

Spin Torque in Magnetic Nanostructures

378. WE-Heraeus-Seminar

Wenn die Stromdichten hoch genug sind, kann ein spinpolarisierter Elektronenstrom in säulenartigen magnetischen Schichtstrukturen Ummagnetisierungsprozesse auslösen oder in magnetischen Leiterbahnen Domänenwände bewegen. Verantwortlich für diese bemerkenswerten Vorgänge ist das Drehmoment, das spinpolarisierte Elektronen auf lokale magnetische Momente ausüben. Diese theoretisch vorhergesagten und inzwischen experimentell beobachteten Effekte, die in den letzten Jahren zunehmende Aktivitäten hervorgerufen haben, waren Thema des 378. WE-Heraeus-Seminars, das vom 23. bis 26. Oktober 2006 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand.

Etwas mehr als die Hälfte der 26 Vorträge war experimentellen Fragestellungen gewidmet, wie der Herstellung nanoskaliger Säulenstrukturen sowie der Abbildung und der Dynamik magnetischer Domänen. Zur Erzeugung von Mikrowellen und zur Synchronisation sog. „spin transfer oscillators“ wurden neue Experimente vorgestellt. Inzwischen gelang es auch, die nicht-lokale Spin-Injektion erfolgreich einzusetzen. Verschiedene Aspekte der Dynamik magnetischer Nanostrukturen wurden diskutiert, und es wurde gezeigt, wie sich logische Verknüpfungen mittels strominduzierter Domänenbewegung in lateralen magnetischen Strukturen realisieren lassen. Auch kann z. B. die magnetische Speicherkapazität durch vertikal angeordnete und strominduziert bewegte Domänenwände („racetrack“) deutlich erhöht werden.

Bei den theoretischen Beiträgen stand die Auswertung der Landau-Lifschitz-Gilbert-Gleichung im Vordergrund, ergänzt durch Untersuchungen mikroskopischer Modelle, der Spin-Dynamik in Quanten-Punkten, des Spin-Hall-Effekts in zweidimensionalen Systemen und topologischen Aspekten (Berry-Phase) im Zusammenhang mit molekularen Magneten.

Alle Vorträge wurden von intensiven Diskussionen begleitet, unter lebhafter Beteiligung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.^{*)} Insbesondere bot die Postersitzung Gelegenheit zu intensivem Gedankenaustausch. Zu Posterpreisen gratulieren wir Markus Bolte (Hamburg), Stephane Mangin (Vandoeuvre) und Maria Stamenova (Dublin). Die traditionell angenehme Atmosphäre und Betreuung im Physikzentrum haben alle sehr geschätzt. Ein besonderer Dank gilt der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die finanzielle Unterstützung, ohne die dieses Seminar unter Beteiligung hochrangiger Wissenschaftler aus der ganzen Welt nicht möglich gewesen wäre.

Günter Dumpich, Ulrich Eckern und Peter Schwab

QCD and Few-Hadron Systems

380. WE-Heraeus-Seminar

Die Quantenchromodynamik (QCD) ist die grundlegende Theorie der starken Wechselwirkung, die bei hadronischen und nuklearen Energieskalen so stark ist, dass sie sich nur mit Hilfe von nichtstörungstheoretischen Methoden analysieren lässt. In den letzten Jahren gab es wesentliche Fortschritte in der Formulierung entsprechender effektiver Feldtheorien, der Gitter-Formulierung und der Verbindung dieser Methoden. Ziel dieses WE-Heraeus-Seminars, das vom 13. – 17. November 2006 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war es, insbesondere die Fortschritte für die Beschreibung von

Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung

Deadline für Anträge zur nächsten regulären Sitzung der Stiftungsgremien:

2. April 2007

(Datum = Posteingang; elektronische Zusendung erwünscht)

Systemen weniger Hadronen zu diskutieren und weitere Forschungen dazu zu initiieren. An dem von U.-G. Meißner (Bonn), W. Glöckle (Bochum), H. W. Hammer (Bonn) und E. Eppelbaum (JLAB/USA) organisierten Seminar nahmen 48 Wissenschaftler aus 12 Ländern teil, die ihre Arbeiten in insgesamt 42 Vorträgen darstellten. Trotz des relativ dichten Programms gab es hinreichend Zeit für Diskussionen, die sich oft bis in die späten Abendstunden fortsetzten.

Zentrales Thema war der moderne Zugang zur Kernphysik, basierend auf diesen Methoden. Im Rahmen der Gitter-QCD wurden Ergebnisse zu Eigenschaften von Mesonen, Baryonen und Zwei-Baryon-Systemen vorgestellt, die bei unphysikalisch großen Quarkmassen erzielt wurden. Um diese mit der realen Welt kleiner Quarkmassen in Verbindung zu setzen, bedient man sich der chiralen Störungstheorie, die eine systematische Analyse solcher Quarkmassen-Abhängigkeiten erlaubt. Ein weiterer Zugang basiert auf einer präzisen Analyse der Kernkräfte im hadronischen Bild, was zu einem einheitlichen Bild von Wenig-Nukleonen-Systemen und einer extrem guten Beschreibung einer Fülle von hochpräzisen Streudaten führt. Hierzu gab es eine Reihe komplementärer theoretischer und experimenteller Vorträge sowie sehr intensive Diskussionen zur systematischen Formulierung solcher effektiver Feldtheorien (EFT). Wesentlicher Fortschritt ist auch in der Beschreibung der Kernmaterie und von Systemen vieler Nukleonen erzielt worden, allerdings bedarf es auch hier noch diverser prinzipieller Klärungen.

Erste Schritte zur systematischen Beschreibung der Physik von Hyperkernen wurden ebenfalls dokumentiert.

Man kann Kerne oder hadronische Atome auch als Laboratorien benutzen, um auf andere Art nicht zugängliche fundamentale Parameter der starken Wechselwirkung bei niedrigen Energien zu bestimmen. Mehrere Vorträge beschäftigten sich mit der Extraktion von Pion-Pion-, Kaon-Nukleon- sowie Neutron-Neutron-Streulängen aus diversen Observablen in Wenig-Hadron-Systemen. Die theoretische Beschreibung hat hier in einigen Fällen die erstaunliche Genauigkeit von etwa 1 % erreicht und entspricht daher auch der in vielen Fällen erzielten experimentellen Präzision. Dies ist ein enormer Fortschritt, der erst mit Hilfe der EFT-Methodik möglich wurde.

Abschließend sei gesagt, dass das Seminar ein großer Erfolg war. Kontroverse Themen wurden detailliert diskutiert, und es kristallisierten sich auch neue Forschungsschwerpunkte heraus. Alle Teilnehmer zeigten sich von der lokalen Organisation im Physikzentrum und seitens der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung tief beeindruckt. Im Namen aller Teilnehmer sei hier insbesondere Herrn Dr. V. Schäfer, Frau H. Uebel und Herrn Dr. V. Gomer gedankt.

Ulf-G. Meißner

Das physikalische Experiment in Forschung und Unterricht

WE-Heraeus-Arbeitsreffen für Lehramtsstudierende und Studienreferendare

Fünfundvierzig Studierende und Referendare aus Deutschland, Österreich und der Tschechischen Republik waren der Einladung der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung zu diesem Arbeitsreffen vom 27. 11. bis zum 1. 12. 2006 im Physikzentrum Bad Honnef gefolgt. In fünfzehn Vorträgen und über zwanzig Postern gewannen sie ein umfassendes Bild von den vielfältigen Aspekten des Experiments in Forschung und Unterricht.

Ein besonderes Highlight war der Vortrag von Ulrike Endesfelder und Elisabeth Krause über Experimente zur Schwerelosigkeit: Eine Gruppe Bonner Studierender hatte sich erfolgreich um die Teilnahme an Parabelflügen der ESA beworben. Von der Idee des Experiments über die Antragsphase, den Aufbau des Experiments bis hin zu den Parabelflügen in einem Airbus der ESA haben die beiden Studentinnen einen lebendigen Eindruck dieses Erlebnisses vermittelt.

Größer kann die Spannweite physikalischer Experimente kaum sein: Auf der einen Seite das unmittelbare Erleben der Schwerelosigkeit und auf der anderen Seite das Experiment ATLAS im Großforschungszentrum CERN, an dem bis zu

*) Ein detaillierter Programmüberblick ist unter www.physik.uni-augsburg.de/~eckern/WEH-378/ zu finden.

Prof. Dr. Günter Dumpich, Experimentelle Tieftemperaturphysik, Universität Duisburg-Essen

Prof. Dr. Ulrich Eckern, Priv.-Doz. Dr. Peter Schwab, Theoretische Physik II, Universität Augsburg

Prof. Dr. Ulf-G. Meißner, Universität Bonn und Forschungszentrum Jülich

2000 Wissenschaftler beteiligt sind. Neben physikalisch-technischen Problemen und den logistischen Herausforderungen eines solchen Projektes wurde den Hörern auch ein Einblick in die Physik vermittelt.

Einen großen Raum nahmen die Vorträge über die Rolle des Experiments im Physikunterricht ein, wobei das Spektrum vom Blick in den Sternenhimmel über Experimente mit einfachen Materialien, Lehrmittelgeräte zur Röntgenstrahlung und Schülerexperimente mit computergestützten Messwertaufnehmern und Sensoren bis zu virtuellen Experimenten am Bildschirm reichten. Auch über das Experimentieren in Schülerlabors und Science Centern wurde berichtet. Eindrucksvoll auch die historischen Experimente mit Elektrizität, die viele Hörer im wahrsten Sinne des Wortes elektrisierten. Mit zwei Beiträgen wurde die Rolle des Experimentierens im Forschungsprozess und für das Lernen von Physik auch historisch und erkenntnistheoretisch eingeordnet, gestützt durch überraschende Phänomene zum Schatten. – Mit einer überwältigenden Fülle von Freihandversuchen begeisterte Haimo Tentschert, Rein (Österreich), am Mittwochabend die Hörer.

Die Teilnehmer trugen mit Posterbeiträgen zum Gelingen des Treffens bei und vermittelten ein buntes Bild der Studienprojekte, die sie an den verschiedenen Universitäten und Hochschulen oder in Schulpraktika realisiert hatten. Das spätherbstlich schöne Wetter, das Siebengebirge mit der Löwenburg und das warme Ambiente des Physikzentrums haben auch dieses von L.-H. Schön und L. Mathelitsch organisierte und von der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung wiederum großzügig geförderte Arbeitstreffen zu einem unvergesslichen Erlebnis für alle Teilnehmer gemacht.

Lutz-Helmut Schön und Leopold Mathelitsch

Vakuumgestützte Wissenschaften und Technologien

DVG -Tagung 2006

Die Deutsche Vakuum-Gesellschaft DVG führte ihre 5. Jahrestagung vom 10. – 13. Oktober 2006 gemeinsam mit den Vakuumgesellschaften Polens, Schwedens und der Schweiz an der Gesellschaft für Schwerionenforschung GSI in Darmstadt als „Joint Meeting on Vacuum Based Science and Technology“ durch. Chairman war H. Oechsner von der TU Kaiserslautern, die lokale Organisation hatte W. Jacoby von der GSI übernommen. Mit transnationalen Tagungen wie der in Darmstadt will die DVG die Zusammenarbeit mit ihren europäischen Schwestergesellschaften stärken und ein themenübergreifendes Forum für die von den Vakuumgesellschaften betreuten Wissenschafts- und Technologiebereiche schaffen.

Auf den insgesamt neun Fachsitzungen wurden aktuelle Themen wie selbstorganisierte Nanostrukturen und nanoskalige Heterostrukturen behandelt, in die eingeladene Vorträge über 1D-3D Nanowire Devices (R. Wallenberg, Lund) und Quantum Dots with Coherent Interfaces (W. Heiss, Linz) einführten. Mit den intrinsischen Eigenschaften dünner Schichten und modernen Depositionsmethoden befassten sich die Hauptvorträge von J. Patscheider (Düßeldorf/CH) über Nanocomposite Hard Coatings, R. Paszkiewicz (Wrocław) über Functionally Graded Semiconductor Layers und Ch. Oehr (Stuttgart) über Ultrathin Films by Plasma Polymerization. Fortschritte in der Vakuumtechnologie beleuchtete in der zugehörigen Sitzung F. Völklein (Rüsselsheim) mit seinem Vortrag über Mirostructured Vacuum Gauges. Den in jüngster Zeit wichtig gewordenen MAX-Phasen war eine eigener Vormittag gewidmet. Dabei stellten D. Music und J. Schneider (Aachen), U. Jansson (Uppsala) und W. Gulbinski (Koszalin/PL) den Stand der Forschung und der Anwendungen in den jeweiligen Ländern dar. Zum Thema Nanobiologie berichtete D. J. Müller (Dresden) über „Driving Mechanisms in Cellular Machines“. Ein neues Raster-Elektronenmikroskop mit spinpolarisierten Sekundärelektronen war Gegenstand des Hauptvortrags von R. Frömter und H. P. Oepen (Hamburg) in der Sitzung über Charakterisierungsmethoden.

In die Tagung eingebunden war die Verleihung des neu geschaffenen Rudolf Jaekel-Preises der DVG an H. Lüth (Jülich), der „Vacuum meets Nanoelectronics“ als Thema für seinen Preisträgervortrag wählte.

Die nächste DVG-Tagung findet als „Symposium on Vacuum Based Science and Technology“ vom 5. – 7. September 2007 wieder in internationalem Rahmen am MPI für Plasmaphysik in Greifswald statt. Als weiterer thematischer Schwerpunkt soll dabei die Plasmatechnologie hinzukommen. Chairman dieser Veranstaltung ist R. Hippler von der Greifswalder Universität.

Hans Oechsner

Nanomagnetismus

WE-Heraeus Summerschool

Nanomagnetismus ist ein hochaktuelles Forschungsgebiet in Physik und Chemie, welches inzwischen auch weit in die biologische und medizinische Forschung hineinreicht. Das Interesse ist von faszinierenden technologischen Anwendungen stimuliert, die neben dem Wunsch nach extrem hoher magnetischer Speicherdichte, extrem empfindlicher Magnetosensorik und spintronischen Bauelementen inzwischen auch zu Anwendungen in den Lebenswissenschaften

und der Medizin geführt haben.

Vom 25. bis 29. September 2006 fand im herrlichen Ambiente des Schlosses Rauischholzhausen bei Marburg die internationale WE-Heraeus-Sommerschule über Nanomagnetismus statt. 50 Teilnehmer, Studierende, Doktoranden und junge Wissenschaftler der Physik und Chemie, waren aus sechs europäischen Ländern und aus Japan gekommen. Ziel war es, den Bogen über das weite Feld der Nanomagnetismusforschung von der Präparation über anspruchsvolle Charakterisierungsverfahren und die theoretische Beschreibung bis zu zukünftigen industriellen Anwendungen zu spannen. Es gelang, auf ihren Forschungsgebieten weltweit führende Wissenschaftler als Dozenten zu gewinnen. Von den jeweils angebotenen zwei Vorlesungen war die erste den Grundlagen und die zweite dem aktuellen Stand der Forschung gewidmet.

D. Sellmyer (USA) referierte über moderne Herstellungsverfahren und Präparation geordneter magnetischer Nanostrukturen. R. Wiesendanger beeindruckte mit Ergebnissen spinpolarisierter STM- und MFM-Messungen bis hin zur Einzelspindetechnik. P. Bruno führte in die Grundlagen der Theorie des Nanomagnetismus ein und zeigte Wege zur Behandlung komplexer Nanostrukturen. Die Vermessung magnetischer Halbleiterdots mit nur einem Spin war ein Highlight der Beiträge von H. Mariette (Grenoble). B. Hillebrands begeisterte mit seinen Ausführungen zur Spindynamik in magnetischen Nanostrukturen. R. Dunin-Borkowski (Cambridge) erläuterte die Elektronenholographie u. a. von nanomagnetischen Bakterien. Den abschließenden Höhepunkt bildeten die zukunftsweisenden Ausführungen von R. Cowburn (London) und R. Mattheis zu spintronischen Anwendungen und MRAMs. Darüber hinaus gab St. Russ eine Einführung in die Computersimulation des Nanomagnetismus, die durch selbstständige Übungen der Teilnehmer mit großem Eifer im Anschluss sofort umgesetzt wurden. Die Teilnehmer präsentierten zudem ihre eigenen Arbeiten in zwei Postersitzungen, was zu regem wissenschaftlichen Austausch führte. Das Programm wurde durch einen Ausflug an historische Plätze Marburgs, einen Abendvortrag von H. Jänsch zur Geschichte der Zeitmessung sowie lange Spätsommerabende im englischen Garten des Schlosses abgerundet. Von den Teilnehmern und Dozenten wurde einhellig zum Ausdruck gebracht, dass es sich um eine sehr gelungene Veranstaltung handelte. Wir bedanken uns bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige finanzielle Unterstützung.

Marc von Kreutzbruck und
Wolfram Heimbrodt

Prof. Dr. Lutz-Helmut Schön, Humboldt-Universität zu Berlin; Prof. Dr. Leopold Mathelitsch, Universität Graz

Prof. (em.) Dr. Hans Oechsner, Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik IFOS und Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern

Priv.-Doz. Dr. Marc von Kreutzbruck, Institut für Angewandte Physik, U Giessen

Prof. Dr. Wolfram Heimbrodt, Experimentelle Halbleiterphysik, U Marburg