

Quantum contextuality, non-locality, and the foundations of quantum mechanics

554. WE-Heraeus-Seminar

Obwohl die Quantentheorie mittlerweile über hundert Jahre alt ist, gibt es viele Fragen, die ungeklärt sind. Diese Grundlagenfragen betreffen die Interpretation der Wellenfunktion, die Bedeutung und Formulierung von Unschärferelationen, die präzise Abgrenzung von klassischer Physik und Quantenmechanik und die Exploration verallgemeinerter Theorien jenseits der Quantenmechanik. Diese Fragen haben durch neue Experimente und neue theoretische Einsichten in den letzten Jahren an Aktualität gewonnen. Um über die Entwicklungen zu diskutieren trafen sich vom 17. bis 19. Februar 2014 rund 80 Physikerinnen und Physiker aus 20 Ländern und fünf Kontinenten in Bad Honnef zum 554. WE-Heraeus-Seminar.

Ein wichtiges Thema war die Frage, warum die Quantenmechanik nicht die maximal möglichen Korrelationen ausschöpft. So ist zum Beispiel die Verletzung von Bellschen Ungleichungen in der Quantenmechanik durch die Tsirelson-Schranke limitiert. Man kann sich jedoch verallgemeinerte Theorien vorstellen, die diese Schranke überschreiten. Deshalb stellt sich die Frage, ob es physikalische Prinzipien gibt, die diese verallgemeinerten Theorien ausschließen. In mehreren Vorträgen wurden solche möglichen Prinzipien diskutiert. Antonio Acín (Barcelona) stellte ein Prinzip vor, das auf multipartite Bell-Ungleichungen angewandt werden kann. Adán Cabello (Sevilla) diskutierte ein ähnliches Prinzip für die Kontextualität der Quantenmechanik, die sich bei sequenziellen Messungen zeigt.

Ein anderes Thema, das die Forschungsgemeinde derzeit bewegt, ist die Formulierung von Unschärferelationen. Hier stellte Paul Busch (York) eine aktuelle Arbeit vor, die neue Unschärferelationen für Ort und Impuls eines Teilchens formuliert. Das Neue hierbei ist, dass diese Relation die gegenseitige Störung von Orts- und Impulsmessung physikalisch erfasst und damit der ursprünglichen Interpretation von Heisenberg sehr nahe kommt. Paul Busch hob auch hervor, dass gelegentlich geäußerte Behauptungen, die Heisenbergsche Unschärferelation könnte experimentell verletzt werden, auf einer nicht allgemein sinnvollen Definition der Störung von Messungen beruhe.

Die Vorträge und Poster führten zu intensiven Diskussionen, und die Resonanz auf das Seminar war durchweg positiv. Unser Dank gilt der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung und dem Physikzentrum Bad Honnef für die exzellente Organisation, die angenehme Atmosphäre und die finanzielle Förderung.

Matthias Kleinmann und Otfried Gühne

Wetting of structures with complex geometries

555. WE-Heraeus-Seminar

Wie sich Flüssigkeiten auf festen Oberflächen ausbreiten, gehört seit den Arbeiten von Thomas Young zum Kontaktwinkel zu den klassischen Themen der chemischen Physik. Trotzdem sind viele grundlegende Fragen immer noch unzureichend beantwortet. Speziell eine Frage ist in den letzten Jahren ins Zentrum des Interesses gerückt: Wie wirkt sich die Topographie der Festkörperoberfläche auf die Benetzung durch eine Flüssigkeit aus? Die Komplexität, mit der die Topographie das Benetzungsverhalten beeinflusst, ist bisher nicht annähernd verstanden. Für Wasser mit seinem polaren Charakter und seiner hohen Oberflächenspannung ist seit langem bekannt, dass eine hohe Rauigkeit in Verbindung mit einer geringen Oberflächenenergie des Festkörpers zur Superhydrophobizität führt. In den letzten Jahren ist es aber auch gelungen, Oberflächen herzustellen, die nicht-polare Flüssigkeiten mit geringen Oberflächenspannungen abweisen.

Daher war das 555. WE-Heraeus-Seminar vom 16. bis 19. März in Bad Honnef dem Thema „Wetting of structures with complex geometries“ gewidmet. Ziel war, die Dynamik der Benetzung auf strukturierten Oberfläche und in porösen Medien angesichts neuer experimenteller und theoretischer Methoden zu diskutieren. Im Einzelnen ging es um

- die Benetzung komplexer, harter oder flexibler Oberflächen durch einfache und komplexe Flüssigkeiten;
- superhydrophobe und -oleophobe Oberflächen und die Dynamik von Benetzungsübergängen;
- Adhäsion, Kontaktwinkelhysterese und das Pinning der Dreiphasenkontaktklinie;
- den Fluss einzel- oder mehrkomponentiger Flüssigkeiten durch poröse Medien.

Die Vorträge spiegelten die Geschwindigkeit des Fortschritts, das Wechselspiel aus neuen Methoden und Erkenntnisgewinn, die Interdisziplinarität sowie die direkte Relevanz der Grundlagenforschung auf Anwendungen wider. Ein Beispiel: Durch die neuartig eingeführte konfokale Mikroskopie ergänzt durch die Röntgentomographie konnte sowohl das Eindringen von Wasser/Öl-Mischungen in granuläres Material als auch in superhydrophobe Oberflächen im Detail sichtbar gemacht werden. Darüber berichteten Amber Krummel, Ralf Seemann und Periklis Papdopoulos. Gareth MacKinley nutzt diese Erkenntnis für die Süßwassergewinnung aus Nebel vorzugsweise in Küstenwüsten. Dazu werden speziell beschichtete Netze an Orten aufgestellt, an denen Nebel vorbei streicht. Tropfen schlagen sich auf der Oberfläche nieder, wachsen und laufen schließlich ab einer gewissen Größe spontan in einen Auf-

fangbehälter. Tropfenaufprall war ein weiteres Thema. Praktisch genutzt wird er z. B. zur Kühlung von Oberflächen. Peter Stephan gelang es erstmals, den Tropfenaufprall mit einer Hochgeschwindigkeitskamera zu filmen und die Temperaturverteilung in der Oberfläche zu quantifizieren.

Als wissenschaftliche Organisatoren möchten wir der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die finanzielle Unterstützung des Seminars in der äußerst angenehmen Atmosphäre des Physikzentrums danken.

Doris Vollmer, Hans-Jürgen Butt und Stephan Herminghaus

Analytical tools for fuel cells and batteries

556. WE-Heraeus-Seminar

Die Energiewende gilt als eine zentrale Aufgabe von Politik, Gesellschaft und Wissenschaft in den kommenden Jahrzehnten. Als energieeffizienten Energiespeichern und -wandlern kommt Batterien und Brennstoffzellen eine große Bedeutung zu. Es herrscht jedoch Konsens, dass der große kommerzielle Durchbruch dieser umweltfreundlichen elektrochemischen Energietechnologien erst gelingen kann, wenn die Herstellungskosten weiter gesenkt und die Lebensdauern noch gesteigert werden können. Quantensprünge lassen sich allein durch verbesserte Materialien nicht erwarten. Stattdessen liegt der Schwerpunkt aktueller Forschung auf der Entwicklung modernster Untersuchungsmethoden, die eine Charakterisierung direkt im Betrieb erlauben. Nur ein fundamentales Verständnis von Aktivierungs- und Degradationsprozessen kann helfen, maßgeschneiderte Materialien sowie komplett neue Konzepte zu entwickeln.

Im 556. Heraeus-Seminar sollte sowohl der Dialog zwischen Batterie- und Brennstoffzellenforschern als auch zwischen Spektroskopie und Elektrochemie intensiviert werden. Diese Thematik stieß auf reges Interesse. Hierzu gelang es den Organisatoren Roswitha Zeis (Helmholtz Institut Ulm), Christina Roth (FU Berlin) und Helmut Ehrenberg (KIT), herausragende Persönlichkeiten für Vorträge in den drei Schwerpunktgebieten – Methoden der klassischen Elektrochemie, Molekülspektroskopie und moderne Elektronenmikroskopie und deren (in-situ) Anwendung auf Batterien und Brennstoffzellen – zu gewinnen, darunter auch international äußerst renommierte Wissenschaftlerinnen.

Das Seminar eröffnete Hubert Gasteiger (TU München) mit einem Pre-dinner-Talk am Sonntagabend. Er gab einen Überblick über spannende Fragestellungen, bevor er sich aktuellen

Dr. Matthias Kleinmann und Prof. Dr. Otfried Gühne, Department Physik, Universität Siegen

Dr. Doris Vollmer und Prof. Dr. Hans-Jürgen Butt, MPI für Polymerforschung Mainz; Prof. Dr. Stephan Herminghaus, MPI für Dynamik der Selbstorganisation Göttingen

Aktivitäten seiner Gruppe zuwandte. Am nächsten Morgen stellte Emil Roduner, der eigens für das Seminar aus Südafrika angereist war, in seinem Vortrag vor, wie die Protonenleitfähigkeit von Brennstoffzellenmembranen orts aufgelöst gemessen werden kann. Die Notwendigkeit, elektrochemische und physikalische Eigenschaften von Materialien in elektrochemischen Zellen orts aufgelöst zu bestimmen, betonte auch Wolfgang Schuhmann. Die elektrochemische Rastermikroskopie präsentierte er als eine vielseitige Methode, um die lokale Aktivität von Katalysatorschichten zu evaluieren. Rüdiger Eichel zeigte, wie mittels Elektronenspinresonanz der Interkalationsprozess von Lithium in die Elektrode sogar auf atomarer Ebene untersucht werden kann.

Ausreichend Zeit für intensive Diskussion stand zur Verfügung und wurde auch gerne wahrgenommen. Mit dem „Best-of-Posters“ fand die Veranstaltung ihren gelungenen Abschluss. Die drei Posterpreise gingen an Heinz Bültner, Markus Nesselberger und Dominik Kramer. So ging ein sehr gelungenes Seminar mit kurzweiligen Diskussionen zu Ende, in dem viele Gemeinsamkeiten gerade innerhalb der verwendeten Spektroskopie- und Mikroskopiemethoden aufgedeckt und der wissenschaftliche Dialog intensiviert wurden. Auch im Namen aller Teilnehmer möchten wir uns für die großzügige finanzielle sowie ideelle Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung dieses Seminars seitens der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung und ihren engagierten Mitarbeitern ganz herzlich bedanken.

Roswitha Zeis und Christina Roth

Trapped Ions Meet Cold Atoms

557. WE-Heraeus-Seminar

In den letzten fünf Jahren hat sich ein neues Forschungsfeld entwickelt, bei dem kalte, gefangene Ionen in Kontakt gebracht werden mit ultrakalten, neutralen atomaren Gasen. Das 557. WE-Heraeus-Seminar (27. – 29. März) war die erste Konferenz, die speziell für dieses neue Feld ausgerichtet wurde. Ein Großteil der etwa 30 Gruppen, die weltweit auf diesem Gebiet arbeiten, war vertreten, und es fand ein reger Gedanken- und Informationsaustausch statt. In den Vorträgen und Diskussionen wurde deutlich, welche neuen Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen, das neue Feld bietet. Schon jetzt gibt es ein breites Spektrum von Forschungsrichtungen, die sich zum Beispiel von ultrakalten Kollisionen und chemischen Reaktionen zu Quantensimulation und Präzisionsmessungen erstrecken, aber auch Polaronphysik und Vielkörperkinetik.

In den Vorträgen wurde schnell klar, dass es ein wichtiges Ziel ist, mit

Atom-Ion-Kollisionen möglichst in das s-Wellenregime zu gelangen, da man hier über Feshbach-Resonanzen ein hohes Maß an Kontrolle über die Atom-Ion-Wechselwirkung erhält. Die erforderlichen Temperaturen liegen jedoch aufgrund des relativ langreichweitigen $1/r^3$ -Atom-Ion-Wechselwirkungspotentials relativ niedrig, typischerweise im nK- oder niedrigen μ K-Bereich. Ferner beschäftigten sich einige Beiträge mit der Mikrobewegung von Ionen in einer Paul-Falle. Paradoxe Weise können selbst Stöße gefangener Ionen mit ultrakalten Atomen die Ionen stark aufheizen. Quantenmechanische Rechnungen der Gruppe um Z. Idziaszek zeigen, dass sympathetisches Kühlen der Ionen durch Atome bis knapp oberhalb des Grundzustands der Ionenfalle möglich ist. Der Vortrag von M. Köhl zeigte in ersten Experimenten, dass Stöße zwischen Spezies schwerer Atome und schwerer Ionen durch Spin-Relaxationsprozesse geprägt sein können, wahrscheinlich aufgrund starker Spin-Orbit-Kopplungen. Einen neuartigen, experimentellen Zugang zur kalten Atom-Ion-Physik präsentierte T. Pfau. Die Idee ist, in einem Bose-Einstein-Kondensat ein einzelnes Rydberg-Atom so hoch anzuregen, dass der Orbit des Rydberg-Elektrons außerhalb des Kondensats liegt. Der ionische Rest des Rydberg-Atoms wechselwirkt dann als Ion mit dem atomaren Kondensat. Eine Paul-Falle wird nicht benötigt; sie wird ersetzt durch eine optische Dipolfalle für das Rydberg-Atom. In seinem Vortrag erklärte J. Tempere, dass Atom-Ion-Systeme interessant sind, um Polaron-Physik im Regime starker Kopplung zu untersuchen. Dieses Regime, das sonst schwer zu erreichen ist, birgt viele interessante offene Fragen.

Im Anschluss an die sehr lebendige Postersitzung wurden drei Posterpreise vergeben für spannende Beiträge zu den Themen: Wechselwirkung von Rydberg-Atome mit einem Kondensat (Gruppe T. Pfau), Atom-Ion-Heizprozesse bei der Mikrobewegung (A. Grier), Sympathetische Kühlung von OH⁻-Ionen mit ultrakalten Rb-Atomen (Gruppen M. Weidemüller/R. Wester). Das Seminar wurde abgerundet von einer gemeinsamen Wanderung zur Burg Drachenfels in wunderbar warmem Frühlingswetter. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung nochmals herzlich für ihre Unterstützung. Von allen Teilnehmern erhielten wir ein sehr gutes Feedback.

Johannes Hecker Denschlag
und Tommaso Calarco

„Ein tolles Seminar mit spannenden Vorträgen“

54. Wochenendseminar „PhysikerInnen im Beruf“

Vom 2. bis 4. Mai fand im Physikzentrum Bad Honnef das 54. vom Regionalverband

Hessen-Mittelrhein-Saar (HMS) der DPG organisierte traditionelle Wochenendseminar „PhysikerInnen im Beruf“ unter Leitung von Matthias Wollenhaupt (Uni. Oldenburg) und Egbert Oesterschulze (TU Kaiserslautern) statt.

Zwölf eingeladene berufstätige Physikerinnen und Physiker referierten vor 60 Teilnehmern der ausgebuchten Veranstaltung über ihre Erfahrungen in kleinen Unternehmen, Großkonzernen sowie im eigenen Unternehmen oder im öffentlichen Dienst. In ihren Vorträgen präsentierten sie ein weites Spektrum an Themen: von der Arbeit an der Deutschen Aktienbörse, der Entwicklung fälschungssicherer Pässe und Banknoten, über das Optik-Design, die Optimierung von Gläsern und Keramiken, die Bereitstellung fälschungssicherer Datenstrukturen bis zur Arbeit eines Lehrers, eines Patentanwalts oder Physikers in der Beschichtungstechnologie. Ebenso wichtig war allerdings, dass die Referenten in ihren Vorträgen auch ein sehr persönliches Bild ihrer eigenen Karriere zeichneten. 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. Ein Redner brachte seinen eigenen Werdegang mit den Worten „love it, change it or leave it“ auf den Punkt. Um den jüngeren Kollegen den Einstieg in das Berufsleben als Physiker zu erleichtern, wurden Hinweise gegeben, wie man bereits im Studium oder während der Promotion zusätzliche für Firmen wertvolle Erfahrungen wie z. B. die so genannten soft skills sammeln kann. In entspannter Atmosphäre gab es viele Gelegenheiten zur angeregten persönlichen Diskussion der Teilnehmer mit den Referenten. „Ein tolles Seminar mit spannenden Vorträgen“, sagte eine Seminarteilnehmerin in der Abschlussdiskussion.

Im frisch renovierten Physikzentrum war der Ablauf der Veranstaltung dank des motivierten Teams des Physikzentrums um die Herren Gomer und Gouty-Rahn bestens gewährleistet. Wir danken allen ehrenamtlichen Referentinnen und Referenten ganz herzlich dafür, dass sie mit ihrem teils langjährigen Engagement den Seminarteilnehmern einen interessanten Einblick in die vielfältigen Berufsfelder des Physikers und ihr Berufsleben geboten haben. Wir freuen uns schon jetzt auf das 55. Wochenendseminar vom 1. bis 3. Mai 2015 in Bad Honnef.

Matthias Wollenhaupt

Dr. Roswitha Zeis,
Helmholtz Institut
Ulmer; Prof. Christina
Roth, Freie Universität
Berlin; Prof. Helmut
Ehrenberg,
Karlsruher Institut
für Technologie

Prof. Dr. Johannes
Hecker Denschlag,
Institut für Quanten-
chemie, Universität
Ulmer; Prof. Dr.
Tommaso Calarco,
Institut für Quanten-
informationsverarbeitung,
Universität
Ulmer

Prof. Dr. Matthias
Wollenhaupt, Uni-
versität Oldenburg