

20. Dezember 2017
91/17

Pressedienst

Neue Phänomene in Quantenmaterie beobachtet

Forscher der Universität Hamburg untersuchen dynamische Phasenübergänge

Forscher im Exzellenzcluster „The Hamburg Centre for Ultrafast Imaging“ (CUI) der Universität Hamburg haben erstmals einen dynamischen Quantenphasen-Übergang mit ultrakalten Quantengasen beobachtet. An diesen Gasen, die eine Temperatur nahe dem absoluten Nullpunkt haben, lassen sich mit Hilfe von Laserlicht Messungen zum dynamischen Verhalten von Atomen und Molekülen durchführen. Die Wissenschaftler des Teams um Prof. Dr. Klaus Sengstock und Dr. Christof Weitenberg sowie Prof. Ludwig Mathey berichten im Fachmagazin „Nature Physics“ über ihre Ergebnisse aus der Grundlagenforschung.

Phasenübergänge sind ein grundlegendes Phänomen in der Natur. Man bezeichnet damit den Übergang eines Stoffes von einem Aggregatzustand in den anderen. Ein bekannter Phasenübergang ist z. B. das Gefrieren von Wasser zu Eis: Die Wassermoleküle ordnen sich in Kristallen an und ihr Zustand hat nun eine größere Ordnung. Ein sogenannter „dynamischer Phasenübergang“ zwischen geordneten und ungeordneten Zuständen ist ein völlig neues Phänomen, das in isolierten Quantensystemen auftauchen kann, die nicht im Austausch von Stoff oder Energie mit ihrer Umwelt stehen. Dabei spielt die Zeit die Rolle des externen Parameters, der beim Wasser-Eis-Beispiel die Temperatur war. Bezogen auf dieses Beispiel bedeutet das für die Forscherinnen und Forscher im CUI: Was passiert mit Wasser in einem Glas, das man schüttelt? Während Wasser in einem Glas jedoch nicht dynamisch zwischen flüssiger und fester Phase hin und her wechseln kann, ist dies in der Quantenwelt möglich, denn in Quantensystemen haben Teilchen Eigenschaften, die in der alltäglichen Welt nicht vorkommen.

Um einen solchen dynamischen Phasenübergang in einem Quantensystem zu beobachten, benutzte das Team um Prof. Dr. Klaus Sengstock und Dr. Christof Weitenberg sowie Prof. Ludwig Mathey ultrakalte Atome in einem künstlichen Kristall aus Laserlicht. Dieses sogenannte optische Gitter für Atome wurde aus dem Gleichgewicht gebracht, sozusagen geschüttelt. Die Forscher ließen das System unterschiedlich lange entwickeln, wobei plötzlich eine neue Ordnung auftauchte. Sie zeigte sich durch quantisierte Wirbel, die nach noch längeren Zeiten plötzlich wieder verschwanden. Das System oszilliert zwischen den beiden Ordnungen.

Die Experimente werfen ein neues Licht auf das Verhalten von Quantenmaterie außerhalb des Gleichgewichts. Sie demonstrieren, dass man viel über grundlegende Eigenschaften von Systemen lernen kann, indem man diese sehr stark anregt. Der Beitrag zur Grundlagenforschung in der Physik erhöht nachhaltig unser Verständnis von dynamischen Vorgängen in Quantensystemen.

Originalveröffentlichung:

N. Fläschner, D. Vogel, M. Tarnowski, B. S. Rem, D.-S. Lühmann, M. Heyl, J. C. Budich, L. Mathey, K. Sengstock & C. Weitenberg

„Observation of dynamical vortices after quenches in a system with topology“

Nature Physics (2017)

DOI:10.1038/s41567-017-0013-8

Für Rückfragen:

Prof. Dr. Klaus Sengstock

Universität Hamburg

Fachbereich Physik, Institut für Laserphysik

Tel.: +49 40 8998-5201

E-Mail: sengstock@physik.uni-hamburg.de