

Superconductivity in low-dimensional and interacting systems

697. WE-Heraeus-Seminar

Vom 3. bis 6. Juni fand im Physikzentrum Bad Honnef zum wiederholten Mal ein Seminar zur mesoskopischen Supraleitung statt, wobei diesmal der Schwerpunkt auf niedrigdimensionalen und wechselwirkenden Systemen lag. Hier hat die Forschung in den letzten Jahren einen rasanten Anstieg erfahren. Dabei stehen mögliche Anwendungen in der Quanteninformationsverarbeitung oder der Quantensensorik im Vordergrund. Durch die Kombination physikalischer Systeme mit unterschiedlichen Eigenschaften sollen hierbei neue Funktionalitäten maßgeschneidert werden.

Das Programm bestand aus 27 eingeladenen sowie sieben kurzen Vorträgen und zwei Postersitzungen. Abgerundet wurde das Ganze durch einen Abendvortrag zu einem verwandten Thema, bei dem Phillip Moll (EPFL) über die topologischen elektronischen Eigenschaften dreidimensionaler Mikrostrukturen aus Weyl-Halbleitern berichtete.

Zu den Höhepunkten zählten Vorträge über neue topologische supraleitende Effekte in Van-der-Waals-Heterostrukturen, hochreinen Wismut-Nadelkristallen, Halbleiter-Quantendrähten oder Quecksilber-Tellurid-Quantentöpfen. Die darin erzeugten Ströme können konventionell Ladung transportieren oder auch exotische Quanteneigenschaften wie kohärente Überlagerungen des Spins oder orbitaler Freiheitsgrade. Gebundene Andreev-Zustände an magnetischen Atomen oder in Josephson-Kontakten sind von fundamentalem Interesse als mögliche Kandidaten für Quantenbits. Nicht zuletzt wurden neuartige, extrem genaue Detektoren für ultratiefe Temperaturen, extrem schwache astrophysikalische Signale oder winzige Wärmemengen mit Hilfe von Josephson-Kontakten oder granularen Supraleitern vorgestellt. Dass beispielsweise nur der massive Einsatz supraleitender Detektoren kürzlich die aufsehenerregende erste Abbildung eines Schwarzen Lochs ermöglicht hat, unterstreicht das große Potenzial der mesoskopischen Supraleitung.

Der Dank der 80 Teilnehmer aus über 20 Ländern und der Organisatoren gilt der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die organisatorische und großzügige finanzielle Unterstützung sowie dem Team des Physikzentrums für die ausgezeichnete Betreuung.

Prof. Dr. Wolfgang Belzig und
Prof. Dr. Elke Scheer, Konstanz;
Prof. Dr. Christoph Strunk, Regensburg

One-Dimensional Systems for Quantum Technology

700. WE-Heraeus Seminar

Die Erforschung der kohärenten Dynamik von Quantenzuständen, z. B. in Festkörpern, schafft die Grundlagen von Quantentechnologien – mit Anwendungen wie abhörsicherer Kommunikation, extrem empfindlichen Sensoren oder Quantencomputern. Mit einem historischen Abriss der modernen Quantenmechanik und des Einflusses der Physik auf die Quanteninformationstheorie begeisterte Charles Bennet (IBM) das Publikum zum Auftakt des Seminars.

Der Fokus aber lag auf festkörperbasierten eindimensionalen Quantenkanälen. Sie bieten interessante Forschungsthemen und versprechen die Möglichkeit, topologische Zustände zu nutzen, um Quantenoperationen vor Dekohärenz zu schützen. Beispiele sind helikale Zustände, bei denen Spin- und Ladungsfreiheitsgrade gekoppelt sind, oder künstlich erzeugte Majorana-Fermionen. Daher erforscht zurzeit eine schnell wachsende Gruppe von Wissenschaftlern eindimensionale Systeme in Festkörpern. Microsoft finanziert die Erforschung von Majorana-Zuständen in Halbleiter-Nanodrähten in Labors in Delft und Kopenhagen. Leo Kouwenhoven aus Delft informierte über den Stand der Forschung und erläuterte, wie weit der Weg zu einem universellen Quantencomputer noch ist. Für universelle Quantencomputer aus supraleitenden Qubits, wie IBM und Google sie bereits nutzen, ist eine Fehlerkorrektur nötig. Je nach Güte der Qubits sind dabei mehr oder weniger physikalische Qubits nötig, um ein logisches Qubit zu realisieren. Die aktuelle Erforschung von Majorana-Zuständen wird von der Hoffnung angetrieben, dass Majorana-Qubits Quantenoperationen fehlerfrei durchführen können bei gleichzeitiger Skalierbarkeit. Allerdings ist es bisher nicht einmal gelungen, ein einzelnes Majorana-Qubit zu realisieren.

Das Seminar brachte führende Experimentatoren und Theoretiker für 1D-Quantensysteme zusammen. Ein Höhepunkt war eine Podiumsdiskussion zur künftigen Rolle von 1D-Systemen für Quantentechnologie. Dabei wurden auch helikale Phasen sowie die starken Korrelationen in 1D als vielversprechende Eigenschaften aufgeführt. Die Nutzung dieser Eigenschaften erfordert extrem reine Grenzflächen. Die Vorträge führender Materialexperten, die hierzu Wachstumstechniken enorm verbessern und teilweise neu erfinden müssen, waren ein weiterer Höhepunkt des Seminars.

Wir danken der WEH-Stiftung für die finanzielle Unterstützung und hervorragende Organisation des Seminars.

Dr. Heike Riel, IBM Research Zürich;
Priv.-Doz. Dr. Stefan Ludwig,
Paul-Drude-Institut, Berlin;
Prof. Dr. Christian Schönenberger, U Basel

Geschichte der Physik

DPG-Lehrerfortbildung

Vom 24. bis 28. Juni fand die Lehrerfortbildung „Geschichte der Physik“ im Physikzentrum Bad Honnef statt. Im Zentrum dieser Fortbildung stand die Frage, welche Potenziale der Einbezug von Physikgeschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht eröffnet und wie dieser methodisch umzusetzen ist.

An fünf Tagen kontextualisierten renommierte Wissenschaftshistoriker*innen, Fachdidaktiker*innen und Schulpraktiker*innen Themen aus der frühen Radioaktivitätsforschung, Teilchenphysik, Astrophysik und Optik historisch, um den fachlichen Hintergrund bereitzustellen. Die im Anschluss geführten inhaltlichen und didaktischen Diskussionen machten die Potenziale einer Thematisierung erfahrbar: Die Naturwissenschaften zeigten sich als eine soziale und kulturelle Praxis. Es wurden Diskussionen über die Natur der Naturwissenschaften angeregt (im Sinne von Nature of Science).

Als Highlight wurde insbesondere das abendliche Programm bewertet, das konkrete Anregungen für einen historischen Zugang im Schulunterricht lieferte und sich durch einen interaktiven Charakter auszeichnete. An zahlreichen Stationen lud Johannes Grebe-Ellis (U Wuppertal) zum Experimentieren ein und faszinierte die Teilnehmer*innen mit verblüffenden Phänomenen. Die gebannte Aufmerksamkeit erhielten auch Peter Heering (U Flensburg) und der professionelle Geschichtenerzähler Martin Ellrodt mit der Präsentation eines narrativen Ansatzes im Physikunterricht – dem StoryTelling. Für Begeisterung sorgte Wolfgang Engels (Oldenburg), der in seinem Workshop mit dem Titel „Als der Strom noch nicht aus der Steckdose kam“ mit quellengetreu rekonstruierten Geräten wortwörtlich Haare zu Berge stehen und Funken überspringen ließ.

Neben den Vorträgen und Workshops bestand die Möglichkeit, das Deutsche Museum in Bonn zu besuchen. Die herzliche Atmosphäre unter den Teilnehmer*innen und Sprecher*innen bot Gelegenheit für Gespräche bis in die späten Abendstunden. Nicht zuletzt luden auch die Räumlichkeiten des Physikzentrums Bad Honnef dazu ein.

Es wäre wünschenswert, wenn auch Lehramtskandidat*innen und Referendar*innen die Teilnahme an solchen Veranstaltungen durch eine geringere finanzielle Belastung möglich wäre.

Im Namen aller Teilnehmer*innen danken wir der DPG für die finanzielle Förderung sowie Christian Forstner (U Frankfurt) und Peter Heering (U Flensburg) für die hervorragende Organisation und Leitung. Ein herzlicher Dank gilt auch den Mitarbeiter*innen des Physikzentrums Bad Honnef für die Betreuung.

Michelle Mercier,
Europa Universität Flensburg