

Do Black Holes Exist? – The Physics and Philosophy of Black Holes

641. WE-Heraeus-Seminar

Schwarze Löcher sind eine hervorragende Vorhersage der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie. Man kann sie nicht sehen, anfassen oder riechen. Man kann auch nicht beobachten, wie ein Objekt durch den Horizont in ein Schwarzes Loch fällt, sondern lediglich, wie seine immense Anziehungskraft die Bewegung von Objekten in seiner Nähe beeinflusst.

Die Erforschung Schwarzer Löcher erfuhr im letzten Jahr verstärkte Aufmerksamkeit, als mit der Entdeckung von Gravitationswellen ein weiteres starkes Indiz für ihre Existenz gefunden wurde. Zuvor war es bereits gelungen, indirekt auf die Existenz Schwarzer Löcher zu schließen: durch die Beobachtung der Bewegung von Sternen um Sagittarius A*, dem Zentrum unserer Milchstraße, durch die Messung von hochenergetischer Strahlung aus Akkretionsscheiben um aktive galaktische Kerne sowie von hochenergetischen Jets aus der Umgebung von Schwarzen Löchern. Zudem versprechen Beobachtungen mit dem Event Horizon Teleskop in Kürze weitere Erkenntnisse. Dennoch bleibt offen, wie eindeutig diese Beobachtungen zu interpretieren sind und wie man damit umgeht, dass Schwarze Löcher nicht direkt zu beobachten sind.

Diesen Fragen widmete sich vom 24. bis 28. April das 641. WE-Heraeus-Seminar, bei dem renommierte internationale Fachleute aus Astronomie, Physik, Mathematik sowie der Wissenschaftsphilosophie den Status der Beobachtungen darstellten und die klassische Theorie Schwarzer Löcher, ihre Stabilität und den Kollaps von Sternen diskutierten. Auch Quantenaspekte Schwarzer Löcher, z. B. im Rahmen von Quantengravitation, wurden behandelt. Dabei wurde klar, dass neben der großen Frage nach der Quantengravitation weitere wichtige Probleme ungelöst sind: die allgemeine Gültigkeit der kosmischen Zensur, der Kollaps zu einem Schwarzen Loch sowie die Physik von Quantenfeldern in den klassischen Gravitationsfeldern Schwarzer Löcher. Schließlich kamen Wissenschaftstheoretiker mit Beiträgen zu Wort, die begriffliche Grundlagen der Thermodynamik Schwarzer Löcher thematisierten und sich mit den Bedingungen beschäftigten, unter denen irdische Beobachtungen Aussagen über die Eigenschaften und die Existenz ferner kosmischer Objekte ermöglichen.

Das Seminar hat mit seiner interdisziplinären Ausrichtung sehr großen Anklang gefunden. Wir danken dem Physikzentrum Bad Honnef für die perfekte Gastfreundschaft und der WE-Heraeus-Stiftung für die administrative Hilfe und die großzügige finanzielle Unterstützung.

Silke Britzen, Claus Lämmerzahl
und Manfred Stöckler

Non-Hermitian Hamiltonians in Physics: Theory and Experiment

642. WE-Heraeus-Seminar

Vom 15. bis 19. Mai 2017 trafen sich in Bad Honnef 67 Physikerinnen und Physiker aus 22 Ländern, um sich über Physik mit nicht-hermiteschen Hamilton-Operatoren auszutauschen. Das war ein in jeder Hinsicht vielfältiges Treffen: Nachwuchswissenschaftler waren ebenso zahlreich vertreten wie etablierte Größen des Gebiets, und auch erfahrene Wissenschaftler, die erst kürzlich ein Interesse an nicht-hermitescher Physik entwickelt haben, befanden sich unter den Teilnehmern.

Wissenschaftlich standen zwei Hauptrichtungen im Mittelpunkt: nicht-hermitesche Operatoren in offenen Quantensystemen sowie nicht-hermitesche Operatoren, die unter der gleichzeitigen Anwendung der Paritäts- und Zeitumkehroperation invariant sind (PT-Symmetrie); diese Operatoren können trotz ihrer Nichthermitizität überraschenderweise reelle Eigenwerte besitzen.

Ein Programm, das viel Freiräume zum Ideenaustausch ließ, und die wunderbare Atmosphäre im Physikzentrum führten zu regen Diskussionen zwischen allen Teilnehmern. Dabei ging es einerseits um grundsätzliche Fragen, z. B. die nach der Existenz von Ähnlichkeitstransformationen von zeitabhängigen PT-symmetrischen Operatoren auf äquivalente hermitesche Operatoren. Andererseits wurden auch mehr angewandte Themen heftig diskutiert: theoretische und experimentelle Aspekte topologischer Phasen in nicht-hermiteschen photonischen Gittern oder das Design besserer Laser. Weitere Themen des Seminars waren u. a. nicht-hermitesche Quantenmechanik in Mikrowellen und die Realisierung von PT-Symmetrie in kalten Atomen und Bose-Einstein-Kondensaten. Zwei Postersitzungen mit 35 Postern trugen ebenfalls zum Erfolg des Seminars bei.

Ein besonderer Erfolg ist, dass eine enge Wechselwirkung zwischen Theoretikern und Experimentatoren hergestellt werden konnte. Dies wird zweifellos in der Zukunft zum Nachweis neuer physikalischer Phänomene führen, die sich durch nicht-hermitesche Operatoren beschreiben lassen.

Eine Wanderung auf den 320 Meter hohen Drachenfels und ein Abstecher zum Probieren des berühmten lokalen Weins rundeten das Programm ab. Die Rückmeldungen zum Seminar waren ausschließlich positiv. Unser Dank gebührt der WE-Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung und die hervorragende Kooperation bei der Vorbereitung des Seminars, und insbesondere für die Bereitstellung zusätzlicher Mittel, um Physikerinnen mit Kleinkindern die Teilnahme am Workshop zu ermöglichen.

Eva-Maria Graefe und Günter Wunner

Impact of 3D magnetic fields on hot plasmas

643. WE-Heraeus-Seminar

Seit mittlerweile mehr als einem halben Jahrhundert läuft die Entwicklung von Tokamaks und Stellaratoren hin zu der Energiequelle der Zukunft. Wie sich gezeigt hat, lässt der verbesserte magnetische Einschluss insbesondere im Hinblick auf Instabilitäten und die Wechselwirkung mit der Wand großen Raum für Verbesserungen. Sowohl bei Tokamaks als auch bei Stellaratoren spielen 3D-Effekte durch Störfelder und die intrinsische 3D-Struktur des Magnetfelds eine wichtige Rolle, um instabilitätsbedingte Schäden zu vermeiden und zu verringern sowie die Wärmelasten auf den Wandelementen, z. B. den Divertoren, zu optimieren.

Vom 22. bis 24. Mai wurden das 643. WE-Heraeus-Seminar sowie der 8. International Workshop on Stochasticity in Fusion Plasmas im Physikzentrum Bad Honnef abgehalten. Die Themen umfassten den Einfluss von 3D-Feldern auf heiße Plasmen, das Verhältnis von 3D-Topologie und magnetischen Störfeldern, Plasma-Gleichgewichte, den magnetischen Einschluss, Turbulenz, Instabilitäten, Disruptionen und die Plasma-Wand-Wechselwirkung.

Wissenschaftler aus 12 Ländern präsentierten 29 Vorträge und 32 Poster, tauschten Wissen und Erfahrungen aus und teilten Perspektiven zukünftiger Konzepte. Ein wichtiger Faktor für den Erfolg des Seminars war die ausgesprochen zuträgliche Atmosphäre im Physikzentrum, welche es jungen Wissenschaftlern erlaubt, im Gespräch mit erfahrenen Kollegen ihres Feldes aus aller Welt bis in den späten Abend zu lernen.

Die Beiträge des Seminars unterstrichen die Bedeutung der 3D-Effekte in Fusionsplasmen, da sie beim Stellarator Wendelstein 7-X sowie beim internationalen Tokamak ITER zum optimalen Betrieb und zur Vermeidung von Schäden durch Instabilitäten nötig sind. Im Verlauf des Seminars hat sich gezeigt, dass die Forschung für Stellaratoren und Tokamaks mittlerweile große Schnittmengen hat und weitere Diskussionen zwischen den beiden Forschergruppen wichtig und notwendig sind.

Wir möchten unsere Dankbarkeit gegenüber der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für ihre beispielhafte Unterstützung zum Ausdruck bringen.

Yunfeng Liang, Oliver Schmitz, Thomas Sunn Pedersen und Valentin Igochine

Priv.-Doz. Dr. Silke Britzen, MPIfR Bonn;
Prof. Dr. Claus Lämmerzahl, Prof. Dr. Manfred Stöckler, U Bremen

Dr. Eva-Maria Graefe, Imperial College London;
Prof. Dr. Günter Wunner, U Stuttgart

Prof. Dr. Yunfeng Liang, FZ Jülich; Prof. Dr. Oliver Schmitz, University of Wisconsin;
Prof. Dr. Thomas Sunn Pedersen, IPP Greifswald; Dr. Valentin Igochine, IPP Garching