

Prof. Dr. Martin Visbeck, IFM-GEOMAR, Kiel, Prof. Dr. Wolfgang Roether, U Bremen

Prof. Dr. Harald Giessen, U Stuttgart

Dr. Thomas Aichele und Prof. Dr. Oliver Benson, Institut für Physik-Nanoptik, HU Berlin

Prof. Dr. Roger Erb, Fachbereich Physik, Institut für Didaktik, U Frankfurt

## Physics of the Ocean

### DPG-Physikschule

Bei der Planung dieser Physikschule, die vom 11. bis 16. September 2011 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, waren wir noch unsicher, wie groß das Interesse sein würde. Aber dann hatten wir 52 Teilnehmer, im Wesentlichen Doktoranden, zur Hälfte weiblich, und zur guten Hälfte ausländischer Herkunft aus allen Kontinenten. Von den letzteren hatten viele allerdings eine kurze Anreise, da sie sich zu Doktorarbeit oder Praktikum in Deutschland aufhielten. Die meisten kamen aus marinen Instituten, waren also mit meereswissenschaftlichen Fragestellungen vertraut. Wir hatten bei der Anmeldung das Vorwissen abgefragt, woraus hervorging, dass dieses meist recht spezialisiert war. Entsprechend war es unser Ziel, den Teilnehmern die volle Breite der modernen physikalischen Ozeanographie nahezubringen. Die Schule war in 16 Vorlesungen gegliedert, gehalten durchgehend von deutschen Kolleginnen und Kollegen. Am ersten Abend haben wir zunächst unsere Vorstellungen zur Schule vorgetragen, danach folgte ein sehr locker verlaufendes „speed dating“ zum Kennenlernen. Neben den Vorlesungen hatten die Teilnehmer Gelegenheit, ihre eigenen Arbeiten durch Poster vorzustellen. Darüber hinaus wurden Übungsaufgaben gestellt, aber nicht in der üblichen Form zur Vertiefung der einzelnen Vorlesungen, sondern von sehr viel allgemeinerem Inhalt (Beispiel: „Was würde sich ändern, wenn die Dichte des Meerwassers mit dem Salzgehalt nicht zunehmen, sondern abnehmen würde“). Diese Fragen sollten in Gruppen bearbeitet und die Ergebnisse dann am letzten Abend im Plenum in Form von Sketchen o.ä. („kein Powerpoint“) vorgetragen werden. Zur Wochenmitte gab es noch eine gemeinsame Wanderung am Nachmittag.

Die Themen der Vorlesungen reichten von der beobachteten Struktur und Zirkulation des Ozeans und der zugrundeliegenden Physik, und zwar sowohl global als auch regional gegliedert (z. B. Polare Ozeanographie), über theoretische Ansätze (z. B. Theorie der zirkumantarktischen Zirkulation), moderne Beobachtungssysteme (z. B. das Global Ocean Observing System), kleinskalige Physik und ozeanische Mischung sowie Meereis, bis zur ozeanischen Biogeochemie (z. B.  $\text{CO}_2$  im Ozean). Ein übergeordnetes Thema war am Mittwochabend die Rolle des Ozeans für das Klima. Alle Vortragenden waren Spezialisten für das jeweilige Thema, sodass immer der neueste Stand der Forschung im Blick war.

Die ganze Woche verlief in einer guten und angenehmen Arbeitsatmosphäre, getragen nicht zuletzt durch die hervorragenden Arbeitsmöglichkeiten, die feine Versorgung und die positive Atmosphäre

### Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung

Deadline für Anträge zur nächsten Sitzung der Stiftungsgremien:

31. März 2012

Datum = Posteingang; Kontaktaufnahme vorab empfohlen

des Zentrums, wofür Herrn Gomer und dem gesamten Zentrum herzlich zu danken ist. Kleine Wermutstropfen waren das dem Umbau des Zentrums geschuldete Fehlen der Bürgerstube und die Tatsache, dass viele Teilnehmer außerhalb des Zentrums untergebracht werden mussten. Auch wir Veranstalter konnten mit dem Ergebnis sehr zufrieden sein. Auf den an alle Teilnehmer ausgegebenen Fragebögen des Zentrums wurde die Schule überwiegend als „sehr gut“ bewertet, und bei der Schlussbesprechung war die erste Frage eines Teilnehmers, ob wir denn die Sommerschule im kommenden Jahr wiederholen würden.

Martin Visbeck und Wolfgang Roether

## Nanoantennas and Hybrid Quantum Systems

### Advanced DPG Physics School

Vom 25. – 30. September 2011 fand im Physikzentrum in Bad Honnef diese Physikschule mit 100 Teilnehmern aus 12 Ländern und 23 Dozenten statt. Die Organisatoren Harald Giessen (Universität Stuttgart) und Stefan Maier (Imperial College London) hatten ein vielseitiges Programm aus dem Gebiet der Nanooptik, Plasmonik, Nanoantennen und hybriden Quantensysteme zusammengestellt, das sich derzeit stürmisch entwickelt.

Lukas Novotny (Universität Rochester, zukünftig ETH Zürich) eröffnete das Feld mit einem Rückblick auf die Gemeinsamkeiten zwischen Nahfeldoptik und Nanoantennen. Provokativ stellte er die Frage „Was ist Impedanzanpassung?“ in den Raum. Nader Engheta (U Penn) und Andrea Alu (UT Austin) beantworteten diese Frage dann aus der Sicht der Elektrotechnik. Olivier Martin (EPF Lausanne), Bert Hecht (Würzburg) und Femius Koenderink (AMOLF Amsterdam) erklärten die Grundlagen der Wechselwirkung von Licht mit kleinen metallischen Objekten und benachbarten Quantensystemen vom Standpunkt der Optik. Die interessanten Aspekte der Kopplung von Quantensystemen an optische Nanoantennen beleuchteten Vahid Sandoghdar (MPI Erlangen), Jörg Wrachtrup (Stuttgart), Oliver Benson (HU Berlin) und Niek van Hulst (ICFO Barcelona), die verschiedene Systeme von

Molekülen über Quantenpunkte bis zu NV-Zentren in Nanodiamanten an plasmonische Nanoantennen anknüpfen. Javier Aizpurua (San Sebastian) stellte infrage, ob man auf der Längenskala von einem Nanometer und darunter von „Quantum Plasmonics“ sprechen könnte, da dann bereits die elektronischen Wellenfunktionen tunneln. Richard Berndt (Kiel) analysierte diesen Aspekt aus der Warte des Oberflächenphysikers, der sich schon seit vielen Jahren mit Lichtemission an Rastertunnel-Kontakten beschäftigt. Die ersten Schritte in Richtung nichtlinearer Plasmonik unternahm Markus Lippitz (MPI Stuttgart), Alexandre Bouhelier (U Bourgogne) und Rudi Bratschitsch (Chemnitz). Anwendungsaspekte rundeten das Programm ab, zusammen mit einem Abendvortrag von Jürgen Kroseberg (Bonn) über die neuesten Ergebnisse des LHC bei der Suche nach dem Higgs-Boson.

Die Firmen Neaspec (Martinsried), Raith (Dortmund) sowie Nanoscribe (Karlsruhe) stellen die neueste Technologie zur Herstellung und Spektroskopie von nanoskopischen Strukturen vor und sponserten einen Ausflug, der mit einer Fahrt auf dem Rhein begann und einer Wanderung über den Drachenfels zurück nach Bad Honnef endete.

Den Posterpreis (gesponsert von Elsevier) erhielt Johannes Kern von der Universität Würzburg für sein Poster über Plasmonische Nanoantennen-Dimere mit nur einem Nanometer Abstand.

Wir danken der DPG und der WE-Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung!

Harald Giessen

## Quantum and Nanoplasmonics

### 491. WE-Heraeus-Seminar

Die Plasmonik ist ein sich sehr rasch entwickelndes Forschungsgebiet in der modernen Optik. Die Möglichkeit, mithilfe metallischer Strukturen Licht auf den Sub-Wellenlängenbereich einzuschränken und zu führen sowie die enorme Feldüberhöhung sind starke Motivationen für grundlegende Untersuchungen und für die Entwicklung neuer Anwendungen in der Photonik. Die korrekte Beschreibung plasmonischer Effekte auf der Nanometerskala, vor allem auch im nicht-klassischen Bereich, stellt nach wie vor große Herausforderungen an die theoretische und numerische Optik. Ebenso sind die präzise Herstellung und quantitative Untersuchung plasmonischer Strukturen Gegenstand intensiver Forschung in der experimentellen Physik und der physikalischen Chemie.

Das Ziel des Seminars, das vom 16. - 19. Oktober 2011 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war es, die neuesten

Trends und Ergebnisse im Bereich der Nano- und Quantenplasmonik zu diskutieren. Zu dem Seminar waren 20 führende Experten/innen als Sprecher/innen eingeladen. Insgesamt nahmen 73 junge Forscher und Forscherinnen, vorwiegend Doktoranden/innen und Postdocs, aus 12 Ländern teil. In 24 Vorträgen und 30 Posterbeiträgen wurden die neuesten Ergebnisse vorgestellt.

Ein Schwerpunkt der Vorträge war die Licht-Materie-Wechselwirkung und deren Modifikation durch plasmonische Strukturen im Bereich einzelner Emitter. Experimente mit einzelnen Molekülen und Defektzentren wurden vorgestellt und ihre quantitative theoretische Beschreibung unter Berücksichtigung quantenelektrodynamischer Effekte erläutert. Neben der Untersuchung grundlegender quantenoptischer Effekte wurden Anwendungen in der Sensorik oder der (quanten)optischen Informationsverarbeitung aufgezeigt.

Als besonderes Problem der plasmonischen Strukturen, nicht nur für potentielle Anwendungen, sondern auch für die korrekte theoretische Beschreibung, wurde die starke Dissipation in der Nähe der Metalloberflächen identifiziert. Bei den experimentellen Herstellungsverfahren konnten beeindruckende Fortschritte zum einen im Top-down-Ansatz durch Elektronenstrahlolithographie und zum anderen im Bottom-up-Ansatz durch chemische Synthese erzielt werden, die mittlerweile eine Präzision bis hinab auf die molekulare und atomare Skala erlauben.

Ein weiteres Themenfeld bildeten passive Strukturen wie plasmonische Wellenleiter und plasmonische Resonatoren. Hier wurden Ansätze zur Kompensation von Verlusten und die prinzipiellen Grenzen der Überhöhung des elektromagnetischen Feldes diskutiert. Ein ganz neues Gebiet eröffnet sich dabei auch durch die Erzeugung von THz-Strahlung und die Elektronenemission durch plasmonische Nanostrukturen.

Mehrere Beiträge stellten gekoppelte einzelne plasmonische Strukturen vor, an denen der Übergang zu den neuartigen Eigenschaften plasmonischer Metamaterialien ausgezeichnet untersucht werden kann. Ein weiteres Highlight war der Vortrag zum Spaser, einer gänzlich neuartigen Quelle kohärenter Strahlung.

In einer abschließenden Wrap-up-Diskussion wurden von den Teilnehmern/innen Stichpunkte und Fragestellungen zusammengetragen, die als eine Art Roadmap für die weiteren Forschungen in diesem spannenden Arbeitsgebiet aufgefasst werden können. Das durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung geförderte Seminar an sich, die stimulierenden Rahmenbedingungen im Physikzentrum und die ausgezeichnete Organisation (Dank an Jutta Lang) wurden von allen Teilnehmern/innen einmütig gelobt.

Thomas Aichele und Oliver Benson

## Biologie und Biophysik – Kontexte im Physikunterricht

### Wilhelm und Else Heraeus-Arbeits- treffen für Lehramtsstudierende und Studienreferendare

Vom 21. bis 24. November 2011 trafen sich im Physikzentrum Bad Honnef 46 junge Lehrer und Lehrerinnen sowie Studierende zu diesem jährlich mit wechselnden Themen stattfindendem, dieses Mal explizit fächerübergreifend angelegten Arbeitstreffen. Die wissenschaftliche Leitung hatten Roger Erb, Uni Frankfurt/Main, und Lutz Schön, HU Berlin. Angeboten waren zehn Vorträge und ein Workshop, wobei fachdidaktische wie fachwissenschaftliche Anteile gleichrangig vertreten waren.

Das Treffen begann mit einem Vortrag über die visuelle Wahrnehmung im Physikunterricht, gefolgt von einem Überblick über die Verbindungen zwischen Physik und Sport. Der Dienstag eröffnete mit einem Experimentalpraktikum, in dem erstmalig auch Geräte einer Grundausstattung des Physikzentrums Bad Honnef zum Einsatz kamen, welche die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung finanziert hat. Die „Bioanalytische Spektroskopie“ war Thema des ersten fachwissenschaftlichen Vortrags, auf den Beiträge über die Möglichkeit, medizinische Themen als Kontext einzusetzen, sowie die in Bayern eingeführte Lehrerplanalternative „Grundlagen der Biophysik“ folgten. Der Mittwoch war fachwissenschaftlich ausgerichtet mit den Themen „Photobiophysik“ und „Molekulare Einblicke in die Virusinfektion“. Der schon traditionelle Abendvortrag mit einem hautnahen Bericht über die „Infrarotrezeptoren feuerliebender Insekten“ begeisterte die Zuhörer. Am Donnerstag gab es Einblicke in die „Physik am eigenen Körper“ sowie in die Bedeutung der eigenen Wahrnehmung für den Einstieg in die Physik. Insgesamt wurde das Programm wieder als sehr ertragreich bewertet. Insbesondere schätzen die Teilnehmer die im Schulalltag oft zu wenig gegebene Möglichkeit des unmittelbaren Austausches mit Kolleginnen und Kollegen, die sich in der gleichen Situation befinden und inhaltlich am selben Thema interessiert sind.

Als Gesprächsanlässe boten sich vielfach auch die Freihandexperimente an, welche die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mitgebracht hatten und die sie mit viel Engagement und Freude vorstellten. Die im Rahmen der Vorträge verwendeten Präsentationen stehen den Teilnehmern über einen passwortgeschützten Zugang im Internetauftritt der Goethe-Universität Frankfurt zur Verfügung ([www.physikdidaktik.uni-frankfurt.de](http://www.physikdidaktik.uni-frankfurt.de) →Material). Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die wiederum großzügige Förderung dieses Arbeitstreffens.

Roger Erb