

## 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