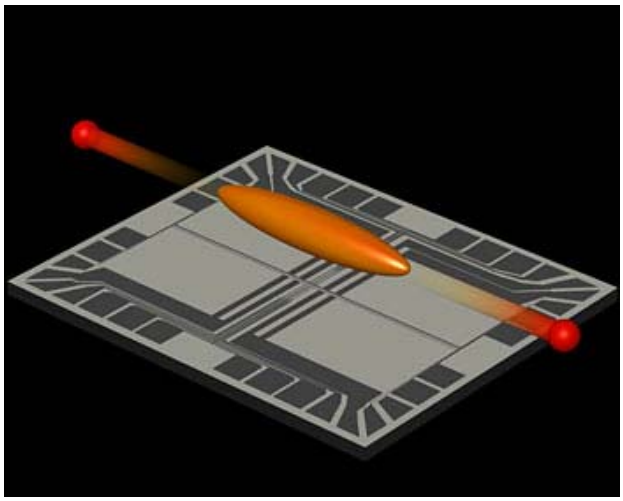
2.5.11: Quanten auf gleicher Wellenlänge - Grazer Physiker simulierten erstmals Zwillingsatom-Strahlen

Das Verhalten von Atomen verstehen, kontrollieren und manipulieren zu können, ist Ziel intensiver Forschungen. Von neuen Einsichten versprechen sich Wissenschaft und Wirtschaft zukunftsträchtige Anwendungen, wie etwa den Atom-Laser oder hoch sensible Sensoren für Präzisionsmessungen. Physiker der Karl-Franzens-Universität Graz und der TU Wien haben nun ein neues Phänomen entdeckt: Zwillingsatom-Strahlen. Ihre Erkenntnisse wurden am 1. Mai 2011 online im renommierten Fachjournal „Nature Physics“ publiziert.

Auch Atome können in die Falle gehen. Auf sogenannten Atom-Chips werden sie mit Hilfe von Magnetfeldern, die durch elektrische Ströme entstehen, eingefangen und dann im Vakuum kalt und ruhig gestellt. Bei einer Extremtemperatur von 50 Nanokelvin – nahe dem absoluten Nullpunkt von -273,15 ° Celsius – befinden sich die Atome im quantenmechanischen Grundzustand. In diesem Zustand niedrigster Energie bewegen sie sich nur mehr mit einer Geschwindigkeit von wenigen Millimetern pro Sekunde, während sie bei Raumtemperatur mit 1000 bis 4000 Kilometer pro Stunde unterwegs sind. Und noch eine Besonderheit weisen ultra-kalte Atome auf: Sie haben – so wie Licht – sowohl Teilchen- als auch Welleneigenschaften. Damit tun sich viel versprechende Möglichkeiten auf, Lichttechnologien in Zukunft durch noch präzisere Quantentechnologien ersetzen zu können.



Ein ultra-kaltes Bose-Einstein-Kondensat im Atom-Chip emittiert Atompaare, die quantenphysikalisch miteinander verknüpft sind.
Foto: TU Wien, Robert Bücker

Eine Ansammlung von Atomen im quantenmechanischen Grundzustand wird als Bose-Einstein-Kondensat (BEK) bezeichnet. BEKs auf Atom-Chips eignen sich hervorragend für quantenphysikalische Forschungen und Experimente, wie jüngst der Nachweis von Zwillingsatom-Strahlen. An der Karl-Franzens-Universität Graz hat Dr. Julian Grond im Rahmen seiner Dissertation am Institut für Physik dieses Phänomen mit Hilfe von Computersimulationen erstmals beschrieben. Betreut wurde er bei seiner Arbeit von Ao.Univ.-Prof. Dr. Ulrich Hohenester.

Hohenester erklärt, wie es zur Beobachtung von Zwillingsatom-Strahlen kam: „Wir haben ein BEK auf einem Atom-Chip durch das kontrollierte Verändern elektrischer Ströme in ganz bestimmten Dosierungen so geschüttelt, dass alle Atome aus dem quantenmechanischen Grundzustand auf das nächst höhere Energieniveau gesprungen sind.“ Dieser angeregte Zustand ist für die Atome jedoch nicht stabil: „Wenn zwei Atome aneinanderstoßen, bewegen sie sich als Zwillingsatom-Strahlen mit genau gleicher Geschwindigkeit und gleicher Wellenlänge in entgegengesetzte Richtungen davon“, so Hohenester.

Was die Physiker der Uni Graz am Computer simuliert haben, hielt auch der Prüfung in der Realität stand: Experimente an der TU Wien bestätigten die Existenz der Zwillingsatom-Strahlen.

>> Nature Physics
>> Publikation (doi:10.1038/NPHYS1992)

>> Institut für Physik – Theoretische Nanowissenschaft

Gudrun Pichler