

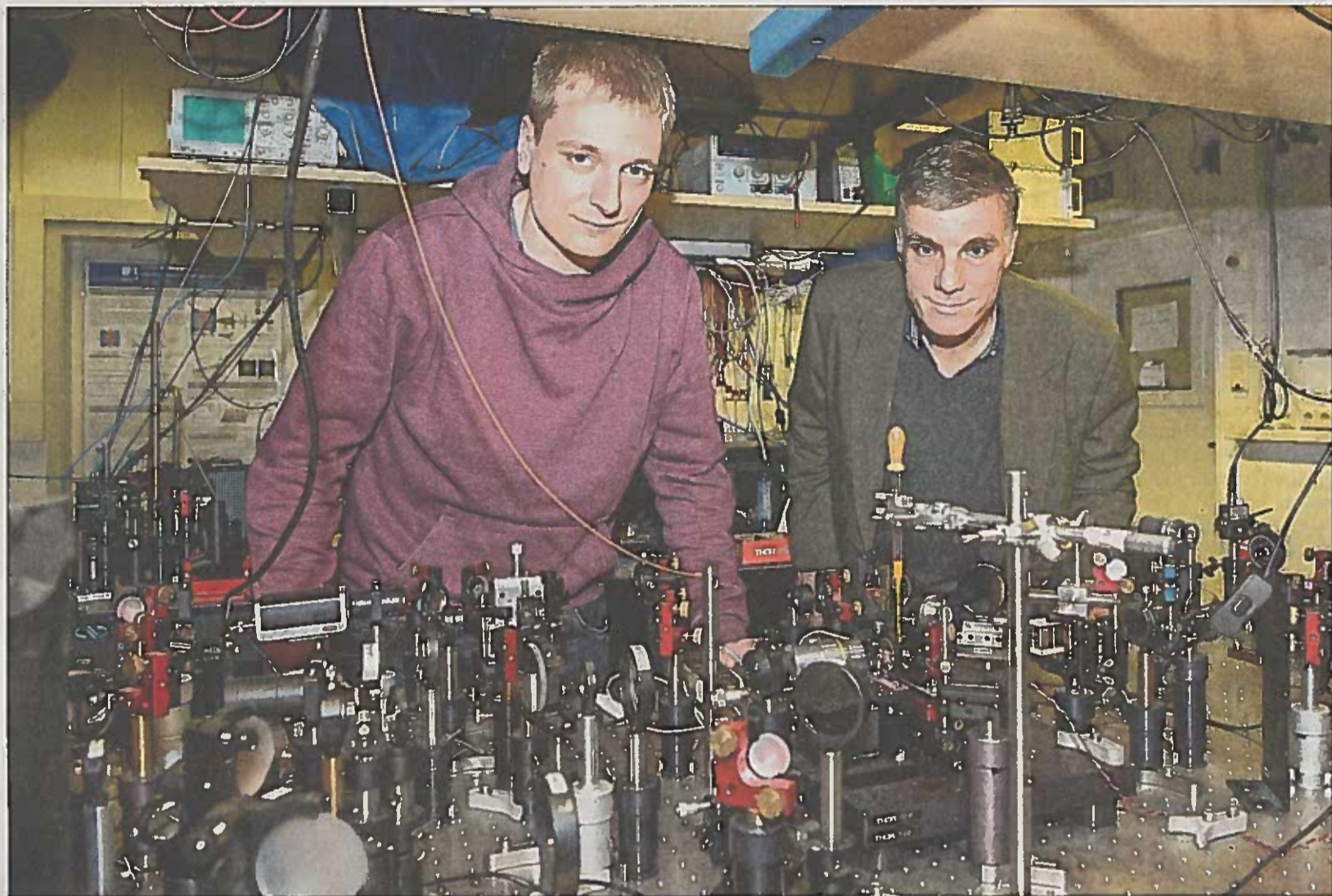
Die Wärmekapazität eines Super-Teilchens

Wissenschaftler der Uni Bonn haben eine weitere Hypothese im Zusammenhang mit Super-Photonen bewiesen

VON THOMAS KÖLSCH

BONN. Immer tiefer dringen Wissenschaftler in das Verständnis der Bausteine des Universums ein und können zunehmend theoretische Konzepte experimentell nachweisen. Dabei fallen viele bislang klare Grenzen – etwa die zwischen Materie und Licht. Physikern der Universität Bonn ist es nun erstmals gelungen, die Wärmekapazität eines photonischen Bose-Einstein-Kondensats zu messen, eines Super-Teilchens, dessen Existenz bis vor einigen Jahren noch pure Fiktion war. 2010 waren es ebenfalls Bonner Forscher um Professor Martin Weitz vom Institut für Angewandte Physik, die dieses kondensierte Licht erstmals erzeugten und damit belegten, dass sich auch Licht mitunter ebenso verhält wie Atome. Mit ihrem aktuellen Experiment haben sie nun eine weitere Hypothese im Zusammenhang mit den Super-Photonen bewiesen – und zugleich ein weiteres potenzielles Anwendungsgebiet entdeckt.

Bose-Einstein-Kondensate bezeichnen üblicherweise eine Ansammlung von Atomen, die unter extremer Kälte zu einer Art Super-Atom verklumpen, worin die einzelnen kleinen Teilchen sich im selben quantenmechanischen Zustand befinden, also gewissermaßen im Gleichschritt marschieren und so physikalisch ununterscheidbar sind. Dieses makroskopische Konstrukt, das Albert Einstein 1924 auf Basis einer Arbeit von Satyendranath Bose vorher sagte, hat einige faszinierende Eigenschaften, unter anderem Superflüssigkeit und die für so genannte Atomlaser interessante Kohärenz. Auch ist es bei seiner Entstehung in der Lage, deutlich mehr Wärmeenergie zu speichern als die Summe der einzelnen Teilchen es im freien Zustand könnte. Im Alltag ist ein vergleichbares Verhalten von Wasser bekannt, das als Flüssigkeit Hitze viel besser bewahren kann denn als Gas und beim Phasenübergang seine thermodynamischen Eigenschaften sprunghaft ändert. Nun haben die Bonner Physiker herausgefunden, dass dies auch bei Photonen gilt.



Professor Martin Weitz (rechts) und Doktorand Tobias Damm hinter ihrer Experimentalanordnung.

FOTO: KÖLSCH

„Unsere Ergebnisse für die Änderung der Wärmekapazität beim Übergang vom Photonengas zum Bose-Einstein-Kondensat decken sich exakt mit den theoretischen Vorhersagen“, erklärt Tobias Damm, der für den entsprechenden Versuchsaufbau verantwortlich ist. „Die Genauigkeit dieser Methode ist so hoch, dass sie sich sehr gut für die Präzisionsmessung bestimmter thermodynamischer Naturkonstanten eignet.“

Doch wie bringt man Licht überhaupt dazu, ein Bose-Einstein-Kondensat zu bilden? Ein Abkühlen im herkömmlichen Sinne ist schließlich kaum möglich. „Wir fangen Licht zwischen zwei Spiegeln ein, die nur wenige Mikrometer voneinander entfernt sind“, be-

schreibt Professor Weitz das Experiment. „Zwischen diesen Spiegeln tropft eine farbige Flüssigkeit hindurch, die Photonen absorbiert und sie wieder absondert. Dabei ändert sich die Farbtemperatur, bis

„Unsere Ergebnisse decken sich exakt mit den theoretischen Vorhersagen“

Tobias Damm
Doktorand

das benötigte thermische Gleichgewicht erreicht ist.“ Die Kondensation erfolge dann relativ einfach: „Photonen sind sehr soziale Teilchen, sie gehen also gerne dahin, wo schon andere ihrer Art sind“, sagt Weitz.

Auch wenn die Arbeit mit photonischen Bose-Einstein-Kondensaten derzeit noch Grundlagenforschung ist, sind die potenziellen Anwendungen faszinierend. „Durch das jetzt durchgeführte Experiment wissen wir zum Beispiel auch, dass der Wärmehalt des Photonengases sich kontinuierlich mit der Umgebungstemperatur ändert. Mit dem Photonengas lassen sich somit theoretisch hochpräzise Thermometer bauen“, erklärt Weitz.

„Das ist nur logisch: Bereits jetzt wird eine Entfernung zwischen zwei Punkten am genauesten mit Licht gemessen, auch die derzeit besten Uhren basieren auf Licht. Da ist es nur noch eine Frage der Zeit, bis wir auch bei der Messung der

Temperatur darauf zurückgreifen.“ Darüber hinaus sind sehr kurzwellige Lichtquellen denkbar, die Laser im UV-Bereich ersetzen könnten. Diese werden benötigt, um unter anderem besonders feine logische Schaltkreise zu gravieren, sind bislang allerdings nur unter hohem technischen Aufwand zu realisieren. Das verblüffend einfache Konzept der Bonner Wissenschaftler könnte hier Abhilfe schaffen. „Dafür müssen in erster Linie die Spiegel noch ein bisschen besser werden, um dieses kurzwellige Licht auch möglichst verlustfrei zu reflektieren“, so Weitz.

Die Bonner werden auf jeden Fall dranbleiben. Und dem Licht weiter auf die Pelle rücken.