



## Millimetergroßes „Riesenatom“ erzeugt Darmstädter Forscher beteiligt an wegweisendem Physik-Experiment

**Sperrfrist:** Donnerstag, 17. Juni 2010, 20 Uhr

Darmstadt/Hannover/Bremen, 17.06.2010. Die seltsamen Gesetze der Quantenphysik, etwa dass sich Materie ähnlich wie eine Lichtwelle verhält, gelten im unsichtbaren Mikrokosmos der Atome und Moleküle. Dass ein Quantensystem aber auch Millimetergröße erreichen kann, bewies ein Physiker-Konsortium in einem wegweisenden Experiment am Fallturm Bremen. Ähnliche Experimente mit frei fallenden Quantensystemen könnten Einsteins Relativitätstheorie testen oder zu superpräzisen Sensoren führen. Der Theoretische Physiker Reinhold Walser von der TU Darmstadt war maßgeblich an Simulationen des Experiments beteiligt.

Es ist immer wieder beeindruckend, wenn der Applaus Tausender Konzertbesucher sich von einem chaotischen Geräuschbrei in ein rhythmisches Kollektivklatschen verwandelt. Ähnliches passiert, wenn Physiker aus einigen Millionen Atomen ein so genanntes Bose-Einstein-Kondensat herstellen. Um einen solchen Phasenübergang hervorzurufen, kühlen Forscher eine Atomwolke fast bis auf den absoluten Temperaturnullpunkt ( $-273\text{ °C}$ ) ab. Laut Quantenphysik stellt jedes Atom eine Materiewelle dar. Bei sinkender Temperatur dehnen sich diese Materiewellen immer weiter aus, bis sie sich schließlich gegenseitig überlagern. Ähnlich wie Ozeanwellen, die sich gegenseitig zu einer Riesenwelle verstärken, wird dann aus den Millionen einzelner Materiewellen eine einzige große Materiewelle, das Bose-Einstein-Kondensat, kurz BEC. Da das BEC den Gesetzen der Quantenphysik folgt, wird es oft „Riesenatom“ genannt.

Albert Einstein und der indische Physiker Satyendranath Bose sagten die Existenz von BECs schon 1924 voraus, im Labor hergestellt werden sie seit 1995. Ein wichtiger weiterer Schritt, nämlich die Herstellung eines BEC in der Schwerelosigkeit, an die Physiker große Hoffnungen knüpfen, ist nun einem Physiker-Team um Ernst Rasel von der Universität Hannover gelungen. Die Physiker, deren Projekt den Namen „Quantus“ trägt, berichten darüber im Forschungsmagazin Science (Vol. 328, S. 1540-1543). Mit Unterstützung der Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) bauten sie die gesamte Apparatur für die Erzeugung und den Nachweis des BEC, die normalerweise ein ganzes Labor füllt, in eine mannsgroße Metallkapsel ein und ließen diese 120 Meter tief vom Fallturm

Referat Kommunikation  
Corporate Communications

Karolinenplatz 5  
64289 Darmstadt

Ihre Ansprechpartnerin:  
Marina Pabst  
Tel. 06151 16 - 27 50  
Fax 06151 16 - 41 28  
[pabst@pvw.tu-darmstadt.de](mailto:pabst@pvw.tu-darmstadt.de)

[www.tu-darmstadt.de/presse](http://www.tu-darmstadt.de/presse)  
[presse@tu-darmstadt.de](mailto:presse@tu-darmstadt.de)



Bremen fallen. Während des fast fünf Sekunden langen freien Falls herrschte in der Kapsel Schwerelosigkeit. Die ersten Sekunden werden für die BEC-Herstellung benötigt. Danach wurde das Kondensat aus dem Magnetfeld, das es festhielt, entlassen und dehnte sich während der verbleibenden Sekunde bis zum gedämpften Aufprall in der Schwerelosigkeit auf einen Millimeter Größe aus, wie die Forscher mithilfe einer CCD-Kamera in der Kapsel nachwiesen. Im Labor kann ein freigelassenes BEC nicht zu einer solchen Größe anwachsen, da es in der Regel nur eine wenige Millimeter lange Fallstrecke hat.

„Unser Bose-Einstein-Kondensat ist das größte bislang erzeugte“, sagt der Theoretische Physiker Prof. Dr. Reinhold Walser vom Institut für Angewandte Physik der TU Darmstadt. Er erstellte ein Computermodell des frei fallenden BECs, das dessen Wachsen in der Schwerelosigkeit simulierte. Der Erfolg des Teams beweise, dass es möglich ist, BECs zuverlässig auch im Weltraum herzustellen, schreiben Paulo Nussenzweig und João C. A. Barata von der Universität Sao Paulo in einem Kommentar in Science. Im All könnten die Riesenatome sehr nützlich sein. „Aus BECs lassen sich Sensoren für die Lage oder Drehungen von Satelliten bauen, die deutlich präziser sind als heutige Sensoren“, sagt Walser. Denn Materiewellen zweier BECs überlagern sich, ähnlich Laserstrahlen, zu einem Interferenzmuster, das sehr empfindlich auf Lageänderungen oder Drehungen reagiert.

Je größer ein BEC, desto präzisere Sensoren lassen sich bauen. Ihre Genauigkeit könnte beispielsweise für Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins nötig sein. Schwerelose BECs im Weltraum könnten außerdem dazu beitragen, eine grundlegende Frage der Physik zu beantworten. Bislang gibt es nämlich für das ganz Große, Planeten und Sterne, sowie das ganz Kleine, Moleküle, Atome und Elementarteilchen, zwei voneinander getrennte Theorien, nämlich die Allgemeine Relativitätstheorie und die Quantenphysik. Ein frei fallendes makroskopisches Quantensystem ist etwas, was die beiden Welten verbindet und daher zu einer einheitlichen Theorie beitragen könnte.

„Unser Ziel ist es, BECs im Weltraum zu erzeugen, am liebsten auf der ISS“, sagt Walser. Bis dahin gibt es noch Zwischenschritten. Zunächst soll das BEC in einem zehn Sekunden währenden Katapultexperiment im Fallturm Bremen untersucht werden. Danach soll das Experiment in eine Rakete eingebaut werden, in der bei einem Parabelflug mehrere Minuten lange Schwerelosigkeit herrschen soll. „So wollen wir die Frage klären, wie groß ein BEC werden kann, den Entstehungsprozess klären und die Anwendung als ultrapräzise Beschleunigungs- und Rotationssensor vorantreiben“, erläutert Walser.



Das Projekt QUANTUS ist ein Zusammenschluss deutscher und europäischer Forschungseinrichtungen, darunter die Leibniz Universität Hannover, die Universität Ulm, die Humboldt-Universität zu Berlin, die Universität Hamburg, das Max-Planck-Institut für Quantenoptik, die Technische Universität Darmstadt, die Ecole Normale Supérieure de Paris, das Midlands Ultracold Atom Research Center in Birmingham, das DLR Zentrum für Raumfahrtssysteme und das Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) in Bremen. Finanziert wurde es durch die Deutsche Agentur für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit Mitteln des Ministeriums für Wirtschaft und Technologie und durch den Exzellenzcluster QUEST (Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research) an der Leibniz Universität Hannover.

**Kontakt für Journalisten:**

Prof. Dr. Reinhold Walser

Theoretische Quantendynamik

Institut für Angewandte Physik

Tel.: 06151-16 5200

E-Mail: [reinhold.walser@physik.tu-darmstadt.de](mailto:reinhold.walser@physik.tu-darmstadt.de)

MI-Nr. 34/2010, mei