

[Home] [FAQ] [Registrieren] [Newsletter] [RSS] [Kontakt] [Partner] [Sitemap] [Suche]

Freitag, 24.06.2005

»» Findemaschine

Quanten Optik Laser

Physik weltweit finden

Bitte wählen Sie...

Interferierende Kondensate

Die Phasendifferenz von zwei Bose-Einstein-Kondensaten hat man erstmals zerstörungsfrei und kontinuierlich gemessen.

Login

Ihre E-Mail Adresse

Ihr Passwort:

Passwort vergessen?

Wenn Atome ein Bose-Einstein-Kondensat bilden, geben sie gewissermaßen ihre Individualität auf. Sie lassen sich dann kollektiv durch eine Wellenfunktion beschrieben, die eine zeitlich veränderliche Phase aufweist. Die Entwicklung dieser Phase wird durch äußere Potentiale beeinflusst, die auf das Kondensat wirken. Der absolute Wert der Phase lässt sich zwar nicht bestimmen. Aber durch Interferenz zweier Kondensate, die im Allgemeinen unterschiedliche Phasen haben, kann man immerhin die Phasendifferenz ermitteln.

- »» Forschung
- Astro Gravitation**
- Atom Kern Teilchen**
- Bio Chemie Polymer**
- Computer Mathe**
- Festkörper Nano**
- Geo Klima**
- Quanten Optik Laser**
- Förderprogramme**
- Forschungslandkarte**
- Schwerpunkte**
- Reviews & Artikel**

- »» Einstein
- »» HighTech
- »» Forschung
- »» Studium
- »» Jobs
- »» NanoS
- »» Physik Journal
- »»
- Physik in unserer Zeit
- »»
- Laser Technik Journal
- »» DPG
- »» Shop
- »» Termine
- »» Magazin
- »» News
- »» Abo
- »» Suche

Produkte & Anbieter
Physik Journal
NanoS

Anbieter



LISA
 Wie kommt man in das
 Anbieterverzeichnis?
[mehr](#)

Shop

29-03-2005

[\[Druckansicht\]](#)
[\[Kommentieren\]](#)

**Quantum Dots -
 Spezial P.**



MichlerSingle
 Quantum Dots

»»

Shop

**Photonen Mehr
 zur**



Quantenoptik

»»

Shop

'Quantenphysik'
 Eine



Einführung
 anhand
 elementarer
 Experimente. Mit
 CD-ROM.

»»

Bringt man zwei Kondensate derselben Atomsorte zusammen, dann interferieren sie miteinander. Es bildet sich ein zebrastrifenförmiges Interferenzmuster mit Bereichen hoher und niedriger Atomdichte, das man durch Lichtstreuung sichtbar machen kann. Dabei wird allerdings das Kondensat zerstört. Um die zeitliche Entwicklung der Phasendifferenz zweier Kondensate kontinuierlich verfolgen zu können, muss man sie zerstörungsfrei messen. Das ist jetzt Wolfgang Ketterle und seinen Mitarbeitern vom MIT gelungen, indem sie gezielt Proben aus den beiden Kondensaten entnommen und zur Interferenz gebracht haben.

Dazu wurden zwei zigarrenförmige Bose-Einstein-Kondensate, die etwa eine Million Natriumatomen enthielten, nebeneinander liegend in einer optischen Doppelmulden-Dipolfalle festgehalten. Senkrecht zu ihrer Längsachse wurden die beiden Kondensate von zwei gegenläufigen Laserstrahlen durchquert, deren Wellenlängen sich geringfügig voneinander unterschieden. Das Interferenzmuster der Laserstrahlen wirkte wie ein Bragg-Gitter, an dem die Atome gestreut und in bestimmte Richtungen abgelenkt wurden.

Bei solch einem Streuprozess wird ein Natriumatom von einem kurzwelligen Photon getroffen. Das Atom reflektiert das Photon, das dabei Energie und Impuls verliert, in den langwelligen Laserstrahl hinein. Die Energie- und Impulsdifferenz nimmt das Atom auf und fliegt aus dem Kondensat in einer bestimmten Richtung heraus. Die übrigen Atome im Kondensat werden von diesem Streuprozess nicht beeinflusst. Mit dieser Methode konnten die Forscher aus einem Kondensat Atome entnehmen, ohne das verbleibende Kondensat zu stören. Sowohl die aus dem Kondensat herausgeschlagenen Atome als auch das gestreute Licht enthielten Informationen über das Kondensat.

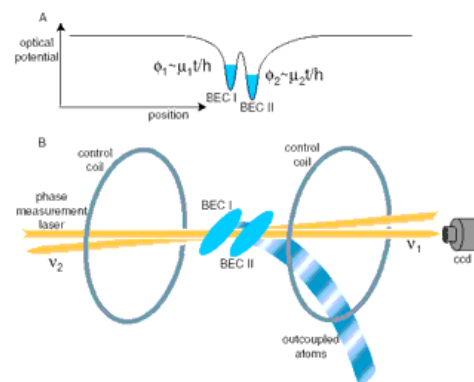


Abb.: Schema zur kontinuierlichen Phasemessung: (A) Energiediagramm von zwei unabhängigen Bose-Einstein-Kondensaten (BEC I and BEC II), die in einer optischen Doppelfalle gefangen sind. (B) Zwei Laserstrahlen werden dazu verwendet, um einige Atome aus der Falle auszukoppeln. Die Auskopplungsrate hängt dabei von dem relativen Phasenunterschied der beiden Kondensate ab. Misst man nun die Zahl der ausgekoppelten Atome oder die der gestreuten Atome, erhält man ein Maß für diesen Phasenunterschied. (Quelle: Ketterle Group)

Wurden auf diese Weise Atome aus den beiden nebeneinander liegenden Kondensaten herausgeschlagen, so flogen sie in dieselbe Richtung davon. Die Atome bildeten zwei Atomlaserstrahlen, die miteinander interferierten. Ob die Interferenz konstruktiv oder destruktiv war, ob also viele oder wenige Atome aus den Kondensaten herausgeschlagen wurden und davonflogen, hing von der momentanen Phasendifferenz der Kondensate ab. Da die Kondensate unterschiedlichen äußeren Potentialen ausgesetzt waren, änderte sich die Phasendifferenz fortlaufend. Deshalb variierte die Zahl der davonfliegenden Atome periodisch und es entstand

ein Streifenmuster. Ein Schnappschuss mit einem Laser als Blitzlicht, bestätigte dies. Dabei wurde allerdings die Kohärenz der Atomlaserstrahlen zerstört.

Es gab indes auch eine Möglichkeit, die Interferenzen der Atomlaserstrahlen und damit die Phasendifferenz zerstörungsfrei zu messen. Zu jedem Atom, das aus einem der Kondensate herauskatapultiert worden war, gehörte genau ein gestreutes Photon. Indem die Wissenschaftler kontinuierlich die Zahl der gestreuten Photonen registrierten, konnten sie ermitteln, wie viele Atome im Laufe der Zeit aus den Kondensaten entwichen. Daraus ließ sich das Interferenzmuster der beiden Atomlaserstrahlen rekonstruieren und damit auch die Phasendifferenz der Kondensate.

Wie gut ihr Verfahren funktioniert, demonstrierten die Forscher, indem sie die beiden Kondensate gezielt unterschiedlichen Magnetfeldern aussetzten und die Muldentiefen in der Dipolfalle variierten. Die infolgedessen veränderte Phasendifferenz der Kondensate ließ ein verändertes Interferenzmuster der Atomlaserstrahlen erwarten. Dies konnten die Forscher anhand der gestreuten Photonen dann auch tatsächlich indirekt beobachten. Auf diese Weise wird es möglich, die Phase eines Kondensats gezielt zu verändern und der Phase eines anderen Kondensats anzugleichen. Dadurch könnte man zum Beispiel ein Kondensat, das kontinuierlich einen Atomlaserstrahl abgibt, kohärent wieder auffüllen.

Das am MIT entwickelte Verfahren eignet sich auch dazu, sehr präzise die Kräfte zu messen, die auf ein Bose-Einstein-Kondensat wirken und dabei dessen Phase verändern. So ließen sich zum Beispiel neuartige Gyroskope entwickeln, die mit Bose-Einstein-Kondensaten arbeiten. Diese Atom-Gyroskope wären möglicherweise wesentlich genauer als die heute benutzten Laser-Gyroskope. Darüber hinaus eröffnet die zerstörungsfreie Messung von Phasenunterschieden die Möglichkeit, Kondensate miteinander zu koppeln, die Bruchteile von Millimetern – und damit sehr weit – voneinander entfernt sind. An ihnen ließen sich grundlegende Phänomene untersuchen, wie die Diffusion der Phase eines Kondensats oder der Josephson-Effekt zwischen zwei Kondensaten.

Rainer Scharf

Weitere Infos:

- Originalveröffentlichung:
M. Saba et al.: Light Scattering to Determine the Relative Phase of Two Bose-Einstein Condensates. *Science* **307**, 1945 (2005)
<http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/307/5717/1945>
http://cua.mit.edu/ketterle_group/Projects_2005/Pubs_05/saba05_textfigs.pdf (frei!)
Zusätzliches Material:
<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/307/5717/1945/DC1>
- Homepage der Ketterle-Pritchard-Gruppe:
http://cua.mit.edu/ketterle_group/
- Spezielle Dokumente und Informationen zum Thema finden Sie ganz einfach mit der [Findemaschine](#), z. B. in der Kategorie [Bose-Einstein-Kondensation](#).

Weitere Literatur:

- *M. R. Andrews et al.*: Observation of interference between two Bose condensates. *Science* **275**, 637 (1997).
http://cua.mit.edu/ketterle_group/Projects_1997/Pubs_97/andr97-Science_int.pdf (frei!)
- *J. Stenger et al.*: Bragg spectroscopy of a Bose-Einstein condensate. *Phys. Rev. Lett.* **82**, 4569 (1999).
http://cua.mit.edu/ketterle_group/Projects_1999/Pubs_99/sten99-PRL04569-bragg.pdf

Copyright © 2001 - 2005

[Datenschutz](#) [Nutzungsbedingungen](#) [Impressum](#) [Webmaster](#)