

Nodal Patterns in Physics and Mathematics

368. WE-Heraeus-Seminar

Chladni war der Entdecker der Knotenlinien schwingender Platten, die heute seinen Namen tragen. Zur Feier seines 250. Geburtstags gab es vom 24.–28. Juli 2006 an der Leucorea in Wittenberg das 368. Heraeus-Seminar, in fünf Minuten Gehentfernung von Chladni Geburtshaus.

Das Studium der Knotenlinien hat in den letzten Jahren eine überraschende Renaissance erfahren, mit Beiträgen aus Mathematik, theoretischer Physik und bei den Experimenten. Es lag daher nahe, den Workshop interdisziplinär anzulegen. Dies war nicht ohne Risiko, verlangte es doch von allen Rednern, in ihren Beiträgen ein Publikum mit sehr unterschiedlichen Vorkenntnissen gleichermaßen zufriedenzustellen. Zurückblickend kann man feststellen, dass alle Redner diesem Anspruch gerecht geworden sind. Nach einhelliger Meinung aller Beteiligten war die Veranstaltung in dieser und in jeder anderen Hinsicht ein voller Erfolg. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung, durch die dieses Seminar erst möglich wurde.

Nach einer Vermutung von Berry sollten sich die statistischen Eigenschaften von Wellenfunktionen chaotischer Billards durch zufällige Überlagerung von ebenen Wellen gut erklären lassen. Mehrere Vorträge hatten dieses Modell, seine Einschränkungen und mögliche Erweiterungen zum Thema (Bäcker, Schubert, Ketzmerick, Libisch, Heller, Urbina). Auch mit der Zahl der Knotendomänen in chaotischen Systemen befassten sich mehrere Vorträge (Bogomolny, Fal'kovitch, Foltin, Keating, Gnutzmann, Band). Dieses Themengebiet wurde abgerundet durch zwei Beiträge aus der mathematischen Physik (Brüning, Zeldich). Bei elektromagnetischen Feldern in drei Dimensionen übernehmen die Polarisationsingularitäten die Rolle der Knotenlinien. Dabei sind überraschende Topologien möglich, u. a. auch Schleifen

und Verknotungen von Polarisationsingularitäten (Nye, Dennis, Berry).

Fast alle genannten Fragen wurden auch experimentell bearbeitet, sei es mit der Untersuchung der Knotenlinien von schwingenden Blöcken und Platten (Ellegaard), von Schwingungsmustern an Flüssigkeitsoberflächen (Lukaschuk), Knotenlinien in offenen Mikrowellenkavitäten (Kuhl), von verknotetem Licht (Courtial) sowie Chladni-Figuren auf dem visuellen Cortex (Wolf).

Drei historische Vorträge behandelten die denkwürdige Begegnung von Chladni mit Napoleon (Stöckmann), von Chladni erfundene Musikinstrumente (Heise) und die Entwicklung der Akustik von Chladni bis heute (Heller).

Auswählte Beiträge werden bei Springer in einem Proceedings-Band veröffentlicht werden.

Uzy Smilansky, Hans-Jürgen Stöckmann

Anomalous Transport: Experimental Results and Theoretical Challenges

373. WE-Heraeus-Seminar

Was haben das Krabbeln von Nierenzellen, Teilchentransport in Fusionsplasmen und die Ausbreitung von Epidemien gemeinsam? Diese und ähnliche Fragen wurden vom 12.–16. Juli von 70 Forschern aus 17 Ländern im Physikzentrum Bad Honnef diskutiert. Ziel der Tagung war es, Wissenschaftler aus dem interdisziplinären Forschungsfeld des anomalen Transports zusammenzubringen. Ein prominentes Beispiel ist die Diffusion von Testteilchen in turbulenten Strömungen: Hier lassen sich gemessene Orts- und Geschwindigkeitsverteilungen nicht als einfache Brownsche Bewegung verstehen, sondern erfordern Beschreibungsweisen, die komplizierte dynamische Korrelationen erfassen. Dies führt zu nicht-gausschen Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Diffusionsgesetzen, bei denen die mittlere

quadratische Abweichung von Testteilchen langsamer oder schneller als linear in der Zeit ansteigt. Man spricht in diesen Fällen von Sub- oder Superdiffusion.

Derartige Phänomene wurden mittlerweile in einer solchen Vielzahl von Systemen beobachtet, dass man versucht ist, anomalen Transport als „normal“ und normalen Transport als „anomal“ zu bezeichnen. Ein superdiffusives Krabbeln wie bei Nierenzellen wurde auch bei kleinen Würmern gefunden, die zur Schneckenbekämpfung eingesetzt werden. Ein Verständnis des anomalen Transports von Verunreinigungen in Plasmen ist wichtig zur Optimierung von Fusionsreaktoren. Und die Ausbreitung von Karies im Zahnschmelz lässt sich als anomale diffusionskontrollierte chemische Reaktion verstehen.

Um solche verschiedenartigen Prozesse zu modellieren, ist eine Kombination von Beschreibungsweisen der stochastischen Theorie, der nichtlinearen Dynamik und der Theorie ungeordneter Systeme notwendig. So erinnern Alterungsprozesse in Gläsern an nicht-ergodisches Verhalten in intermittenten Abbildungen. Und der Weg von Dollarbanknoten zwischen amerikanischen Städten lässt sich mittels Levy-Flügen beschreiben. Mathematisch lassen sich dynamische Korrelationen durch nicht-ganzzahlige Verallgemeinerungen von Zeit- und Ortsableitungen, das sog. fraktionale Kalkül, elegant erfassen. Anomaler Transport bietet daher ein besonders gutes Beispiel dafür, dass, frei nach Tolstoi, „alle einfachen Systeme in derselben Art und Weise einfach sind, während jedes komplexe System seine eigene Komplexität besitzt.“

Der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung danken wir herzlich für die Unterstützung dieser Tagung und dem Physikzentrum als Tagungsort für die äußerst angenehme Atmosphäre. Von den Teilnehmern wurde diese Konferenz so enthusiastisch aufgenommen, dass bereits zukünftige Treffen für dieses junge, spannende Forschungsfeld angedacht sind.

Rainer Klages, Günter Radons, Igor M. Sokolov

Prof. Dr. Uzy Smilansky, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel
Prof. Dr. Hans-Jürgen Stöckmann, Philipps-Universität Marburg

Dr. Rainer Klages, University of London, School of Mathematical Sciences;
Prof. Dr. Günter Radons, TU Chemnitz, Institut für Physik
Prof. Dr. Igor M. Sokolov, Humboldt-Universität Berlin, Institut für Physik