

Open Quantum Systems and Mesoscopic Physics

WE-Heraeus Physics School

Die Physik mesoskopischer Festkörperstrukturen wie supraleitende oder halbleitende Schaltkreise befindet sich derzeit in einer rasanten Entwicklung. Sie dienen als wichtige Plattformen, die für die Entwicklung zukünftiger quantentechnologischer Anwendungen untersucht werden, und ermöglichen es gleichzeitig, grundlegende Fragen im Zusammenhang mit offenen Quantensystemen, Quantenvielteilchendynamik und Quantenthermodynamik zu erforschen. Dementsprechend gab es in den letzten Jahren einen fruchtbaren Austausch zwischen experimentellen Fortschritten bei der Implementierung von Schaltkreisen mit maßgeschneiderten Materialeigenschaften und theoretischen Fortschritten bei der Entwicklung neuer leistungsstarker Werkzeuge zur Erfassung komplexer Quantendynamik.

Ziel dieser Physikscheule, die vom 4. bis 9. Juni in der Forststation Hyttälä der Universität Helsinki in der schönen finnischen Landschaft nordöstlich von Tampere stattfand, war es, eine internationale Gruppe von etwa 45 Promovierenden zusammenzubringen, um sie sowohl in den Grundlagen als auch in den aktuellen Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet zu schulen. Vorträge renommierter Experten, kurze Präsentationen der Studierenden und Posterdiskussionen bildeten die Grundlage für lebhaftes Diskussions, während die Teilnehmenden gleichzeitig die fantastische Anlage und die Umgebung genießen konnten.

Die Vorlesungen gaben nicht nur einen allgemeinen Überblick über Themen wie offene Quantensysteme, Quantenrauschen und -transport, Quantendissipation und Vielteilchenphysik, sondern boten auch Einblicke in speziellere Bereiche wie Einzelladungstransport, Verschränkung in Vielteilchensystemen, Quasiteilchen in supraleitenden Bauelementen, Topologie in supraleitenden Strukturen und künstliche Atome. Theorie und Experiment gingen Hand in Hand, sodass die Studierenden unabhängig von ihrem Hintergrund lernten, wie stark die Entwicklungen miteinander verflochten sind.

Diese Schule wurde von einem finnisch-deutschen Team organisiert und konnte dank der großzügigen Unterstützung der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung sowie zusätzlicher finanzieller Mittel des Institute Q (Helsinki), des Center for Integrated Quantum Science & Technology (Ulm-Stuttgart) und des Quantum Technology Network Baden-Württemberg realisiert werden.

Prof. Dr. Joachim Ankerhold, U Ulm,
Dr. Paolo Muratore-Ginanneschi, U Helsinki,
Finnland, **Prof. Dr. Jukka Pekola**,
Bayan Karimi, U Aalto, Finnland

Gravitationswellen-Astronomie

DPG-Lehrerfortbildung

In der Allgemeinen Relativitätstheorie ist die Krümmung der Raumzeit durch Massen zentral. Gravitationswellen als „Kräuselungen“ der Raumzeit, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, stellen ein neues Fenster zur Astronomie dar. Dazu bot diese Lehrerfortbildung vom 26. bis 30. Juni im Physikzentrum Bad Honnef sowohl fachliche Vorträge als auch fachdidaktische Workshops und eine Exkursion. Die wissenschaftliche Leitung hatten Karl-Heinz Lotze (U Jena), Andreas Malmendier (Utah State University), Frank Ohme (MPI für Gravitationsphysik Hannover) und Gudrun Wanner (U Hannover).

Anfangen von der theoretischen Vorhersage durch Albert Einstein über den zunächst indirekten, später den direkten Nachweis von Gravitationswellen bis zu neuesten Forschungen konnten sich die 42 Teilnehmenden durch die Vorträge der 17 Referent:innen begeistern lassen: zu Grundlagen der Entstehung von Gravitationswellen und ihrer Messung mit Licht, zur statistischen Auswertung der Daten, zur Technologie erdgebundener Detektoren und den geplanten Observatorien sowie zu möglichen Folgerungen für Kosmologie, Astrophysik und Relativitätstheorie.

Den Bezug zum Unterricht stellten Bastelmodelle zur Visualisierung der Raumzeit-Krümmung durch Gravitationswellen oder Experimente mit Interferometern her, aber auch Vorträge, die erläuterten, wie weit man mit Newtonscher Mechanik und dem Äquivalenzprinzip rechnerisch vordringen kann.

Der Termin der Tagung war glücklich: Nach der Exkursion zum großen Radioteleskop in Effelsberg, einem Mitglied des „Pulsar Timing Arrays“ (PTA), fand eine Pressekonferenz der NANOgrav-Kollaboration statt, ein Zusammenschluss von Mitgliedern des PTA. Im Anschluss wurde in einer Pressekonferenz der IceCube-Kollaboration ein Bild der Milchstraße durch die „Neutrinobrille“ präsentiert. Und einen Tag später hielt der leitende Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn einen Vortrag über die mehr als zehnjährige Beobachtung von Pulsaren, bei der sich Hinweise auf sehr niederfrequente Gravitationswellen zeigten.

Den wissenschaftlichen Leitern und den weiteren Referent:innen sowie Victor Gomer für die Gesamtorganisation und dem Team des Physikzentrums danken wir für diese sehr anregende Fortbildung in angenehmer Umgebung. Viele Lehrkräfte wollen Gravitationswellen demnächst in ihren Unterricht einbinden.

Ulrike Saher, Erzbischöfliches Suitbertus-Gymnasium Düsseldorf,
Heiko Pauthner, Spessart-Gymnasium, Alzenau

Methods of Effective Field Theory and Lattice Field Theory

Bad Honnef Physics School

Als besonderes Ereignis für junge Physikerinnen und Physiker aus aller Welt fand die dritte Sommerschule über Methoden der effektiven Feldtheorie und der Gittereichtheorie vom 9. bis 21. Juli im Physikzentrum Bad Honnef in Präsenz statt, nachdem die Sommerschule 2021 aufgrund der Pandemie nur online angeboten werden konnte.

Die Sommerschule richtet sich an junge Promovierende und Forschende in der theoretischen Teilchenphysik und soll zum themenübergreifenden Austausch zwischen Vertretern der effektiven Feldtheorie und solchen der Gittereichtheorie anregen. Als unterschiedliche Ansätze zum Erforschen von Phänomenen aus der Teilchenphysik gesehen, werden beide Vorgehensweisen oft strikt getrennt behandelt. Während die effektive Feldtheorie die Anzahl an Freiheitsgraden eines Systems durch geschicktes Selektieren auf die maßgebenden Freiheitsgrade herunterbricht, reduziert die Gittereichtheorie diese durch Beschränkung der Raumzeit auf endliche, numerisch kalkulierbare Systeme. Gleichwohl produzieren beide Methodiken oft komplementäre Resultate, was den Austausch in der Forschung unabdingbar macht. Die Sommerschule stellt somit eine wertvolle Verbindung zwischen beiden Seiten dar.

Durch eine Reihe von Vorlesungen und betreuten Übungen werden Methoden aus beiden Bereichen vorgestellt und erarbeitet. Über 20 renommierte Dozentinnen und Dozenten gaben Einführungsvorlesungen und Einblicke in den neusten Stand der Forschung. Unter anderem präsentierte Aida El Khadra den neusten Stand der Forschung über das anomale magnetische Moment des Myons, deren Erfolg auf der Verknüpfung zwischen effektiven Feldtheorien und Gitterberechnungen beruht. Ein weiteres Highlight waren die Vorlesungen von Stephen Sharpe über Mehrteilchenstreuung, in denen er die aktuellsten Ergebnisse zur Dreiteilchenstreuung vorstellte. Die Präsentation von Postern sowie Kurzvorträge über ihre eigene Arbeit bot den mehr als 70 Teilnehmenden viele Diskussionsmöglichkeiten und gab wertvolle Impulse.

Neben dem fachlichen Austausch gab es Aktivitäten wie Wanderungen, Ausflüge in die Großstädte und Spaziergänge entlang des Rheins, bei denen sich die Teilnehmenden untereinander vernetzen konnten.

Die zwei gemeinsamen Wochen im Physikzentrum boten eine einmalige Chance, den eigenen Horizont zu erweitern und junge Wissenschaftler:innen mit ähnlichen Interessen kennenzulernen.

Nuha Chreim, U Wuppertal, **Yannick Dengler**, U Graz, **Fabian Frech** und **Timo Eichhorn Frech**, U Wuppertal