

Priv.-Doz. Dr. Dennis D. Dietrich, U Frankfurt am Main, Institut für Theoretische Physik

Dr. Raphaël Hermann, Jülich Centre for Neutron Science, Forschungszentrum Jülich, Prof. Dr. Volker Schünemann, U Kaiserslautern, Dr. Hans-Christian Wille, Dr. Ralf Röhlberger, HASYLAB, DESY Hamburg

## Strong interactions beyond the standard model

### 497. WE-Heraeus-Seminar

Dieses Seminar zum Thema der starken Wechselwirkungen in Erweiterungen des Standardmodells konnte dank der großzügigen Unterstützung durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung vom 13. bis 15. Februar 2012 im Physikzentrum Bad Honnef abgehalten werden. Das Programm bestand aus 45minütigen Vorträgen der eingeladenen Sprecher und einer Postersession, die durch dazugehörige Kurzvorträge ergänzt wurde. Außerdem wurden Preise für die beiden besten Poster verliehen.

Einerseits hätte der Titel auch mit dem Plural „Standardmodelle“ enden können, da das Seminar sowohl das Standardmodell der Teilchenphysik als auch das der Kosmologie betraf. Andererseits gibt es streng genommen ohnehin nur ein gemeinsames Standardmodell, da viele Fragestellungen erst beim Kontakt von Teilchenphysik und Kosmologie auftreten, wie die Dunkle Materie oder die Dunkle Energie. Bei „Erweiterungen“ denkt man gemeinhin an Aspekte außerhalb des Standardgerüsts. Erweiterungen finden sich jedoch ebenfalls in den Denk-, Betrachtungs- und Arbeitsweisen innerhalb des Rahmens des Standardmodells.

Die starken Wechselwirkungen bildeten den gemeinsamen Nenner, der die störungstheoretischen Aspekte von Quantenfeldtheorien, sei es im Zusammenhang mit der Quantenchromodynamik oder solcher, wie sie bei der dynamischen elektroschwachen Symmetriebrechung auftreten, mit entsprechenden Phänomenen in Gravitationstheorien verband.

Die interdisziplinäre Mischung der Themen war nach Meinung vieler Teilnehmer sehr anregend und damit empfehlenswert und nach Möglichkeit zu wiederholen. Die Diskussionen während der Sitzungen, der Kaffeepausen und diversen gemeinsamen Mahlzeiten waren erfreulich lebhaft. Einige Teilnehmer meinten, sie hätten außergewöhnlich viel gelernt und nun zahlreiche Anregungen bekommen, über die sie nachdenken müssten.

Am Institut für Theoretische Physik der Goethe-Universität wurde zudem im vorherigen Wintersemester eine Vorlesung angeboten, die Masterstudenten und Doktoranden auf die Themen dieses Seminars vorbereitet hat. Des Weiteren haben mittlerweile mehrere Nachbesprechungen stattgefunden. Nach Aussage der Studierenden konnten sie durch diese Kombination maximalen und nachhaltigen Nutzen aus dem Seminar ziehen.

Im Namen aller Teilnehmer sei an dieser Stelle nochmals der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die finanzielle Grundlage und insbesondere Frau Lang für die organisatorische Unterstützung gedankt.<sup>#)</sup>

Dennis D. Dietrich

## Progress in Nuclear Resonance Scattering: from Methods to Materials

### 498. WE-Heraeus-Seminar

Vom 26. bis 29. Februar 2012 trafen sich zu diesem Seminar 22 eingeladene Redner und 53 weitere Teilnehmer aus 15 Ländern im Physikzentrum Bad Honnef. Mit einer maximalen Altersdifferenz von 50 Jahren ergab sich auch die Möglichkeit für einen regen Erfahrungsaustausch über drei Forschergenerationen hinweg. Aus historischer Perspektive gesehen fand das Treffen 50 Jahre nach der Vergabe des Nobelpreises an Rudolf Mössbauer statt und nur einige Monate nach seinem Todestag.

Über die Zukunft der Kernresonanzspektroskopie im Licht der neuen Photonquellen, die jetzt entstehen, berichtete Gopal Shenoy, ein Pionier der Mössbauer-Spektroskopie und der Anwendung von Synchrotronstrahlung. Die extreme Anwendungsbreite der Methode wurde durch eine Reihe von Vorträgen klar, die sich mit Themen der Nukleareoptik, der Festkörper- und Geophysik, der anorganischen Chemie und der Biologie befassten. Besondere Highlights waren neue Erkenntnisse zur Gitterdynamik in Gläsern und dem Problem des „Boson-Peaks“ (A. Chumakov), die Einsichten in die kohärente nukleare Optik (R. Röhlberger) sowie das tiefgreifende Verständnis der Dynamik eisenhaltiger Proteine (T. Sage und S. Cramer). Als neuartige Methoden wurden Mikroskopie basierend auf einer Kombination von Mössbauer- und Vibrationsspektroskopie (E. Alp) und Konzepte für effizientere Monochromatoren (T. Töllner, und I. Sergeev) vorgebracht. 30 Poster zeigten die komplette Breite der Thematik. Dank der Förderung der WE-Heraeus-Stiftung konnten Posterpreise vergeben werden, der erste Preis an S. Disch für die Anwendung von kernresonanter Kleinwinkelstreuung auf Eisenoxid-Nanopartikel sowie drei weitere Preise für S. Burianova, O. Krahe und C. Petermann.

Wesentliche übergreifende Punkte des wissenschaftlichen Teils waren die große Aussagekraft der Methode durch die Kernselektivität und untergrundfreie Messung, das exzellente Zusammenspiel mit theoretischen Ansätzen der nuklearen Optik oder der Dichtefunktionaltheorie und die sich, neben Eisen, ebenfalls verbreitende Anwendbarkeit der Methode auf andere Elemente wie Nickel, Zinn, Antimon, Tellur, Samarium und Europium. Während des Treffens konnten potenzielle Nutzer der Kernresonanzmethoden mit den Wissenschaftlern der Synchrotronstrahlungsquellen direkt die Möglichkeit gemeinsamer Projekte besprechen. Das Format dieser Begegnung wurde breit begrüßt und ins Auge gefasst, dieses Seminar als Keim für regelmäßige internationale Veranstaltungen anzusehen.

Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Förderung und die exzellente organisatorische Arbeit.

Raphaël Hermann, Volker Schünemann, Hans-Christian Wille und Ralf Röhlberger

## Exploring Quantum Space-Time

### 499. WE-Heraeus-Seminar

Was ist Raum? Was ist Zeit? Diese Fragen begleiten die Physik seit ihrem Entstehen. Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie lehrt uns, dass die Raumzeit ein dynamisches Objekt ist, deren Wechselwirkung mit der Materie die Gravitation erklärt. Da Materie durch Quantentheorie beschrieben wird, folgt daraus auch die Quantennatur der Raumzeit. Die Konstruktion einer Quantentheorie der Raumzeit, und daher der Gravitation, ist eine der großen Herausforderungen für die Grundlagen der Physik in der heutigen Zeit. In einer Quantentheorie der Allgemeinen Relativitätstheorie erwarten wir daher, dass die Raumzeit durch einem dynamischen Prozess aus mehr fundamentalen Bausteinen entsteht. Das bessere Verständnis dieser möglichen Prozesse und Bausteine war das Ziel dieses Seminars, das vom 5. bis 7. März 2012 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand und 53 Teilnehmer/innen zusammenführte.

Zu diesem Zweck wurden verschiedene Forschungsrichtungen der Quantengravitation vorgestellt, um unterschiedliche Szenarien zu diskutieren und vergleichen zu können. So beschreibt z. B. der Ansatz der Kausalen Dynamischen Triangulierung (vorgestellt von Jan Ambjorn, Niels-Bohr-Institut) Raumzeiten als quantenstatistische Ensembles mikroskopischer diskreter Bausteinen. Dies führt u. a. zu einer skalenabhängigen effektiven Dimension der Raumzeit. Solch ein Phänomen tritt auch in dem „Asymptotic Safety“ Szenario (Dario Benedetti, Albert-Einstein-Institut, Daniel Litim, Universität Sussex) und in Horava-Lifshitz-Gravitation (Petr Horava, Berkeley) auf. Andere Ansätze postulieren eine komplexere Mikrostruktur der Raumzeit, so z. B. die Schleifenquantengravitation (Etera Livine, ENS Lyon, Thomas Thiemann, Erlangen) oder Gruppenfeldtheorien (Daniele Oriti, Albert-Einstein-Institut, Vincent Rivasseau, LPT Paris).

Allen Ansätzen gemeinsam ist die Frage, wie aus den fundamentalen Theorien, die in den meisten Fällen auf diskreten mikroskopischen Bausteinen beruhen, auf großen Skalen die klassische Kontinuumbeschreibung der Gravitation hervorgeht. Mögliche Mechanismen wurden vorgeschlagen und diskutiert. Ein Höhepunkt war die Abschlussdiskussion über die Signifikanz der Planck-Skala in den verschiedenen Ansätzen sowie die

#) Tagungsbeiträge und weitere Informationen sind auf <http://th.physik.uni-frankfurt.de/~dietrich/WEH/> zu finden.

mögliche Existenz und Beschreibung von Freiheitsgraden jenseits der Planck-Skala.

Viele Teilnehmer hoben die konstruktive Atmosphäre in den Diskussionen und die idealen Bedingungen im Physikzentrum hervor. Die Organisatoren und Organisationsleiterinnen danken ganz herzlich der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung und dem Personal der Physikzentren, die dieses Treffen ermöglichten und einen reibungs-freien Ablauf sicherstellten.

**Bianca Dittrich, Renate Loll  
und James P. Ryan**

## Nuclear Ground-State Properties of the Lightest Nuclei: Status and Perspectives

### 501. WE-Heraeus-Seminar

In jüngster Zeit wurden große Fortschritte in der präzisen Bestimmung der Eigenschaften leichter Atomkerne mittels Laserspektroskopie und Fallenexperimenten erzielt. Ziel dieses Seminars, das vom 19. bis 21. März im Physikzentrum in Bad Honnef stattfand, war es, die international führenden Experten auf diesem Gebiet mit theoretischen Atomphysikern und experimentellen sowie theoretischen Kernphysikern zusammenzubringen, um die erzielten Ergebnisse zu diskutieren und neue Perspektiven aufzuzeigen. In 25 Vorträgen und 13 Postern wurde über neue experimentelle Resultate, die atomphysikalischen Grundlagen und die Konsequenzen für die Kernstruktur diskutiert.

Intensive Diskussionen entfachten am ersten Tag die inkompatiblen Ergebnisse für den Ladungsradius des Protons aus der Elektronenstreuung und der Laserspektroskopie an Wasserstoff einerseits und an myonischem Wasserstoff andererseits. Experimente an myonischem Helium und die Spektroskopie an  $\text{He}^+$  versprechen weitere Anhaltspunkte. Von atomphysikalischer Seite wurde in diesem Zusammenhang die Möglichkeit diskutiert, zukünftig aus Messungen der

Resonanzfrequenzen im Orthohelium den absoluten Ladungsradius zu extrahieren. In den folgenden Tagen wurden die Ladungsradien und Momente der Isotopenketten von Helium, Lithium und Beryllium diskutiert, wobei der Schwerpunkt auf den exotischen Halokernen lag. Die Ladungsradien dieser kurzlebigen Isotope sind erst seit wenigen Jahren mit hochspezialisierten Präzisionsmethoden zugänglich. Isao Tanihata, Entdecker der Halokerne, präsentierte neue Messungen der Wirkungsquerschnitte ladungsaustauschender Kernreaktionen zur Bestimmung der Ladungsradien. Die experimentellen Resultate lieferten auch Anknüpfungspunkte für die theoretische Beschreibung leichter Atomkerne. Die Beiträge spiegelten die Fortschritte der letzten Jahre wider, sowohl hinsichtlich des Verständnisses der nuklearen Wechselwirkung, basierend auf der chiralen Symmetrie der QCD, als auch im Hinblick auf die numerische Lösung des Vielteilchenproblems. Ein Schwerpunkt lag hier auf den *ab-initio*-Methoden, wie Quantum Monte-Carlo, dem No-Core-Schalenmodell und der Modellierung von Kernen durch Nukleonen auf dem Gitter.

Wir bedanken uns bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung dieses Seminars. Unser besonderer Dank gilt Frau Nowotka und den Mitarbeitern des Physikzentrums für die exzellente Organisation.

**Wilfried Nörtershäuser und Thomas Neff**

## Quantum Magnetism in Low Spatial Dimensions

### 504. WE-Heraeus-Seminar

Zum 504. WE-Heraeus-Seminar, das vom 16. – 18. April 2012 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, trafen sich 55 Wissenschaftler/innen aus dreizehn europäischen Ländern und den USA. Schwerpunkt der Vorträge und Diskussionen waren neben den mikroskopischen Methoden der Vielteilchentheorie und der statistischen

Mechanik insbesondere auch neuartige Quantenphasen in niedrigdimensionalen Quantenmagneten. Das traditionsreiche, aber immer noch sehr lebendige Forschungsgebiet der magnetischen Systeme mit starken Quantenfluktuationen hat in letzter Zeit an Anziehungskraft gewonnen, zum einen durch die gegenseitige Befruchtung von Theorie und Experiment und zum anderen durch neue theoretische Erkenntnisse über ungewöhnliche Tieftemperatur-Quantenphasen, z. B. chirale Spinflüssigkeiten oder „valence bond crystal“-Zustände. Insbesondere frustrierte Quantenspinsysteme mit reduzierter Dimension weisen eine große Vielfalt unkonventioneller Phasen auf, stellen aber andererseits besondere Anforderungen an die theoretische Behandlung, da einige etablierte Methoden, wie z. B. die Quanten-Monte-Carlo-Methode, nicht anwendbar sind. Neben der Aufklärung der Eigenschaften dieser neuartigen Quantenphasen steht auch die Untersuchung von Quantenphasenübergängen zwischen unterschiedlichen Grundzustandsphasen im Fokus der theoretischen Untersuchungen. In 23 Vorträgen und 25 Postern hat das Seminar diesen modernen Entwicklungen Rechnung getragen, einerseits durch die Mischung aus Vorträgen von Theoretikern und Experimentatoren, andererseits durch die Diskussion eines breiten Spektrums von modernen Vielteilchenmethoden sowie von Modellen und Systemen niedrigdimensionaler Quantenspinsysteme. Das Zusammentreffen führender Wissenschaftler/innen auf dem Gebiet der magnetischen Systeme mit starken Quantenfluktuationen und jungen Physiker/innen führte zu einem sehr effizienten Austausch von Kenntnissen, Erfahrungen und neuen Ergebnissen auf diesem Forschungsgebiet. Die wissenschaftlichen Organisatoren danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung sowohl für die finanzielle Förderung als auch für die Organisation des Seminars.

**Raymond F. Bishop, Damian Farnell,  
Johannes Richter und Jürgen Schnack**

**Dr. Bianca Dittrich**, MPI für Gravitationsphysik, Golm und Perimeter Institute, Waterloo, **Prof. Dr. Renate Loll**, U Utrecht, **Dr. James P. Ryan**, MPI für Gravitationsphysik, Golm

**Prof. Dr. Wilfried Nörtershäuser**, Institut für Kernchemie, U Mainz, **Dr. Thomas Neff**, GSI Helmholtz-Zentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt

**Prof. Dr. Raymond F. Bishop**, University of Manchester, UK, **Prof. Dr. Damian Farnell**, University of Glamorgan, Pontypridd, UK, **Prof. Dr. Johannes Richter**, Universität Magdeburg, **Prof. Dr. Jürgen Schnack**, Universität Bielefeld