

Tagungsbericht „Theoretische und mathematische Grundlagen der Physik“, Bonn 2010

Das Programm des Fachverbandes „Theoretische und mathematische Grundlagen der Physik“ umfasste 10 Fachsitzungen mit knapp 30 Vorträgen zu verschiedenen Aspekten vor allem der Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie, drei Hauptvorträge, sowie einen Plenarvortrag.

Manfred Salmhofer (Heidelberg) hielt den Plenarvortrag über die Renormierungsgruppe. Die Renormierungsgruppe ist ein unverzichtbares und universelles Hilfsmittel zur mathematischen Beschreibung von Systemen mit unendlich vielen Freiheitsgraden, insbesondere der Festkörperphysik und der Quantenfeldtheorie. Sie erlaubt es, das System bei verschiedenen Skalen der Energie oder der Länge zu untersuchen, und beschreibt den „Fluss“ der relevanten physikalischen Größen beim Wechsel der Skala. Die Fixpunkte dieses Flusses sind von besonderem Interesse, weil sie verschiedene Phasen des Systems charakterisieren. Manfred Salmhofer stellte moderne Anwendungen der Renormierungsgruppe vor, die sich von der Nanophysik bis zur Quantengravitation spannen.

Rainer Verch (Leipzig) hielt einen Hauptvortrag über die Theorie des thermischen Gleichgewichts in dynamischen Raumzeiten. Obwohl im Gravitationsfeld und in kosmologischen Raumzeiten die traditionellen Methoden der Definition eines Gleichgewichts versagen, spielt dieser Begriff eine zentrale Rolle in der Physik des Universums. Rainer Verch diskutierte mehrere neue Ideen, um dieses wichtige Konzept auch im dynamischen Kosmos mathematisch zu definieren, sowie deren Konsequenzen in einer Reihe von Modellen.

Benjamin Schlein (Cambridge, UK) berichtete über Fortschritte bei der Theorie von Quantensystemen, deren Dynamik durch den Zufall gesteuert wird. Die Energiespektren solcher Systeme weisen bemerkenswerte Universalitätseigenschaften auf: sowohl die Verteilung der Eigenwerte als auch ihre Korrelationen hängen wesentlich nur von den Symmetrien des Systems, nicht aber von den Details der Zufallsdynamik ab. Anwendungen finden sich in der Festkörperphysik und beim Quantenchaos, aber auch beim Design von Netzwerken oder in der Zahlentheorie.

Ingo Runkel (Hamburg) gab einen Überblick über konforme Feldtheorie von zweidimensionalen Systemen mit Rändern, wie sie sowohl bei der Beschreibung von kritischen Oberflächen von Festkörpern als auch in der Stringtheorie auftreten. Die Dynamik solcher Systeme lässt sich vollständig durch die Dynamik von Randfeldern beschreiben. Neben der konformen Symmetrie tritt dabei eine verborgene Symmetrie, die modulare Invarianz, zutage, die es erlaubt, solche Systeme zu klassifizieren und wesentliche physikalische Eigenschaften zu extrahieren ohne die zugrundeliegende Dynamik kennen zu müssen.

Weitere Sitzungen des Fachverbandes zu den Bereichen Quantenmechanik, Quantenfeldtheorie, Quanten-Informationstheorie und Nicht-kommutative Geometrie belegten die methodische Vielfalt und physikalische Spannweite der Mathematischen Physik, die von der Atomphysik bis zur Struktur von Raum und Zeit bei sehr kleinen Längenskalen reicht.

Karl-Henning Rehren (Leiter des Fachverbandes)