

von Fingerabdrücken. Die Referenten zeichneten in ihren Vorträgen ein sehr persönliches Bild ihrer eigenen Karriere. Dabei kristallisierte sich die Erfahrung heraus, dass die geradlinige Planung der eigenen Karriere nur selten möglich ist, wohl aber Flexibilität und realistische Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Grenzen Zufriedenheit im Arbeitsleben versprechen. Um den jüngeren Kollegen den Einstieg in das Berufsleben als Physiker zu erleichtern, gab es Hinweise, wie man bereits im Studium oder während der Promotion zusätzliche wertvolle Erfahrungen sammeln kann. In entspannter Atmosphäre gab es viele Gelegenheiten zur angeregten persönlichen Diskussion der Teilnehmer mit den Referenten, die sehr intensiv genutzt wurden.

Im Physikzentrum war der reibungslose Ablauf der Veranstaltung wieder dank des motivierten Teams des Physikzentrums gesichert. Wir danken auch allen ehrenamtlichen Referentinnen und Referenten herzlich dafür, dass sie den Teilnehmern einen interessanten Einblick in die vielfältigen Berufsfelder des Physikers und ihr Berufsleben geboten haben und in vielen Gesprächen „brennende“ Fragen beantworten konnten.

Egbert Oesterschulze

Mechanisms of Tribology

611. WE-Heraeus-Seminar

Tribologie, die Wissenschaft von Reibung, Schmierung und Verschleiß, fasziniert durch ihre große Breite zwischen anwendungsorientierten Ingenieur- und Materialwissenschaften und den Grundlagenwissenschaften Physik, Chemie und zunehmend auch Biologie. Der Bogen spannt sich von industriellen Standardtests verlässlicher Materialien bis zu den Grenzen der Gleichgewichtsthermodynamik in molekularen Systemen. Angesichts der Komplexität der Phänomene in gleitenden Kontakten ist es die Aufgabe der Physik in der Tribologie, zur Aufklärung der Mechanismen von Dissipation und Stabilität beizutragen. Daher widmete sich das 611. WE-Heraeus-Seminar mit 17 eingeladenen Vorträgen und 52 Posterbeiträgen den Mechanismen der Tribologie.

Als ein roter Faden zog sich die Frage durch das Seminar, wie in einem Reibkontakt chemische Reaktionen durch die mechanischen Spannungen ausgelöst oder verändert werden. Antworten liefern Studien aus den verschiedensten Fachgebieten: Dichtefunktionaltheorie zeigt den Zusammenhang zwischen elektronischen und tribochemischen Eigenschaften bei der Zersetzung typischer Schmierstoffadditive auf Eisen auf (M. C. Righi, Modena), während molekulardynamische Simulationen von kohlenstoffbasierten Reibkontakten die Bildung von exotischen

Materialphasen voraussagen, die in einer klassischen thermisch getriebenen Reaktion gar nicht entstehen würden (M. Moseler, Freiburg). Die Analyse tribologisch ausgelöster Reaktionen auf Metalloberflächen wird durch Massenspektrometrie möglich (W. T. Tysoe, Milwaukee). Auf industrieller Skala ist es notwendig, die Mechanismen der Tribokorrosion für den verlässlichen Betrieb von Ölplattform in Salzwasser nachzuvollziehen (N. Espallargas, Trondheim).

Höhepunkte des Seminars waren die beiden Postersitzungen, bei denen Ergebnisse von außerordentlich hoher Qualität lebhaft diskutiert wurden. Posterpreise erhielten Sara Freund (Uni Basel), welche die molekularen Ursprünge der Reibung durch das Verschieben von C_{60} -Inseln auf kristallinen Oberflächen erforscht, Johanna Blass (INM Saarbrücken), die einen molekularen Werkzeugkasten aus Gast-Wirt-Komplexen zur Kontrolle von Reibung und Adhäsion vorstellte, sowie Marcin Kisiel (Uni Basel), der die Beiträge kritischer Fluktuationen in $SrTiO_3$ zur Dissipation mechanisch nachweisen konnte.

Wir bedanken uns bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die finanzielle und hervorragende organisatorische Unterstützung dieses spannenden Seminars.

Roland Bennewitz, Martin Dienwiebel
und André Schirmeisen

Electrons and phonons: Interfaces and interactions

612. WE-Heraeus-Seminar

Ziel dieses Seminars, das vom 3. bis 6. April 2016 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war eine umfassende Darstellung der Wechselwirkungen von Elektronen und Phononen an Grenzflächen und in Nanostrukturen. Technologisch ist ein tiefes physikalisches Verständnis dieser Wechselwirkungen für das Wärmemanagement in der Mikroelektronik sowie der Thermoelektrik von besonderer Bedeutung.

Mehr als 15 hochrangige internationale Redner waren nach Bad Honnef gekommen. Pamela Norris (University of Virginia, USA) stellte das Konzept von Phononen-Brücken vor. Hierbei dient eine zusätzliche Schicht mit angepassten spektralen Phononeneigenschaften, die den Wärmetransport über die Grenzfläche erleichtert, dazu, den thermischen Übergangswiderstand zweier Schichten zu optimieren. Während Mehrschichtsysteme zur Optimierung des elektrischen Kontaktwiderstands üblich sind, kommen Zwischenschichten für den Wärmetransport bisher noch nicht zum Einsatz. Sie könnten aber, geschickt eingesetzt, das Wärmemanagement von integrierten Bauelementen deutlich verbessern. Jeff

Snyder (Northwestern University, Illinois, USA) diskutierte Streumechanismen von Phononen. Basierend auf bekannten thermoelektrischen Materialien analysierte er verschiedene Modelle der Wärmeleitfähigkeit, die insbesondere Streuung von Phononen an Punktdefekten, Umklapp- und Normalprozesse sowie verschiedene frequenzabhängige Streumechanismen beinhalten. Er hob die Streuung von Phononen an den Verzerrungsfeldern von Versetzungen als wichtigen, aber in den Modellen bislang kaum aufgegriffenen Mechanismus hervor. Snyder schlug vor, Korngrenzen konzeptionell als Kollektion von Versetzungen und den entsprechenden Verzerrungsfeldern zu modellieren.

Während des Seminars luden zwei Abendvorträge zum wissenschaftlichen Austausch ein. Ali Shakouri (Purdue University, USA) gab einen historischen Abriss über die Entwicklung der Thermoelektrik. Ein Highlight war die Bedeutung von anomalen Diffusionsprozessen (Levy Flight) für bekannte thermoelektrische Legierungen. David Cahill (University of Illinois at Urbana-Champaign, USA) widmete seinen Vortrag ultraschneller Spin-Caloritronic. Die Kopplung von Spinströmen und Wärmeströmen führt zu interessanten Phänomenen insbesondere bei der Manipulation von lokaler Magnetisierung. Einen Schwerpunkt setzte Cahill bei Messtechniken, die sein Team für diese Disziplin derzeit entwickelt.

Während des Seminars wurden 20 Posterbeiträge mit hoher wissenschaftlicher Qualität gezeigt, wobei Paulina Komar, Antoine Dewandre und Robin Stern für ihre Beiträge Posterpreise erhielten. Wir danken der WE-Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung.

Gabi Schierning, Kornelius Nielsch,
Raphael Herrmann und Christian Joß

Heat Transfer and Heat Conduction on the Nanoscale

613. WE-Heraeus-Seminar

Mit der aktuellen Entwicklung in Technik und Forschung werden heutzutage Strukturen untersucht und genutzt, die bei weitem kleiner sind als die charakteristischen Längenskalen, auf denen die Lehrbuchgesetze für die Wärmestrahlung und phononische Wärmeleitung – wie das Plancksche Strahlungsgesetz und das Fouriersche Gesetz – gültig sind. Das macht es notwendig, völlig neuartige Untersuchungs- und Beschreibungsverfahren zu entwickeln, um Wärmestrahlungs- und Wärmeleitungsphänomene auch auf nanometrischen Längenskalen zu verstehen. Diesem hochaktuellen Thema war das WE-Heraeus-Seminar vom 11. bis 15. April 2016 in Bad Honnef gewidmet.

Prof. Dr. Egbert
Oesterschulze,
TU Kaiserslautern

Prof. Dr. Roland
Bennewitz, INM
Saarbrücken,
Priv.-Doz. Dr. Martin
Dienwiebel, KIT
Karlsruhe, Prof. Dr.
André Schirmeisen,
U Gießen

Dr. Gabi Schierning,
Prof. Dr. Kornelius
Nielsch, IFW Dresden,
Dr. Raphael
Herrmann, Oakridge
National Lab., USA,
Prof. Christian Joß,
Universität Göttingen

Ziel war es, sowohl eine ausführliche Einführung in die grundlegenden Theorien und Experimente als auch einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zu geben. So stellten einführende Beiträge sowohl die Theorien der fluktuierenden Elektrodynamik und die makroskopische Quantenelektrodynamik vor als auch eine ganze Reihe von experimentellen Methoden, die es erlauben, auf unterschiedlichste Weisen thermisch fluktuierende elektromagnetische Nahfelder zu charakterisieren und die photonische bzw. phononische Wärmeleitung in verschiedensten Nano- und Mikrostrukturen zu untersuchen. Neben analytischen Modellen wurden numerische Simulationstechniken präsentiert, die es mithilfe neuer mathematischer Methoden erlauben, Wärmeströme auch für höchst komplexe Geometrien auf nanometrischen Längenskalen zu beschreiben. Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich in verschiedensten Anwendungen nutzen. So helfen sie bei der Verbesserung von thermoelektrischen Energiewandlern und Mikrokühlern. Weiterhin gibt es Vorschläge für völlig neuartige thermische Bauteile wie Dioden, Transistoren und sogar Speicher, die auf Phasenübergangsmaterialien oder Quantensystemen beruhen.

Insgesamt kamen 75 Teilnehmer aus 18 Nationen und vier Kontinenten nach Bad Honnef, um 33 Vorträge (davon 20 eingeladene) zu hören und ausgiebig zu diskutieren. Außerdem wurden 24 Poster in drei Postersitzungen vorgestellt und rege erörtert. Wie sich diesen Zahlen entnehmen lässt, war das Seminar intensiv; die Resonanz bei den Kolleginnen und Kollegen war sehr positiv. Insbesondere waren sie von den Möglichkeiten und Räumlichkeiten des Physikzentrums sowie von der Organisation und der Unterstützung durch die WE-Heraeus-Stiftung, der an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt sei, sehr beeindruckt.

Achim Kittel, Svend-Age Biehs
und Philippe Ben-Abdallah

Few-body Physics: Advances and Prospects in Theory and Experiment

614. WE-Heraeus-Seminar

Die Wechselwirkung von Teilchen oder makroskopischen Objekten ist ein Schlüsselement der Natur, das Ausgangspunkt für die Existenz von Kernen, Atomen, Molekülen, gasförmigen, flüssigen oder festen Zuständen der Materie und sogar Planetensystemen und Galaxien ist. Bestimmt durch die Dimensionalität, die Umgebung und die Teilchenart kann die direkte und indirekte Wechselwirkung kurzreichweitig (Kern- und van der Waals-Kräfte) oder langreichweitig sein

(das Coloumb-Potential in Atomen und Molekülen, das Newtonsche Potential im Sonnensystem oder die Dipol-Dipol-Wechselwirkung).

Ein System zweier miteinander wechselwirkender Teilchen lässt sich problemlos innerhalb des Rahmens der klassischen Mechanik und der Quantenmechanik beschreiben. Wird jedoch ein drittes Teilchen hinzugefügt, ergibt sich ein äußerst kompliziertes Problem, und es ist nicht ersichtlich, ob auf langen Zeitskalen überhaupt eine eindeutige Lösung existiert. Die Komplexität eines solchen Drei-Teilchen-Problems folgt aus der großen Vielfalt der möglichen Reaktionskanäle, die den Zustand des Systems letztendlich bestimmen.

Das Seminar zu diesem Themengebiet, das vom 18. bis 20. April in Bad Honnef stattfand, war stark interdisziplinär und behandelte die neuesten Ergebnisse der Forschung an unterschiedlichen physikalischen Systemen, die aus wenigen (drei, vier oder fünf) wechselwirkenden Teilchen bestehen. Hierzu gehören der Efimov-Effekt in einem Gemisch aus kalten Atomen mit ungleichem Massenverhältnis und Heliumcluster, Halokerne, Rydberg-Moleküle, Zweifach-Ionisation, ultrakalte Dipolgase sowie Dicke-Subradianz und Anderson-Lokalisierung.^{†)} Das Seminar begeisterte eine weltweite und breite Hörerschaft: Aus 14 Ländern waren Professoren und Gruppenleiter (20 Teilnehmer), Postdoktoranden (19), Doktoranden und Masterstudierende (21) angereist.

Wir möchten uns herzlich bei allen Teilnehmern für die großartigen Beiträge und die interessanten Diskussionen bedanken. Abschließend möchten wir der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung unsere Dankbarkeit für die großzügige Förderung ausdrücken und Elisabeth Nowotka für die reibungsfreie Organisation.

Maxim Efremov und Christian Forssén

Ultrafast Phenomena at Nanostructures: Attosecond Physics meets Plasmonics

Les Houches WE-Heraeus Workshop

Thema dieses Workshops war Wissenschaft an der Schnittstelle von Starkfeldphysik und Nanoplasmonik. Das recht etablierte Gebiet der Plasmonik hat zu verschiedensten Anwendungen wie der Sensorik und der Krebsbekämpfung mit Hilfe von Nanoteilchen geführt. Das genaue Verständnis und die Möglichkeit einer gezielten Vorhersage bzw. Manipulation stark lokalisierter elektromagnetischer Felder im Nahfeld einzelner, maßgeschneiderter Nanostrukturen sind für die weitere Entwicklung des Feldes von größter Bedeutung.

Das Gebiet der Starkfeld- und Attosekundenphysik basiert ebenfalls auf der genauen Steuerung von (starken) optischen Feldern. Während in den 1990er- und 2000er-Jahren Atome und Moleküle in der Gasphase im Mittelpunkt der Untersuchungen standen, werden seit einigen Jahren vielfach auch Phänomene der Starkfeldphysik an und in Nanostrukturen und Festkörpern im Allgemeinen untersucht. Bisher haben nur einige Arbeiten zwischen den beiden großen und hochaktuellen Forschungsgebieten der Nanoplasmonik und der Starkfeldphysik eine Brücke geschlagen. Das enorme Potenzial, das in einer engen Verbindung beider Gebiete steckt, wurde daher bisher noch nicht voll ausgeschöpft.

Ziel dieses Workshops war es deshalb, Wissenschaftler aus den beiden Gebieten zu einem fünftägigen Gedankenaustausch im französischen Physikzentrum „École de Physique“ in Les Houches in den französischen Alpen zusammenzubringen. Vor dem eindrucksvollen Mont-Blanc-Massiv haben sich rund 70 Teilnehmer aus der ganzen Welt versammelt, um vom 9. bis 13. Mai 2016 die vielfältigen Aspekte der „Ultrafast Phenomena at Nanostructures“ zu diskutieren. Aufbauend auf 24 eingeladenen Vorträgen und zwei Postersitzungen wurde lebhaft diskutiert, und das oft bis spät in die Nacht. Es kam sogar zu einem spontanen Abendvortrag zu „Einstein, Lasers, Gravitational Waves and Black Holes.“

Dass der Workshop unter dem gemeinsamen Dach der WE-Heraeus-Stiftung und dem ebenso renommierten Physikzentrum in Les Houches stattfinden konnte, war ein Novum, weswegen wir uns im Namen aller Teilnehmer ganz besonders bei Stiftung und Zentrum bedanken möchten. Gerade aufgrund seiner inhaltlichen Breite hat der Workshop sicher zu neuen Forschungsanstößen um die Starkfeldphysik, die Nanoplasmonik und die optische Steuerung (quasi-)freier Elektronen geführt.

Stephan Götzinger, Peter Hommelhoff und
Benoît Chalopin

Prof. Dr. Achim Kittel, Dr. Svend-Age Biehs, U Oldenburg, Dr. Philippe Ben-Abdallah, CNRS Palaiseau/Frankreich

Priv.-Doz. Dr. Maxim Efremov, Universität Ulm, Prof. Dr. Christian Forssén, Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden

Prof. Dr. Stephan Götzinger und Prof. Dr. Peter Hommelhoff, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Erlangen; Dr. Benoît Chalopin, Université Paul Sabatier, Toulouse

†) Das Programm und die Sprecher sind unter www.uni-ulm.de/nawi/institut-fuer-quantenphysik/forschung/seminare-und-kolloquien.html zu finden.