrazelluläre Matrix, die stützt, Signale und Kräfte überträgt, isoliert und manchmal bunt leuchtet. Bekannte Beispiele sind die mechanischen

Funktionen von Knochen, Zähnen und Sehnen. Darüber hinaus setzt die Natur biologische Materialien ein, um Licht und Farbe zu kontrollieren, die Wechselwirkung zwischen Zellen zu unterstützen und viele andere physikalische Prozesse zu manipulieren. Die von der Natur erzielten Materiallösungen sind dank der langen evolutionären „Entwicklungszeit“ sehr originell und liefern für Physiker und Materialforscher Inspiration zur Entwicklung neuartiger synthetischer Materialien.

Vom 17. bis 20. Juni trafen sich im Physikzentrum Bad Honnef Physiker, Biologen, Chemiker und Materialwissenschaftler zum 509. WE-Heraeus-Seminar, um den aktuellen Stand der bioinspirierten Materialforschung zu diskutieren. Neben den vielen vertretenen Disziplinen war auch die „geographische Breite“ mit neun Ländern der über 50 Teilnehmer beachtlich.

Einen perfekten Start des Seminars lieferte ein Vortrag über die Manipulation von Licht durch biologische Gewebe. Als faszinierendes Beispiel wurde ein Käfer präsentiert, der auf benachbarten Körperteilen unterschiedliche optische Tricks verwendet. Für die medizinische Anwendung von spezieller Relevanz waren Vorträge über extrazelluläre Matrix, die vornehmlich aus Kollagen bestehen. Neben Entwicklungen, die mechanischen Eigenschaften des Knochens am lebenden Patienten zu messen, wurden die Physik der Hornhaut und die Schwierigkeiten bei deren Transplantation thematisiert. Prominent im Seminarprogramm war auch die Seide vertreten, da hier bereits Beispiele vorliegen, wie unser Strukturverständnis der Seide in die Entwicklung neuer Materialien umgesetzt werden kann. Ein weiterer wichtiger Themenbereich war die Wechselwirkung zwischen Zellen und extrazellulärer Matrix. Besonders für diese Thematik ist aufschlussreich zu sehen, wie Theorie und Computersimulation die experimentelle Forschung komplementär ergänzen und befruchten kann.

Ausgangspunkt für eine abendliche Podiumsdiskussion waren Fragen wie „Wie sinnvoll ist es, sich mit der extrazellulären Matrix zu beschäftigen, wenn wir die Zellen an sich so wenig verstehen?“. Eine interessante Aufforderung war, dass Physiker stärker von experimentellen Methoden der Biologie Gebrauch machen sollten. Die Aufgabe der Juroren der drei Posterpreise war alles andere als einfach, da die Poster nicht nur optisch überzeugten, sondern von den Nachwuchswissenschaftlern auch mit Fachkenntnis und Leidenschaft präsentiert wurden.

Eine angenehme Pflicht ist es für uns, der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige finanzielle Unterstützung zu danken. Frau Lang und das gesamte Team hat sich im Vorfeld der Veranstaltung und während des Seminars durch tatkräftige Unterstützung in

organisatorischen Dingen ausgezeichnet. Zum Erfolg der Veranstaltung haben die Sprecher mit exzellenten Präsentationen einen wichtigen Beitrag geliefert. Ihnen und allen Teilnehmer möchten wir für die lebhaften Diskussionen danken.

**Peter Fratzl, Barbara Aichmayer und Richard Weinkamer**

## From the Heliosphere into the Sun

### 511. Heraeus-Seminar

Im Oktober letzten Jahres hat die ESA die Weltraum-Mission Solar Orbiter<sup>1)</sup> endgültig ausgewählt, bei der eine Raumsonde auf einer elliptischen Umlaufbahn der Sonne näher kommt als Merkur und zugleich, durch anwachsende Neigung ihrer Orbitalebene, zum ersten Mal Beobachtungen der Sonne aus hohen heliographischen Breiten und einen detaillierten Blick auf die Pole der Sonne ermöglichen wird. Dadurch wird diese Raumsonde ab 2012 erlauben, optische Beobachtungen der Sonne mit bisher unerreichter räumlicher und zeitlicher Auflösung zu machen sowie gleichzeitig die innere Heliosphäre genauestens zu studieren. Diese Kombination von remote-sensing und in-situ-Beobachtungen wird einzigartige wissenschaftliche Untersuchungen erlauben, stellt aber hohe Anforderungen an die Instrumente der Nutzlast und verlangt eine eng verzahnte Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus verschiedensten Fachgebieten der Physik von Sonne und Heliosphäre. Das Heraeus-Seminar, das vom 31. Januar bis 3. Februar im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war der erste internationale Workshop zu Solar Orbiter seit seiner Auswahl und ein erster wichtiger Schritt, um wissenschaftliche Synergien von remote-sensing und in-situ-Beobachtern vorzubereiten und sie schon beim Start der Mission voll nutzen zu können.<sup>2)</sup>

Der erste Tag war der Physik der inneren Heliosphäre gewidmet, d. h. dem interplanetaren Raum innerhalb der Erdbahn. Dabei standen moderne Diagnostiktechniken zur Untersuchung von Struktur, Dynamik und Turbulenz der Beschleunigungsregion des Sonnenwinds im Vordergrund. Hervorzuheben sind neueste Bilder von heliosphärischen Weitwinkelkameras und Koronographen, mit denen erstmals der Weg eines koronalen Massenauswurfs und seine Entwicklung zu einer magnetischen Wolke im Sonnenwind verfolgt werden konnte. Weitere Radio- und in-situ-Beobachtungen zeigten dabei exemplarisch die Möglichkeiten zukünftiger Zusammenarbeit zwischen den zehn Experimententeams von Solar Orbiter auf.

Der zweite Tag konzentrierte sich auf die Physik der Sonnenkorona. Von besonderem Interesse waren Arbeiten zur

<sup>1)</sup> Webseite Solar Orbiter: <http://sci.esa.int/solarorbiter/>

<sup>2)</sup> Die Vorträge und Poster-Präsentationen des Workshops können auf folgender Webseite eingesehen werden: [www.mps.mpg.de/meetings/hcor/](http://www.mps.mpg.de/meetings/hcor/)

Entstehungsregion des Sonnenwindes, des Energietransportes z. B. durch Wellen in der Korona und der Beschleunigung solarer Teilchen. Hervorzuheben sind in theoretischer Hinsicht neue Ergebnisse aus Modellen der Rekonexion und Plasmaheizung durch Alfvén-Wellen und aus der Beobachterperspektive die Resultate zur Plasmadynamik und magnetischen Struktur der unteren Korona.

Am dritten und letzten Tag wurde der Blick nach vorn gewandt und vor allem neue physikalische Entwicklungen im instrumentellen Bereich diskutiert. Neben einem Überblick der Wissenschaft von Solar Orbiter ist hier insbesondere die NASA-Mission Solar Probe Plus<sup>3)</sup> zu nennen, die in-situ-Messungen in Abständen von bis hinunter zu neun Sonnenradien über der Sonnenoberfläche vornehmen und vielerlei Synergien mit Solar Orbiter ermöglichen wird.

Ausreichend Zeit nach den Vorträgen und während der Postersitzungen sowie lange Pausen und ausgedehnte Abende boten vielfältige Gelegenheiten für fruchtbare Diskussionen zwischen den Wissenschaftlergemeinden, womit das Hauptziel des Workshops erreicht und die Voraussetzung für zukünftige Interaktionen geschaffen wurde. Die Rückmeldungen der Teilnehmer waren durchweg positiv und haben die gute Diskussionsatmosphäre, den kommunikativen Ort mit gutem Hörsaal und „akademischer Luft“ gelobt. Der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung gilt unser herzlicher Dank für die großzügige Förderung dieses Treffens.

Hardi Peter, Eckart Marsch  
und Jörg Büchner

## Single Molecule Kinetics

### 512. WE-Heraeus-Seminar

Einzelmolekülmethoden haben in den letzten Jahren stark zum Verständnis molekularer Prozesse insbesondere in den Lebenswissenschaften beigetragen. Gleichzeitig wurden die Methoden weiter entwickelt mit dem Ziel, die Dynamik einzelner Biomoleküle und molekularer Maschinen über viele Zeitskalen zu bestimmen. Dank der großzügigen Unterstützung durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung konnten vom 30. Juli bis zum 1. August 2012 führende Experten auf diesem Gebiet aus Theorie und Experiment aus über zehn Ländern im Physikzentrum Bad Honnef zusammenkommen.

Das Seminar begann schon am Sonntagabend mit dem ersten Highlight. Attila Szabo von den National Institutes of Health (NIH) trug über seine theoretischen Arbeiten zur Anwendung von Maximum-Likelihood-Methoden vor, die einen neuen Zugang zur Auswertung und zum Verständnis von Einzelmoleküldaten eröffnen. Im Verlauf des gesamten

Seminars zeigte sich, dass theoretische und Simulationsansätze eine unerlässliche Hilfe für die Analyse und Modellbildung der immer komplexer werdenden Fragestellung in der biomolekularen Physik sind. Bei den experimentellen Beiträgen standen neueste fluoreszenzbasierte Einzelmolekülmethoden sowie kraftspektroskopische Methoden mit AFM und optischen Fallen im Vordergrund. Große Fortschritte waren bei der Erweiterung der zugänglichen Zeitskalen sowie bei der Orts- und Orientierungsauflösung zu bewundern. Es war beeindruckend zu sehen, wie die Einzelmolekülmessungen innerhalb weniger Jahre gereift sind und heute in der Lage sind, grundlegende Fragestellungen aus der Biologie anzugehen und zu beantworten, die lange Zeit außerhalb der experimentellen Möglichkeiten lagen. So kann z. B. die Transkription der DNA durch Polymerasen in Echtzeit beobachtet, ein einzelnes Protein auf dem Weg vom entfalteten zum gefalteten Zustand verfolgt oder auch eine dynamische Bestimmung der Struktur einzelner funktionierender molekularer Komplexe erreicht werden.

Im Namen aller Teilnehmer sei an dieser Stelle nochmals der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die finanzielle Grundlage und die organisatorische Unterstützung gedankt.

Thorsten Hugel und Matthias Rief

## Microelectronics for Society – More than Moore expands More Moore

### WE-Heraeus-Physikschule

Diese internationale Sommerschule fand vom 10. bis 16. Juni 2012 im Physikzentrum Bad Honnef statt. Überzeugender Beleg für die Aktualität des Themas sowie die Attraktivität der Vorträge war der Umstand, dass das Physikzentrum mit 55 Teilnehmern und 14 eingeladenen Sprechern ausgebucht war. Die Organisatoren Thomas Schroeder und Jean Fompeyrine wählten anhand ihrer Expertise Forschungsthemen rund um die stetig anwachsende mobile Datenkommunikation, um den Hörern sowohl physikalische Herausforderungen als auch technologische Anforderungen der modernen Mikroelektronikforschung darzulegen. Die Erfahrung des Nutzers künftiger „Cloud“-Anwendungen wird durch die Leistungsstärke der verfügbaren Hochfrequenz-Dateninfrastruktur bestimmt. Entlang der Datenübertragungskette „radio over fibre“ wurden die mit dem Aufbau dieser Dateninfrastruktur verbundenen aktuellen Forschungsschwerpunkte der Mikroelektronik mit besonderem Bezug zur Materialphysik vorgestellt (insbesondere skalierte CMOS-Technologien für „high

performance computing“, Telekommunikations-Laser zur optischen Kommunikation über weite Strecken mittels Glasfaser, photonisch-elektronische Schaltkreisen zur Umwandlung optischer in elektrische Signale, Radiofrequenztechnologien für die drahtlose Kommunikation über kurze Restrecken zu den mobilen Endgeräten). Bei diesen wissenschaftlich-technologischen Vorträgen wurde offenbar, dass die Überwindung der physikalischen Fragmentierung der klassischen Substratplattformen – Silizium für CMOS und III-V-Halbleiter für Optoelektronik – ein zentrales Forschungsthema bei den obigen Bemühungen ist. Darüber hinaus wurde ersichtlich, dass der klassische „More Moore“-Ansatz zwar weiterhin für den Massenmarkt der skalierten CMOS-Technologien gilt, aber aufkommende „More than Moore“-Strategien für funktionalisierte Spezialschaltkreise in diesem Bereich gerade auch für die Forschung und Verwertung in Europa ausgezeichnete Möglichkeiten bieten. Um Teilnehmern neben den wissenschaftlichen Aspekten auch den kapitalintensiven Hintergrund der Mikroelektronikentwicklung zu vermitteln, rundeten Übersichtsvorträge zur europäischen Forschungsförderung sowie zur Ökonomie der Mikroelektronik die Schule ab. Die Schule endete mit einer Diskussion über den Einfluss der Mikroelektronik auf das Alltagsleben, und am Beispiel der sozialen Netzwerke wurden von den Studenten Chancen und Risiken sehr bewusst dargestellt. Die Organisatoren danken den Mitarbeitern der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung sowie des Physikzentrums Bad Honnef ganz herzlich für die stets hervorragende Unterstützung.

Thomas Schroeder und Jean Fompeyrine

Dr. Hardi Peter, Prof. Dr. Eckart Marsch, Prof. Dr. Jörg Büchner, MPI für Sonnensystemforschung, Katlenburg-Lindau

Prof. Dr. Thorsten Hugel, Prof. Dr. Matthias Rief, TU München, Physik Department, Garching

Prof. Dr. Thomas Schroeder, IHP-GmbH, Materials Research, Frankfurt/O.; Dr. Jean Fompeyrine, IBM Research GmbH, Zürich

3) Webseite Solar Probe Plus: <http://solarprobe.gsfc.nasa.gov/>