

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 Arbeitstreffen 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