

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Thermometer für den Nullpunkt

Will man Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt bestimmen, hilft ein Thermometer wenig. Dazu müsste der Sensor des Thermometers noch weiter heruntergekühlt werden, in einen Bereich, in dem sich dessen fester Aggregatzustand auflösen würde. Nahe Null herrscht ein enges Zusammenspiel zwischen Thermodynamik und Quantenmechanik, das Physiker vom Kirchhoff-Institut der Universität Heidelberg genutzt haben, um Temperaturen von Gasen unterhalb der Bose-Einstein-Kondensation zu berechnen.

Kühlt ein Gas ab, bewegen sich thermodynamisch die Atome desselben langsamer. Dabei werden die Wellenpakete größer, mit denen die Atome quantenmechanisch beschrieben werden. Nahe dem Nullpunkt sind die Wellenpakete der einzelnen Atome schließlich so groß, dass sie sich gegenseitig überlappen, bis sie nicht mehr unterschieden werden können: Die einzelnen Atome sind zu einer einzigen Wolke verschmiert, dem Bose-Einstein-Kondensat.

Ein solches Kondensat erzeugten die Heidelberger Forscher um Prof. Dr. Markus Oberthaler aus Rubidium, einem leicht entzündbaren Alkalimetall, in einer Dipolfalle bei 69 Nanokelvin, also bei weniger als einem Millionstel Grad über Null. Die Wechselwirkung der Atome mit Licht, durch die die Atome in der Dipolfalle gefangen gehalten werden, nutzten die Wissenschaftler aus, um durch eine Erhöhung der Lichtintensität das Kondensat in zwei Atomwolken zu zerlegen.

Die Materiewellen der Atomwolken sind durch ihre Phase gekennzeichnet. Um die Phasen der beiden Wolken vergleichen zu können, werteten die Physiker aus Heidelberg Interferenzmuster aus, die sich bildeten, als die Dipolfalle ausgeschaltet wurde und die getrennten Wolken sich daraufhin durchdrangen. Die dabei beobachteten Phasenschwankungen wurden auf ihre Abhängigkeit von der Temperatur und der Wechselwirkung untersucht: Bei steigender Temperatur nahmen die Phasenschwankungen zu, bei stärkerer Wechselwirkung ab.

Auf der Grundlage der gemessenen Daten ließ sich die Schwankung der Phasendifferenzen als Funktion des Quotienten aus Temperatur und Wechselwirkung (Kopplungsenergie)

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

beschreiben. Aus einer gewählten Kopplungsenergie und gemessener Phasenschwankung lässt sich dann mit dieser Funktion die Temperatur für die Atomwolke des Kondensates berechnen. „Auf diese Weise können auch Temperaturen weit unterhalb der kritischen Temperatur der Bose-Einstein-Kondensation ermittelt werden“, sagt Prof. Dr. Oberthaler.