Prof. Dr. Yunfeng Liang, Institut für Energieforschung 4, Forschungszentrum Jülich

Dr. Margarita Russina, Prof. Dr. Christian Pettenkofer, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie; **Dr. Vanessa Peterson**, Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Bragg-Intitute, Kirrawee/Australien; **Prof. Dr. Eckart Rühl**, Physikalische Chemie, FU Berlin

Dr. Frank Rathmann und **Prof. Dr. Hans Ströher**, Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Jülich

Active Control of Instabilities in Hot Plasmas

480. WE-Heraeus-Seminar

Übersetzt man das griechische Wort πλασμα ins Deutsche mit „das Formbare", so suggeriert dieser Begriff im Grunde positive Eigenschaften. Allerdings kann ein physikalisches Plasma auch leicht „außer Form" geraten – durch Instabilitäten, die in ihrem nichtlinearen Verlauf z. B. Entladungsabbruch oder nicht tolerierbare Energiedepositionen an den begrenzenden Wänden zur Folge haben. Die Kontrolle, Unterdrückung oder Abschwächung der gefährlichsten Instabilitäten eines Fusionsplasmas ist eine zentrale Aufgabe der Fusionsforschung, mit der sich das Seminar vom 16. bis 18. Juni im Physikzentrum Bad Honnef befasste.

Sechs Themenkreise („Energetic Particle Modes", „Sawteeth", „Neoclassical Tearing Modes", Edge Localized Modes", „Resistive Wall Modes", „Disruptions") wurden ausgiebig behandelt. Dabei wurden für jeden Themenkreis zunächst die physikalischen Phänomene vorgestellt und anschließend die zugehörigen Kontrollmöglichkeiten diskutiert. In 15 eingeladenen Vorträgen sprachen international führende Experten aus Europa, den USA und China über den aktuellen Stand und Perspektiven. Verschiedene Szenarien wurden eingehend erörtert: von der schnellen Rückkopplung über die Beeinflussung der lokalen Plasmaparameter durch Plasmaheizung oder Pellet-Injektion bis zur Erzeugung einer stochastischen Randschicht. Sieben Kurzvorträge und zahlreiche Poster rundeten das Programm ab. Die lebhaften Diskussionen setzten sich bis in die späten Abendstunden fort.

Obwohl die Fusionsforschung mit ihrer aktuellen Ausrichtung auf den Fusionsreaktor ITER schon jetzt einen gangbaren Weg zur Kontrolle des Plasmas vorsehen muss, hat das Seminar gezeigt, dass weitere Grundlagendiskussionen dringend notwendig sind, um zu neuen und besseren Betriebsbedingungen vorstoßen zu können. Insofern war G. Huysmans von der ITER-Organisation nicht nur einer der Hauptredner, sondern auch sehr interessierter Zuhörer, wenn es um neue Wege ging, ein Plasma aktiv zu beeinflussen. Viele Ideen, deren Erprobung sich lohnt, wurden vorgestellt. Als Ergebnis des Seminars ist aber auch festzuhalten, dass zukünftig die vorgeschlagenen einzelnen Kontrollmechanismen nicht nur separat, sondern auch stärker im Zusammenhang diskutiert werden müssen. Die Teilnehmer waren sich einig, dass dieses wichtige Seminar unbedingt eine Fortsetzung finden sollte. Der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung sei herzlich für die Unterstützung gedankt.

Yunfeng Liang

Energy Materials Research by Neutrons and Synchrotron Radiation

481. WE-Heraeus-Seminar

Materialien zur Energieerzeugung und Energieumwandlung und deren Charakterisierung mit Neutronen und Synchrotronstrahlung standen im Fokus des 481. WE-Heraeus-Seminars, das vom 8. bis 11. Mai 2011 in Bad Honnef stattfand. Das Seminar war in internationaler Zusammenarbeit zwischen dem Helmholtz-Zentrum Berlin, dem Bragg Institute of ANSTO (Australien) und der FU Berlin organisiert worden. Als Schwerpunktthemen wurden die Wasserstoffproduktion und -speicherung sowie die Forschung an photovoltaischen und ionisch-leitenden Materialien ausgesucht. Mehr als 55 Wissenschaftler aus unterschiedlichen Fachgebieten und zehn Ländern nahmen an dem Seminar mit Engagement und Interesse teil.

Das mit international anerkannten Sprechern besetzte Seminar wurde durch einen Übersichtsvortrag zu europäischen Förderinitiativen für die Energieforschung eröffnet. Die Vorträge des ersten Tags waren der Wasserstoffforschung sowohl auf dem Gebiet der Katalysatoren als auch vielversprechenden neuen Wasserstoffspeichern wie metallisch-organischen Netzwerken oder komplexen metallischen Strukturen ($LiBH_4$) gewidmet. Die Stärke der Wechselwirkung zwischen molekularem Wasserstoff und der Matrix ließ sich den Änderungen der Quanten-Rotationszustände mithilfe der inelastischen Neutronenstreuung und theoretischen Rechnungen bestimmen. Die Komplementarität von Neutronen- und Synchrotron-Imaging wurde am Beispiel der Optimierung von Brennstoffzellen gezeigt. Der zweite Tag war den Eigenschaften photovoltaischer Materialien gewidmet. Es wurde deutlich, dass die Entwicklung von neuen Methoden und Instrumenten maßgebend für den Fortschritt zukünftiger Entwicklungen ist. Das weltweit erste in-situ-Labor für Solarzellen am Synchrotron BESSY (SISSY) wurde vorgestellt, das Forschern ermöglichen wird, Proben „in-situ" während des Wachstums zu untersuchen. Der aufregende Prozess der photochemischen Wasserspaltung, Probleme der Elektrochemie und ionischen Leitung wurden am dritten Tag behandelt.

Nach einstimmiger Meinung der Teilnehmer war das Seminar ein großer Erfolg. Die Teilnehmer waren sich einig, dass die Nutzung der Großforschungseinrichtungen und die in situ-Analyse für die Forschung an energierelevanten Materialien wichtig und unerlässlich sind. Der Erfolg des Seminars ist nicht zuletzt der exzellenten lokalen Organisation des Physikzentrums und der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung zu verdanken. Wir bedanken uns ganz herzlich bei der Stiftung für die hervorragende finanzielle und administrative Unterstützung.

Margarita Russina, Christian Pettenkofer, Vanessa Peterson und Eckart Rühl

Search for Electric Dipole Moments (EDMs) at Storage Rings

485. WE-Heraeus Seminar

Im Physikzentrum Bad Honnef fand vom 3. bis 6. Juli ein dreitägiges Seminar über permanente elektrische Dipolmomente (EDM) von Teilchen statt. Diese sind ein überaus faszinierendes Forschungsobjekt, weil ein nicht verschwindendes EDM auf „Neue Physik", d. h. Physik jenseits des Standardmodells, hinweisen und eine mögliche Erklärung für die Materie-Antimaterie-Asymmetrie in unserem Universum liefern würde, also letztlich auf die Frage „Weshalb existieren wir?" Bislang sind noch keine EDMs gefunden worden und nur extrem kleine obere Grenzen bekannt ($d < 10^{-27}$ e cm).

30 Plenarvorträge und eine Diskussionsrunde beleuchteten die physikalischen und technologischen Aspekte einer Suche nach elektrischen Dipolmomenten von geladenen Teilchen (insbesondere von Proton, Deuteron und dem 3He-Kern) in dedizierten noch zu bauenden Speicherringen. Darüber hinaus gab es Übersichtsvorträge zu komplementären Untersuchungen an anderen Systemen, z. B. dem freien Neutron oder dem in Atomen bzw. Molekülen gebundenen Elektron, die bisher die Sensitivitäts-Rangliste anführen.

An einem Tag nahm auch Sebastian Schmidt, Mitglied des Vorstands des Forschungszentrums Jülich, an dem Treffen teil – wird doch ein solcher EDM-Speicherring als mögliches Zukunftsprojekt unter dem Namen „JEDI" (Jülich Electric Dipole Moment Investigations) an und mit COSY (als Injektor) am FZJ diskutiert. Mit insgesamt 89 Teilnehmern, darunter vielen aus dem Ausland, war das Physikzentrum nahe an seiner Kapazitätsgrenze. Dennoch waren alle von dem äußeren Rahmen und der inhaltlichen Qualität des von der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung großzügig unterstützten Seminars begeistert. Für die Förderung möchten wir uns im Namen aller Teilnehmer noch einmal ganz herzlich bedanken.[#)]

Frank Rathmann und Hans Ströher

Nanofluidics in Biology

Internationaler WE-Heraeus-Workshop

Eine fundamentale Eigenschaft von Zellen ist deren selektive Membran. Die Zellhülle verhindert einerseits das Eindringen von unerwünschten Stoffen, muss aber andererseits Nährstoffe durchlassen. Die

#) Teilnehmerliste, Tagungsbeiträge und Fotos sind auf www2.fz-juelich.de/ikp//edm/en/index.shtml zu finden.

 © 2011 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Selektivität für kleine Moleküle wird durch enge Poren mit einer Bindungsstelle erreicht. Doch wie kommen große Proteine oder Toxine durch die im Prinzip impermeable Zellwand, ohne die Permeabilität für kleine Moleküle zu beeinflussen? Diese Frage stand im Mittelpunkt des Workshops, der vom 26. Juni bis 1. Juli an der Jacobs University Bremen stattfand.

Die Physik liefert zu dieser Problematik eine Reihe neuer Messmethoden. So erlaubt ein fokussierter Ionenstrahl, Nanometer-große Kanäle mit großer Reproduzierbarkeit in Festkörpermaterialien zu fräsen. Dieses Modellsystem zeigt erstaunlicherweise für den Ionenstrom Diodeneigenschaften, ähnlich natürlicher Kanäle, und ermöglicht fluiddynamische Studien.

Eine Kombination aus optischen Pinzetten und Elektrophysiologie ermöglicht Kraftstudien: DNA wird zum Beispiel kovalent an eine Latexkugel angeheftet und durch ein elektrisches Potential durch die Pore gezogen. Die Verbindung beider Techniken erlaubt eine quantitative Charakterisierung von Kräften, da sich auf molekularen Dimensionen Kräfte im Bereich von Pikonewton bestimmen lassen.

Mit „All-Atom-Computersimulationen" lassen sich Transportvorgänge durch Kanäle modellieren und reproduzieren. Ein Abendvortrag widmete sich dem Übergang von der Mikro- zur Nanofluidik. Eine interessante Lösung der Selektivität für große Moleküle bieten die Poren von Zellkernen: Deren Wand ist mit flexiblen Polymeren bedeckt und hält alle Moleküle aufgrund sterischer Abstoßung von der Pore fern. Allein Proteine mit entsprechender Affinität zu den Polymeren finden Eingang. Diese Eigenschaft hat Potenzial als Nanofilter für entsprechende Moleküle.

Die Natur produziert Nanoporen in großer Vielfalt. Ein wichtiges Ziel dieser Tagung war es, Physiker und Biologen zusammenzubringen. Vorträge zur Steuerung der Proteintranslokation in Zellen oder zur Sekretion von bakteriellen Toxinen zeigten die Vielfalt der Vorgehensweise der Natur auf dem Gebiet des Proteintransports über Membranen. Diese Vorgänge eignen sich auch als Modelle für den Transport in physikalischen Systemen.

Die ausgiebigen Diskussionen zeigten die Interdisziplinarität der Fragestellung für die Teilnehmer aus Biologie und Physik. Neben einem dichten Vortragsprogramm gab es auch zahlreiche Möglichkeiten zur Planung zukünftiger Kooperationen. Außerdem präsentierten junge Wissenschaftler ihre Ergebnisse in mehreren Postersitzungen und diskutierten direkt mit Experten des Gebietes. Teilnehmer, Sprecher und Organisatoren schätzten den Workshop als sehr gelungen ein. Ganz besonders bedanken möchten wir uns, auch im Namen aller Teilnehmer, bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige finanzielle Unterstützung dieser Tagung.

Loic Auvray, Roland Benz, Karin Jacobs, Helge Weingart und Mathias Winterhalter

Astrophysics, Clocks and Fundamental Constants

487. WE-Heraeus-Seminar

Die fundamentalen Naturkonstanten spielen eine wichtige Rolle sowohl in den angewandten als auch in den mit grundlegenden Fragen beschäftigten Bereichen der Physik. Dieses Seminar hatte sich zum Ziel gesetzt, aktuelle Resultate aus unterschiedlichen Gebieten zu diskutieren und die beteiligten Wissenschaftler zu interdisziplinären Diskussionen anzuregen.

Ein wichtiges Beispiel ist die Vorbereitung einer Neudefinition der SI-Einheiten, bei der die Basiseinheiten durch die Festlegung der Zahlenwerte physikalischer Konstanten definiert werden. Es ist beabsichtigt, das Kilogramm über den Wert der Planckschen Konstante, das Ampere über die Elementarladung, das Mol über die Avogadro- und das Kelvin über die Boltzmann-Konstante zu definieren. Daher sind Experimente zur präzisen Messung dieser Größen von besonderem Interesse und konnten – wie auf dem Seminar vorgestellt – in den letzten Jahren zum Teil auch deutlich verbessert werden. Die von CODATA durchgeführte Ausgleichsrechnung zur Bestimmung der empfohlenen Werte der Konstanten bildet den wohl umfassendsten und präzisesten Test der Konsistenz der Ergebnisse von Präzisionsmessungen in den verschiedenen Bereichen der Physik. Diese können und müssen dann auf Konsistenz mit den Ergebnissen der Astrophysik verglichen werden, wo sich insbesondere im Bereich der Kosmologie, aber auch bei präzisen Experimenten durch Pulsare zahlreiche Überschneidungen ergeben. Einen Schwerpunkt des Seminars bildeten neue Experimente zur Spektroskopie von atomarem Wasserstoff und zur Messung des g-Faktors des Elektrons in Wasserstoff-ähnlichen Ionen, die einen erfolgreichen Test der QED in starken Feldern liefern. Kontroverse experimentelle Ergebnisse wurden über die Bestimmung des Ladungsradius des Protons und des anomalen magnetischen Moments des Myons berichtet. Über die neuesten Erkenntnisse in der Erforschung der Dunklen Energie und deren Deutung als kosmologische Konstante wurde im Rahmen des kosmischen Mikrowellenhintergrundes diskutiert. Studien der möglichen Variabilität der Gravitationskonstante oder der Verletzung des starken Äquivalenzprinzips wurden mit Pulsar-Timing-Ergebnissen durchgeführt. Teilweise blieb offen, ob es sich bei manchen der hier diskutierten Ergebnisse um Hinweise auf neue Physik handeln könnte oder ob sich bei besserem Verständnis von Experimenten und Theorie Konsistenz innerhalb der bestehenden Modelle erzielen lässt.

Das Seminar ermöglichte den etwa 70 Teilnehmern, interdisziplinäre Kontakte zu schließen oder zu vertiefen, und es zeigte sich wieder, dass das Physikzentrum hierfür einen idealen Rahmen bildet. Wir möchten der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die Finanzierung und für die äußerst hilfreiche Unterstützung bei der Organisation des Seminars ganz herzlich danken.

Ekkehard Peik, Savely G. Karshenboim und Michael Kramer

Characterization of the Quark Gluon Plasma with Heavy Quarks

486. WE-Heraeus-Seminar

Das Seminar fand vom 11. bis 15. Juli 2011 im Physikzentrum Bad Honnef statt und konzentrierte sich auf schwere Quarks (Charm und Bottom) als Sonden für ein Quark-Gluon Plasma (QGP). QGP bezeichnet einen Zustand von quasifreien Quarks und Gluonen im lokalen thermischen Gleichgewicht, der in hochenergetischen Kollisionen schwerer Gold- oder Bleikerne erwartet wird. Aufgrund ihrer Produktion zu einem frühen Zeitpunkt in der Kollision sind schwere Quarks einzigartige Sonden zur Untersuchung eines QGP.

Mit großer Spannung wurden die neuesten Ergebnisse der Experimente ALICE, ATLAS und CMS am Large Hadron Collider des CERN erwartet, der Blei-Blei-Kollisionen bei 14-mal höheren Energien zur Verfügung stellt als die bisherige Bestmarke des Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC, BNL). Hier zeigt sich, dass Charm-Quarks (und möglicherweise auch Bottom-Quarks) genauso viel Energie im erzeugten Medium verlieren wie leichte Quarks (Up, Down, Strange), ähnlich wie beim RHIC beobachtet.

Am RHIC, der durch stochastische Kühlung eine bis zu 5-fach höhere Kollisionsrate erreichen wird, haben die Experimente PHENIX und STAR ihre Statistik vervielfacht. Während Elektronen aus semi-leptonischen Zerfällen von Charm-Quarks darauf hindeuten, dass schwere Quarks an der kollektiven Expansion des Mediums teilnehmen, zeigen direkte Messungen von Charmonium und D-Mesonen keinen Hinweis dafür.

Zum ersten Mal in Kern-Kern-Kollisionen wurden alle elektroschwachen Eichbosonen (Photon, W und Z) nachgewiesen. Diese nehmen nicht an der starken Wechselwirkung teil und sollten daher keine Unterdrückung relativ zu Proton-Proton-Kollisionen zeigen. Im Rahmen

Prof. Dr. Loic Auvray, Paris; **Prof. Dr. Roland Benz**, Jacobs University Bremen; **Prof. Dr. Karin Jacobs**, Universität des Saarlandes, Saarbrücken; **Dr. Helge Weingart**, Jacobs University Bremen und **Prof. Dr. Mathias Winterhalter**, School of Engineering and Science, Jacobs University Bremen

Dr. Ekkehard Peik, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig; **Dr. Savely G. Karshenboim**, Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching und Pulkovo Observatorium, St. Petersburg; **Prof. Dr. Michael Kramer**, Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn

© 2011 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Dr. Silvia Masiocchi, Dr. Anton Andonic, GSI Helmholtzzentrum Darmstadt; **Dr. Kai Schweda**, Universität Heidelberg

Prof. Dr. Thomas Frauenheim, Universität Bremen, Fachbereich Physik; **Prof. Dr. Thorsten Klüner**, Universität Oldenburg; **Prof. Dr. Ulrich Kleinekathöfer, Prof. Dr. Thomas Heine**, Jacobs University Bremen

Prof. Dr. Frank Cichos, Universität Leipzig; **Dr. Harald Graaf** und **Prof. Dr. Michael Schreiber**, Technische Universität Chemnitz

Prof. Dr. Martin B. Plenio, Prof. Dr. Susana F. Huelga, Institut für Theoretische Physik, Universität Ulm; **Prof. Dr. Gregory Engel**, Dept. of Chemistry, University of Chicago

der noch recht großen statistischen Ungenauigkeiten wird diese Annahme momentan bestätigt.

Ein heiß diskutiertes Thema war die Unterdrückung und (Re-)generation von Quarkonia, gebundener Zustände eines Charm- und eines Anticharm-Quarks (J/ψ), bzw. eines Bottom- und Anti-Bottom-Quarks (Υ), in einem QGP. Bei LHC-Energien ist der Grundzustand des Bottomoniums unterdrückt, die angeregten Zustände relativ dazu noch stärker. Diese Unterdrückung lässt sich qualitativ verstehen im Rahmen eines Modells, das die effektive Abschirmung von Farbladung in einem QGP berücksichtigt, analog zur Debye-Abschirmung in einem elektromagnetischen Plasma.

Neuartige theoretische Zugänge, welche die Erzeugung von Charmonium während der gesamten Lebensdauer des QGP oder während der Hadronisierung berücksichtigen, sind in der Lage, die experimentellen Daten teilweise zu reproduzieren, aber eine umfassende Beschreibung steht noch aus. Bei LHC-Energien werden Charm- und Anticharm-Quarks in großer Anzahl produziert. Experimentelle Ergebnisse für die Produktion von J/ψ und Υ sind konsistent mit einer statistischen Produktion an der Phasengrenze, was quasi-freie schwere Quarks voraussetzt.

Reichlich Zeit zu Diskussionen gab es nach jedem Vortrag, in ausgedehnten Kaffeepausen und besonders abends und im Rahmen einer Wanderung zur Burg Drachenfels. In einer lebhaften Postersitzung wurden zwei Poster mit je einem Preis ausgezeichnet. Die mehr als 40 Teilnehmer aus allen Teilen der Welt genossen die angenehme Atmosphäre und exzellenten Bedingungen am Physikzentrum Bad Honnef. Wir sind der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung überaus dankbar für die großzügige Unterstützung dieses Seminars und möchten uns speziell bei Frau Nowotka für ihre ausgezeichnete Hilfe bei der Organisation bedanken.

Silvia Masiocchi, Anton Andonic und Kai Schweda

Computer Simulations on Nanotechnology for the Environment

Internationale WE-Heraeus-Sommerschule

Atomistische Computersimulationen auf Grundlage der Dichtefunktionaltheorie haben sich in den letzten Jahrzehnten als Methoden etabliert, mit denen sich experimentelle Ergebnisse fundamental erklären lassen. Durch die graduelle Verbesserung von Simulationsverfahren, Algorithmen und Computersoftware sowie durch die revolutionär wachsende Verfügbarkeit von Hochleistungscomputern ist es heute möglich, mit Computersimulationen neue Materialien zu kreieren, die bestimmte Eigenschaften aufweisen, und diese Materialien erst danach gezielt herzustellen. Dieser Paradigmenwechsel ist insbesondere für die Nanotechnologie und deren Anwendung für Umweltaspekte von großer Bedeutung, da die Bevölkerungsexplosion und der Klimawandel in kurzer Zeit umweltfreundliche Alternativen zur Erzeugung, Speicherung und zum Transport von Ressourcen, insbesondere von Energie verlangen.

Diesen Themen war die Sommerschule gewidmet, die vom 3. bis 15. Juli an der Jacobs University Bremen stattfand. Sie hatte sich zum Ziel gesetzt, Wissenschaftler aller Alters- und Erfahrungsstufen zusammenzuführen, um sowohl einen Erfahrungsaustausch zwischen den Arbeitsgruppen zu erreichen als auch – wie auf einer Sommerschule üblich – den jungen Wissenschaftlern Wissen zu vermitteln.

Beide Ziele wurden sehr erfolgreich umgesetzt: Die Referenten blieben in der Regel mehrere Tage auf der Sommerschule und stellten ihre Präsentationen auf der Webseite allen Teilnehmern zur Verfügung. Darüber hinaus wurden wissenschaftliche Kooperationen diskutiert, beispielsweise verhandeln sieben der Referenten momentan ein EU-Projekt zu Computersimulationen von thermisch angeregten Systemen.

Die Vorträge und die „Hands-on-Sessions" waren sehr gut besucht, und das Informationsmaterial haben die Studierenden gern mitgenommen. Die gelernte Simulationssoftware ist nun auch in den Heimatinstituten verfügbar.

Neue Netzwerke wurden geknüpft, sowohl im akademischen Sektor, mit stark interdisziplinärem Charakter, als auch mit Industriepartnern, wie mit den Mitarbeitern von SCM NV, einem Unternehmen, das wissenschaftliche Software entwickelt, oder zu Aixtron, einem TecDAX-notierten Unternehmen. Viele Wissenschaftler fanden neue Anknüpfungspunkte, z. B. wurden Gastaufenthalte vermittelt, und junge Wissenschaftler fanden Postdoktorandenstellen.

Alle Teilnehmern schätzten die Vermittlung von komplementärem Wissen sehr, insbesondere eine Abendveranstaltung zum Thema „Open Access Publishing". Sie vermittelte, wie man in hochkarätigen Fachzeitschriften und gleichzeitig legal Open Access publizieren kann. In einer Posterpräsentation stellten die Teilnehmer ihre Forschung vor. Die Poster bildeten einen wichtigen Beitrag zu den wissenschaftlichen Abenddiskussionen.

Organisatoren wie Teilnehmer danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung der Schule.

Thomas Frauenheim, Thorsten Klüner, Ulrich Kleinekathöfer und Thomas Heine

Single molecule spectroscopy: Current status and perspectives

488. WE-Heraeus-Seminar

Die Spektroskopie und optische Mikroskopie an einzelnen Molekülen war das Thema dieses Seminars, das vom 12. bis 15. Juli 2011 an der TU Chemnitz stattfand. Ziel war es, einen breiten Überblick über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Einzelmoleküldetektion aufzuzeigen.

Das Feld der optischen Spektroskopie und Mikroskopie an einzelnen Molekülen wurde vor etwa 20 Jahren mit ersten Untersuchungen zur Absorption und Emission einzelner Moleküle begründet. Innerhalb dieser relativ kurzen Zeit hat sich die Einzelmoleküldetektion in vielen Zweigen der Forschung an kondensierter Materie etabliert. Dadurch haben Methoden und Techniken in unterschiedlichen Forschungsbereichen neue Entwicklungen erfahren, die in diesem Seminar zusammengefasst wurden. Insbesondere findet die Einzelmolekülspektroskopie heute in der Photonik, der chemischen Physik und der Biologie Anwendung. Vor allem diese Forschungsgebiete waren durch führende nationale und internationale Experten in den 14 eingeladenen Vorträgen vertreten. Dabei zeigte der Großteil der Vorträge, dass sich während der letzten Jahre der Schwerpunkt von der Erforschung der Einzelmoleküldetektion auf die Untersuchung von Materialien und die Manipulation von Molekülen verschoben hat. Die Einzelmolekülspektroskopie ist damit in vielen Bereichen zu einer Standardmethode avanciert, um physikalische Prozesse auf der Nanometerskala zu charakterisieren.

Die besondere Stärke der Einzelmoleküldetektion liegt in der Beobachtung eines einzelnen Emitters bzw. Quantensystems, das Wechselwirkungen, physikalische Eigenschaften und dynamische Prozesse in seiner lokalen Umgebung widerspiegelt. Damit sind Verfahren der Fluoreszenzmikroskopie an einzelnen Molekülen, u. a. um biochemische und biophysikalische Prozesse auch in lebenden Zellen zu untersuchen, prädestiniert. Die Erforschung äußerst komplexer biologischer Prozesse hat, wie in dem Seminar berichtet, vor allem auch die Entwicklung von neuen Verfahren ultrahochauflösender optischer Mikroskopie vorangebracht. Mit der Beobachtung der detaillierten Struktur und dem Verfolgen biologischer Vorgänge in Echtzeit kombiniert mit neuen Nanomaterialien entwickelt sich damit ein Trend zur gezielten Beeinflussung biologischer und biochemischer Prozesse mit Drug-Delivery-Konzepten.

Neben dem Einsatz in den Lebenswissenschaften stellt die Anwendung der Einzelmolekülspektroskopie in der Photonik mit Materialsystemen, die von einzelnen Halbleiterquantenpunkten und Defekt-

 © 2011 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

zentren bis hin zu komplexen Farbstoffaggregaten und metallischen Nanostrukturen reichen, ein enorm wachsendes Forschungsgebiet dar. Dementsprechend stark war dieser Bereich in vielen Vorträgen vertreten. Verstärkt spielen hier Kopplungen verschiedener photonischer Bausteine und Metallnanostrukturen eine neue Rolle, die wie im Falle der Defektzentren im Diamant u. a. neue Anwendungen im Bereich der Quanteninformationsverarbeitung zulassen.

Das Seminar zeichnete sich durch eine sehr gemeinschaftliche Atmosphäre mit stimulierenden Diskussionen und hochwertigen Vorträgen aus. Dazu haben neben den eingeladenen Sprechern auch 10 Kurzvorträge und fast 30 Poster von engagierten Nachwuchswissenschaftlern beigetragen. Während einer Stadtführung erfuhren die Referenten und Teilnehmer, dass die Stadt Chemnitz interessanter und schöner ist, als ihr Ruf als sächsisches Manchester vermuten lässt. Das industrielle Erbe faszinierte aber beim Besuch des Industriemuseums, welches ein außergewöhnliches Ambiente für das Konferenzdinner bot. Unser herzlicher Dank auch im Namen der 14 Referenten und 77 Teilnehmer gilt deshalb der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige finanzielle Unterstützung, die entscheidend dazu beigetragen hat, ein solch attraktives Seminar durchführen zu können.

Frank Cichos, Harald Graaf und Michael Schreiber

Quantum Effects in Biological Systems

489. Wilhelm und Else Heraeus-Seminar

Zwar hat die Evolution biologische Systeme über die Jahrmillionen optimiert, aber erst in den letzten zehn Jahren ist es möglich geworden, Quantenphänomene in diesen Systemen experimentell zu untersuchen und die dabei zugrunde liegenden Designprinzipien zu erforschen. Die Entwicklung von immer feineren spektroskopischen Methoden hat es der Wissenschaft erlaubt, Quanteneigenschaften in zunehmend komplexen Systemen zu entdecken, zu untersuchen und zu kontrollieren. Ein Beispiel ist der experimentelle Nachweis, dass der Anregungsenergietransport in photosynthetischen Komplexen Quantenkohärenz aufweist, sowie die nachfolgende theoretische Einsicht, dass Quantenkohärenz und thermisches Rauschen zusammenwirken müssen, um die optimale Funktion eines photosynthetischen Komplexes sicherzustellen. Quanteneffekte werden inzwischen in einer zunehmenden Zahl von biologischen Systemen untersucht. Beispiele dazu sind Energie und Ladungstransport in biologischen Systemen, der magnetische Kompass von Vögeln sowie Mechanismen, die dem Geruchssinn zugrundeliegen. Dies zeigt, dass die Untersuchung und das Verständnis der Struktur und Dynamik biologischer Systeme auf Längenskalen von ca. 10 Angström und Zeitskalen im Bereich von Pikosekunden neue Quantenphänomene aufdecken, deren Verständnis essenziell ist für die Funktion und Effizienz von biologischen Systemen in ihrer typischen warmen, feuchten und ungeordneten Umgebung.

Dieser Themenkomplex wurde in dem Seminar, das vom 1. bis 4. August an der Universität Ulm stattfand, in seiner ganzen Breite von den 85 Teilnehmern aus allen Kontinenten diskutiert. Drei längere Tutorien erläuterten die Grundlagen dieses sich neu entwickelnden Feldes. Elf eingeladene Sprecher sowie weitere 17 ausgewählte Vorträge und 32 Poster behandelten eine ganze Reihe von Forschungsthemen. Diese erstreckten sich von der Photosynthese, dem magnetischen Kompass von Vögeln, den molekularen Grundlagen des Geruchssinns und Ionenkanälen bis zu theoretischen Methoden zur Beschreibung der Quantendynamik von Systemen in starker Wechselwirkung mit ihrer Umgebung, wobei auch Themen mit biologischem, chemischem sowie experimentell und theoretisch physikalischem Hintergrund zur Sprache kamen.

Die Diskussionen wurden durch eingeladene „Sessionchairs“ unterstützt, für die wir führende Vertreter dieses Feldes gewinnen konnten. Die langen Kaffee- und Mittagspausen ermöglichten den Teilnehmern ausführliche Diskussionen zu den vorgetragenen Ideen sowie den während des gesamten Seminars aufgestellten Postern. Diese Möglichkeiten haben die Teilnehmer, Gastredner und Nachwuchswissenschaftler ausgiebig genutzt. Damit hat das 489. WE-Heraeus-Seminar einen wichtigen Beitrag geleistet, dieses sehr interdisziplinäre Gebiet weiter zusammenzuführen und zu entwickeln. Die Organisatoren und Teilnehmer danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung.

Martin B. Plenio, Susana F. Huelga und Gregory Engel

© 2011 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim