

### Cardiovascular Physics – Model Based Data Analysis of Heart Rhythm

#### 346. WE-Heraeus-Seminar

Pathologische Änderungen des kardiovaskulären Systems gehören zu den dynamischen Krankheiten, d. h. die zugehörigen physiologischen Prozesse zeichnen sich im Krankheitsverlauf durch abrupte (qualitative) Änderungen und reichhaltige Dynamik aus; ein zentrales Anliegen der Nichtlinearen Dynamik zielt folglich genau auf derartige medizinische Phänomene. Dennoch sind erste erfolgreiche Anwendungen der Nichtlinearen Dynamik zur medizinischen Diagnostik erst in den letzten 10 Jahren gelungen. Dabei ist zu beachten, dass bislang entweder lediglich Daten analysiert oder ausschließlich Modelle entwickelt wurden. Die Zeit ist jetzt reif, den qualitativ neuen Schritt zu einer Verbindung von Datenanalyse und Modellierung zu gehen, da erst die Wechselwirkungen verschiedener Biosignale eine umfassende modellgestützte

in einem Focus Issue „Cardiovascular Physics – Model Based Data Analysis of Heart Rhythm“ in der international anerkannten Zeitschrift CHAOS vorgesehen. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die Finanzierung sowie allen Mitarbeitern der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung und des Physikzentrums Bad Honnef für ihre konstruktive Hilfe bei der Durchführung des Seminars.

NIELS WESSEL, ROBERT BAUERNSCHMITT  
UND JÜRGEN KURTHS

### Ions at Surfaces: Patterns and Processes

#### 348. WE-Heraeus-Seminar

Niederenergetische Ionenstrahlen können in vielfältiger Weise zur Beeinflussung der Struktur dünner Schichten und der Morphologie von Oberflächen eingesetzt werden. Anwendungen entwickeln sich rasant – beispielsweise die Ionenstrahlglättung von Ober-

randvolle Tagungsprogramm mit 20 eingeladenen und 12 Kurzvorträgen sowie 20 Postern hatte bemerkenswerte Höhepunkte. Hervorzuheben ist die Postersitzung mit einem ungewöhnlich hohen Niveau und einer hohen Diskussionsintensität bis tief in die Nacht. Drei junge Wissenschaftler wurden von einer dreiköpfigen Jury durch einen mit 100 € dotierten Posterpreis des 348.

WE-Heraeus-Seminars für ihre Beiträge ausgezeichnet: Bashkim Ziberi (Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V., Leipzig), Christian Hofer (Institut für Physik, Montanuniversität Leoben) und Alex Redinger (I. Physikalisches Institut, RWTH Aachen). Die durchaus kontroverse Diskussion zum Anwendungspotenzial von Ionenstrahlmustern und -prozessen brachte sicher für alle Teilnehmer neue Einsichten. Die Tatsache, dass sich die Zahl der Konferenzteilnehmer, welche ein Forschungsprojekt im Bereich „Niederenergetische Ionenstrahlen zur Oberflächen- und Schichtstrukturierung“ planen, in diesem Jahr gegenüber dem Vorjahr mehr als verdoppelt, lässt eine dynamische Entwicklung des Feldes erwarten.

Der besondere Dank der Organisatoren gilt der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung, durch die diese Tagung erst möglich wurde, namentlich Frau Lang und Herrn Dreisigacker sowie Herrn Gomer vom Physikzentrum.

THOMAS MICHELY

## Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung

Deadline für Anträge zur nächsten regulären Sitzung der  
Stiftungsgremien:

**2. September 2005**

(Datum = Posteingang; Zusendung per E-mail vorher erwünscht)

Datenanalyse und damit eine verbesserte klinische Diagnostik ermöglichen. Die „Kardiovaskuläre Physik“ ist ein neues interdisziplinäres Forschungsgebiet, das Kardiologie, Nichtlineare Dynamik, Medizintechnik und Statistik, d. h. Teilgebiete aus Medizin, Physik, Ingenieurwesen und Mathematik, miteinander verbindet. Ihr Ziel ist eine verbesserte klinische Diagnostik aufgrund modellgestützter nichtlinear-dynamischer Datenanalyse von nicht-invasiv gemessenen Biosignalen.

Das Ziel des Seminars, das vom 9. bis 11. Mai 2005 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war, theoretische Physiker, Mathematiker, Ingenieure und Mediziner zusammenzubringen, um die Möglichkeiten der kardiovaskulären Physik interdisziplinär zu diskutieren. Dies wurde auf hohem Niveau erreicht und von allen Beteiligten als hoch-aktuell und unbedingt fortsetzungsnotwendig eingestuft. Knapp 60 Teilnehmer, darunter führende Wissenschaftler aus allen Teildisziplinen wie S. Cerutti, W. L. Ditto, O. Dössel, D. L. Eckberg, C. Grebogi, P. C. Ivanov oder A. Panfilov sowie viele junge Wissenschaftler, haben schnell eine gemeinsame Sprache gefunden und führten lebhaft Diskussionen, welche neue interdisziplinäre wissenschaftliche Projekte initiierten. Neben den interessanten wissenschaftlichen Vorträgen sind viele exzellente Posterpräsentationen hervorzuheben, von denen die besten drei mit einem Preis ausgezeichnet wurden. Wichtige Ergebnisse dieser neu entstehenden Kooperationen sind für eine Veröffentlichung

flächen, die Herstellung von strukturierten Oberflächen mit maßgeschneiderten magnetischen Eigenschaften oder die Ionenstrahl-ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen in Displays. Gleichzeitig konvergieren mikroskopische Experimente und molekulardynamische Simulationen, Untersuchungen zur Oberflächenmorphologie und Modellierung mittels Kontinuumsstheorie sowie kinetischen Monte-Carlo-Simulationen zu einem tieferen Verständnis der ionenstrahlinduzierten Muster- und Strukturbildung an Oberflächen und in dünnen Schichten. Das zentrale Thema des Seminars, das vom 19. – 23. Juni 2005 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war die Wellen- und Punktmusterbildung an Oberflächen durch Ionenstrahlen. Probleme unseres gegenwärtigen Verständnisses wurden in den Vorträgen untersucht: die Grenzen der Kontinuumsbeschreibung, das unterschiedliche Verhalten von amorphen und kristallinen Materialien, der Zusammenhang von atomistischem Schaden der Ionen und Musterbildung oder der Einfluss des Ladungszustandes der Ionen.

63 Teilnehmer aus 11 Ländern waren zum 348. Wilhelm und Else Heraeus-Seminar nach Bad Honnef gekommen. Der Tagungsverlauf entsprach voll dem Ziel des Seminars, Theoretiker und Experimentatoren mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Wurzeln zusammenzubringen, um Verknüpfungen der oft isolierten Teilbereiche zu erkunden sowie ungelöste Fragen und kontroverse Themen zu diskutieren. Das

### Physik populär – Was können Ausstellungen bewirken?

#### 349. WE-Heraeus-Seminar

Aus Anlass des Einstein-Jahres und der hierzu erstellten Ausstellungen brachten das Deutsche Museum (München) und das Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin) Wissenschaftskommunikatoren mit Physikern in einen Austausch. Anhand konkreter Beispiele wurden Möglichkeiten und Grenzen von Ausstellungen sowie andere Arten der Wissenschaftskommunikation diskutiert.

In seinem Referat „Mythen im Museum“ stellte Jürgen Teichmann Beispiele aus dem Deutschen Museum vor, bei denen Mythen neben und gleichzeitig mit technisch-wissenschaftlicher Welterklärung existieren, etwa der Galilei-Raum als „history fiction“ oder der Otto-Hahn-Tisch als einprägsames Objekt zwischen Unverständlichkeit von Wissenschaft und Einfachheits-Mythos. Marc-Denis Weitz beschrieb Randbedingungen sowie Probleme und Perspektiven von Vorhaben, bei denen es um „Wissenschaft und Öffentlichkeit im Dialog“ geht. In den letzten Jahren hat in Deutschland und international die Anzahl und Bedeutung informeller Lernorte und das Engagement der Wissenschaftler für diesen Dialog stark zugenommen. Nach wie vor fühlt sich jedoch ein Großteil der Bevölkerung nicht informiert bzw. ist nicht interessiert an Wissenschaft. Joseph Scheppach vom „P.M.-Magazin“ knüpfte die Vorstellung seines Mediums an zehn Thesen zur Wissenschaftskommunikation, in denen er insbesondere die Rolle von Emotionen hervorhob. Manfred Euler (IPN) plädierte für einen reflektierten Einsatz von Metaphern, Bildern, Modellen und Analogien in der Popularisie-

Dr. Niels Wessel,  
Universität Potsdam,  
Institut für Physik und Deutsches Herzzentrum München, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie; Priv.-Doz. Dr. med. Robert Bauernschmitt, Deutsches Herzzentrum München, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie; Prof. Dr. Jürgen Kurths, Universität Potsdam, Institut für Physik

Prof. Dr. Thomas Michely, RWTH Aachen, I. Physikalisches Institut

rung von Wissenschaft. Christian Sichau hob die Rolle der Wissenschaftsgeschichte als didaktisches Mittel hervor; Rekonstruktionen historischer Experimente könnten insbesondere die Natur der Naturwissenschaft in der Vermittlung transparenter machen. Albrecht Beutelspacher schließlich stellte am Beispiel des Mathematikums (Gießen) Möglichkeiten der Popularisierung von Mathematik durch Hands-on-Experimente vor.

Exkursionen haben die diskutierten Themen an Beispielen veranschaulicht. Dieter Hofmann (MPI) und der Ausstellungsmacher Stefan Iglhaut stellten vor, wie der Name und Mythos „Einstein“ in der Berliner Ausstellung „Ingenieur des Universums“ genutzt wird. Otto Lührs und Christian Neuert führten durch das „Spectrum“ Science Center des Deutschen Technikmuseums und machten auf Probleme und Perspektiven im Zusammenhang mit „musealen“ Präsentationsformen aufmerksam.

In Form von ausführlicher Gruppenarbeit und in Plenumsdiskussionen konnten die Teilnehmer ihre eigenen – aktiven wie passiven – Erfahrungen mit Wissenschaftskommunikation austauschen, über unterschiedliche Kommunikationsformen in Ausstellungen reflektieren (z. B. Texte, Medien, Objekte) und dies anhand der Einstein-Ausstellung und dem „Spectrum“ konkretisieren. Dabei wurde insbesondere die Einstein-Ausstellung heftig diskutiert. Einerseits schien das künstlerische Konzept sehr eindrucksvoll, andererseits gab es viele Kritikpunkte am Anspruch, Einsteins Physik auch allgemein verständlich zu präsentieren. Wissenschaftlich und pädagogisch gut gemachte Ausstellungen – so das allgemeine Fazit – können auf jeden Fall ein besonders wirksames Mittel sein, auch in kleiner Form (etwa im Eingangsbereich von Forschungsinstituten oder bei Wissenschaftstagen) ein allgemeines Publikum für Naturwissenschaft zu interessieren.

Veranstaltungen, bei denen sich Wissenschaftskommunikatoren vernetzen und anhand konkreter Beispiele austauschen, tragen zur Entwicklung dieses Feldes bei: Das Rad muss nicht immer von Neuem erfunden werden. Daher geht ein besonderer Dank an die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung und die Helfer im Magnus-Haus, ohne die diese Veranstaltung nicht hätte stattfinden können.

MARC-DENIS WEITZE

### **Electron-exciton interactions in semiconductor nanostructures** **351. WE-Heraeus-Seminar**

Thema des 351. WE-Heraeus-Seminars waren Wechselwirkungen zwischen Elektronen und Exzitonen sowie kollektive Ladungsanregungen in Halbleiter-Quantenstrukturen, insbesondere unter Betrachtung ihrer Spinabhängigkeit. Dabei lag der Schwerpunkt auf Untersuchungen mittels optischer Spektroskopie. Diese Problemstellungen sind aus zweierlei Gründen von hohem aktuellen Interesse: Einerseits spielen niederdimensionale Halbleiter eine immer wichtigere Rolle in Bauelementen der Elektronik und Optoelektronik und könnten zudem neue Wege hin zu Spintronik oder Quantum Computing eröffnen. Andererseits erlauben maßgeschneiderte Strukturen grundlegende Einbli-

cke in die Physik von Vielteilcheneffekten, indem sich beispielsweise die Eigenschaften der Einteilchenzustände bzw. die Anzahl wechselwirkender Ladungsträger genau einstellen lassen. Beispiele für solche Systeme sind zweidimensionale Quantenschichten oder Quantenpunkte, sog. künstliche Atome.

Einige der behandelten Fragen waren: Quantenpunkte mit ihrem dreidimensionalen Einschluss von Ladungsträgern eröffnen die Möglichkeit, den Spin eines einzelnen Elektrons gezielt zu manipulieren. Dies resultiert aus dem vollständig diskretisierten Energieniveauspektrum in Verbindung mit dem Pauli-Prinzip, das für jedes Niveau nur eine einfache Besetzung mit definierter Spinorientierung zulässt. Experimente zur Spininitialisierung sowie Protokolle zur Spinmanipulation ohne Zerstörung der Kohärenzeigenschaften wurden vorgestellt und ausgiebig diskutiert. Dabei zeigte sich, dass sich die Mechanismen, die zu Spinrelaxation und Spindekohärenz führen, in Quantenpunkten drastisch von denen unterscheiden, die aus höherdimensionalen Systemen bekannt sind: Alle möglichen Streukanäle, die die Spinorientierung ändern können, sind in Quantenpunkten sowohl für Elektronen als auch für Löcher sehr stark unterdrückt.

Optische Untersuchungen der Ladungs- und Spinanregungen in zweidimensionalen Elektronengasen im Bereich des integralen und fraktionalen Quanten-Hall-Effekts unterstrichen die Bedeutung exzitonischer Wechselwirkungen auch für diese Systeme. Das Energiespektrum der Elektronen wird durch die Anwesenheit eines optisch generierten Lochs drastisch modifiziert, was zur Ausbildung neuartiger Vielteilchenkomplexe führt. In Doppelschichtstrukturen mit getrennter Befüllung durch Elektronen und Löcher wurde auf die Möglichkeit der Kondensation bzw. der Kristallisation der Exzitonen hingewiesen.

Auch die Spin- und Energierelaxation sowie die Rekombination von geladenen Exzitonen in Quantenschichten wurde intensiv diskutiert im Vergleich zu neutralen Exzitonen. Dazu wurden Verfahren vorgestellt, mit denen die räumliche Diffusion von spinpolarisierten Elektronen und geladenen Exzitonen in der Schichtebene über eine Längenskala von 1 bis 100  $\mu\text{m}$  hinweg abgebildet werden kann.

Das Seminar hat 50 Teilnehmer aus 10 Ländern in Bad Honnef zusammengeführt. Das Programm bestand aus 25 Vorträgen sowie 13 Posterpräsentationen. Erfreulich waren die äußerst lebhaften Diskussionen, die sich dabei ergaben. In Namen aller Teilnehmer möchten wir der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung sowie dem Physikzentrum unseren großen Dank für die ausgezeichnete Organisation des Treffens aussprechen.

MANFRED BAYER, WOLFGANG OSSAU,  
ROBERT SURIS UND DMITRI YAKOVLEV

### **Lasers, Clocks, and Drag-Free: Tests of Einstein's General Relativity in Space** **359. WE-Heraeus Seminar**

Sowohl die Grundlagen als auch die Vorhersagen der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie stimmen mit allen Beobachtungen überein. Von den Grundlagen konnten sowohl die Gültigkeit des Äquivalenzprinzips als auch die lokale Lorentz-Invarianz mit großer Genauigkeit bestätigt werden, während die Universalität der gravitativen Rotverschiebung aufgrund der Kleinheit des Gravitationspotentials relativ schlecht getestet ist. Es stellt sich die Frage, ob die Erweiterung des experimentellen Erfahrungsbereichs auf den Weltraum mit seinen riesigen Abständen und großen Differenzen des Gravitationspotentials für solche Grundagentests von Vorteil für weitere Verbesserungen sein kann. Diese Frage wurde auf diesem WE-Heraeus-Seminar, welches vom 30. 5. – 1. 6. 2005 am Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) in Bremen stattfand, sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus technologischer Sicht diskutiert. Dazu haben viele international renommierte Kollegen, u. a. von den Raumfahrtagenturen und der Industrie, durch hochinteressante Vorträge beigetragen.

Die Beiträge gliederten sich in drei Themenbereiche. Der erste umfasste die theoretische Beschreibung der Propagation von Signalen, z.B. Licht, in Gravitationsfeldern. Dies bildet die Grundlage von vielen Effekten wie Lichtablenkung, Zeitverzögerung, Rotverschiebung etc. und ist auch wesentlich bei der Bestimmung der Position und Geschwindigkeit von Satelliten. Im zweiten Themenbereich ging es um neue Technologien für neue Weltraummissionen. Das umfasste Laser, Frequenzkämme, Atomuhren, Atom- und Laserinterferometrie, inertielle Sensoren, interplanetares Laser-Ranging, Drag-free-Technologien und Sonnensegel. Im dritten Themenbereich wurde dann an einigen projektierten Missionen vorgestellt, wie mittels dieser neuen Technologien die Gravitation mit erheblich besserer Genauigkeit ausgemessen und präzisere Grundagentests durchgeführt werden können. Dabei wurden u.a. das weltraumgestützte Gravitationswellen-Interferometer LISA und eine mögliche neue Pioneer-Mission vorgestellt.

Die ausgewählten Themen und die Qualität der Sprecher führten zu ausgesprochen lebhaften Diskussionen über die Perspektiven und Möglichkeiten zukünftiger Tests. Wir danken ganz herzlich der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die kurzfristig gewährte großzügige Unterstützung, die die Teilnahme vieler Kollegen erst möglich gemacht hat. Die Seminarbeiträge werden in Kürze bei Springer in der *Astrophysics and Space Science Library* erscheinen.

HANSJÖRG DITTUS, CLAUD LÄMMERZAHL,  
WEI-TOU NI UND SLAVA TURYSHEV

Dr. Marc-Denis Weitze, Deutsches Museum München

Prof. Dr. Manfred Bayer und Dr. Dmitri Yakovlev, Universität Dortmund, Experimentelle Physik; Prof. Dr. Wolfgang Ossau, Universität Würzburg, Experimentelle Physik III; Prof. Dr. Robert Suris, Ioffe Physico-Technical Institute, St. Petersburg, Russland

Dr. Hansjörg Dittus, Priv.-Doz. Dr. Claus Lämmerzahl, ZARM, Univ. Bremen; Prof. Dr. Wei-Tou Ni, Purple Mountain Observatory, Nanjing, China; Dr. Slava Turyshev, JPL – NASA, Pasadena, USA