

Press release**Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn****Svenja Ronge**

08/25/2021

<http://idw-online.de/en/news774699>Research results, Scientific Publications
Chemistry, Information technology, Physics / astronomy
transregional, national**Physiker machen Laserstrahlen in Vakuum sichtbar**

Einen Lichtstrahl kann man nur dann sehen, wenn er auf Materieteilchen trifft und von ihnen gestreut oder reflektiert wird. Im Vakuum ist er dagegen unsichtbar. Physiker der Universität Bonn haben nun eine Methode entwickelt, mit der sich Laserstrahlen auch unter diesen Bedingungen sichtbar machen lassen.

Einen Lichtstrahl kann man nur dann sehen, wenn er auf Materieteilchen trifft und von ihnen gestreut oder reflektiert wird. Im Vakuum ist er dagegen unsichtbar. Physiker der Universität Bonn haben nun eine Methode entwickelt, mit der sich Laserstrahlen auch unter diesen Bedingungen sichtbar machen lassen. Sie vereinfacht die ultragenau Justierung der Laser, die für die Manipulation einzelner Atome erforderlich ist. Die Forscher haben ihr Verfahren nun in der Zeitschrift Physical Review Applied vorgestellt.

Lässt man einzelne Atome miteinander interagieren, legen sie oft ein ungewöhnliches Verhalten an den Tag. Diese Effekte lassen sich etwa für die Konstruktion sogenannter Quantencomputer nutzen, die bestimmte Probleme lösen können, an denen sich herkömmliche Rechner die nicht vorhandenen Zähne ausbeißen. Für derartige Experimente ist es aber nötig, einzelne Atome genau an die richtige Position zu manövrieren. „Wir nutzen dazu Laserstrahlen, die uns gewissermaßen als Förderbänder aus Licht dienen“, erklärt Dr. Andrea Alberti, der die Studie am Institut für Angewandte Physik der Universität Bonn geleitet hat.

Ein solches Förderband enthält zahllose Taschen, von denen jede ein einzelnes Atom aufnehmen kann. Die Taschen lassen sich vor- und zurückfahren. So lässt sich ein Atom gezielt an eine bestimmte Stelle im Raum transportieren. Will man die Atome in verschiedenen Richtungen bewegen, benötigt man dazu in der Regel mehrere Licht-Förderbänder. So lassen sich die Atome zum passenden Ort transportieren, wo sie miteinander interagieren können. Damit dieser Vorgang kontrolliert abläuft, müssen alle Taschen des Förderbandes die gleiche Form und Tiefe haben. „Um diese Homogenität zu gewährleisten, müssen sich die Laser mikrometergenau überlappen“, erläutert Gautam Ramola, der Erstautor der Studie.

Eine Bohne im Fußballstadion

Diese Aufgabe ist weniger trivial, als sie klingt. Denn zum einen erfordert sie eine große Genauigkeit. „Es ist in etwa so, als müssten Sie von den Rängen eines Fußballstadions mit einem Laserpointer eine Bohne treffen, die auf dem Anstoßpunkt liegt“, verdeutlicht Alberti. „Doch damit nicht genug - Sie müssen das sogar mit verbundenen Augen schaffen.“ Denn Quanten-Experimente finden in nahezu vollkommenem Vakuum statt. Wir können Lichtstrahlen aber nur dann sehen, wenn sie an einem Materieteilchen gestreut oder von ihm reflektiert werden. Im Vakuum sind sie unsichtbar.

Die Bonner Forscher nutzten daher die Atome selbst, um den Verlauf des Lichts zu messen. „Dazu haben wir das Laserlicht zunächst auf charakteristische Weise verändert – wir sprechen auch von einer elliptischen Polarisation“, erklärt Alberti. Sobald die Atome auf den so präparierten Laserstrahl geladen werden, nehmen sie bestimmte Eigenschaften an, die sich mit hoher Präzision messen lassen. „Jedes Atom wirkt wie ein kleiner Sensor, der die

Intensität des Strahls aufzeichnet“, erklärt Alberti. „Indem wir Tausende von Atomen an verschiedenen Stellen untersuchen, können wir die Lage des Strahls auf wenige Tausendstel Millimeter genau bestimmen.“

Den Forschern gelang es auf diese Weise beispielsweise, vier Laserstrahlen so zu justieren, dass sie exakt an der gewünschten Position aufeinandertrafen. „Normalerweise würde eine solche Justierung mehrere Wochen in Anspruch nehmen, und man hätte trotzdem keine Gewähr, dass der optimale Punkt erreicht wurde“, sagt Alberti. „Mit unserem Verfahren benötigten wir dafür nur etwa einen Tag.“

Förderung:

Die Studie wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

contact for scientific information:

Dr. Andrea Alberti

Institut für Angewandte Physik der Universität Bonn

Tel.: +49 228 73-3471

E-Mail: alberti@iap.uni-bonn.de

Original publication:

Gautam Ramola, Richard Winkelmann, Karthik Chandrashekar, Wolfgang Alt, Peng Xu, Dieter Meschede und Andrea Alberti: Ramsey imaging of optical traps; Physical Review Applied; <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.024041>

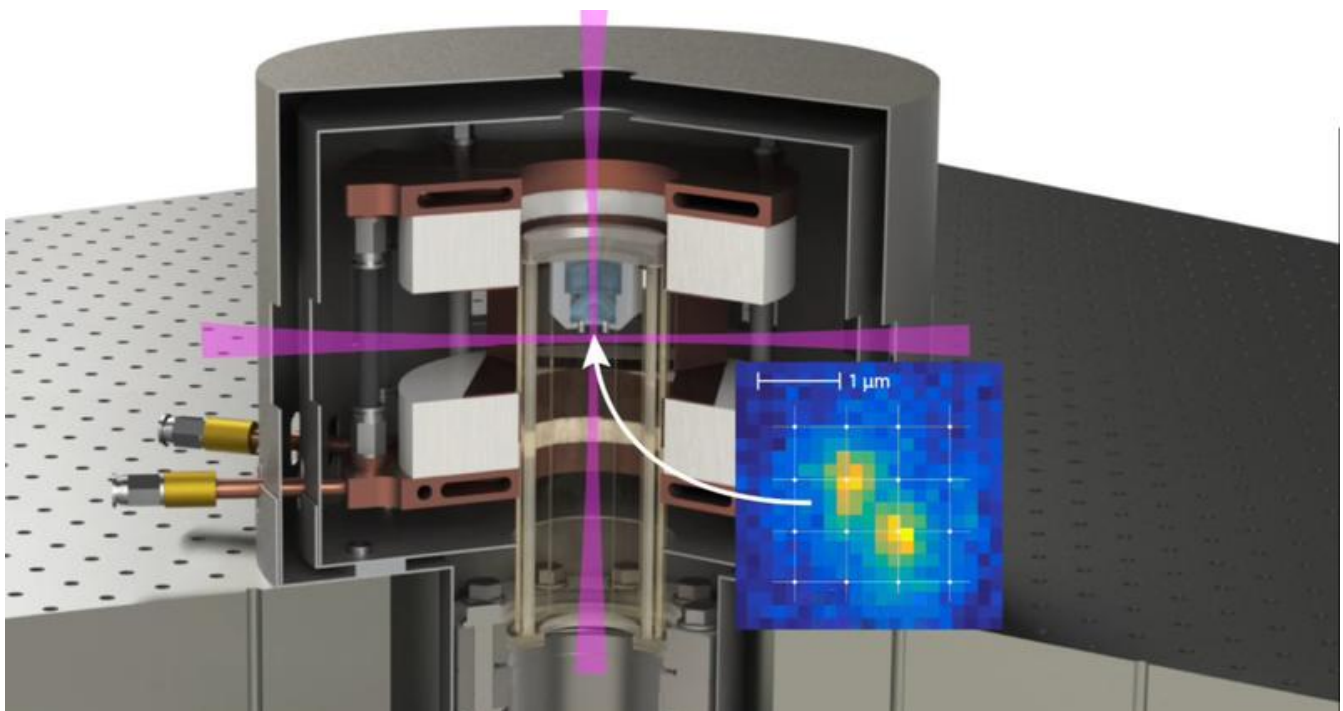


Abbildung der experimentellen Apparatur mit der Vakuumzelle in der Mitte und dem darin eingebetteten Objektiv. Zwei der vier Laserstrahlen sind gezeichnet (nicht maßstabsgetreu). Inset: Fluoreszenzbild zweier einzelner Atome.

Stefan Brakhane

© Stefan Brakhane / Universität Bonn



Studienleiter Dr. Andrea Alberti vom Institut für Angewandte Physik der Universität Bonn
Volker Lannert
© Volker Lannert / Universität Bonn