

## Schritt zum Quantencomputer: Quantenrauschen gemessen

Letzte Aktualisierung Freitag, 9. Mai 2008

Grundlagenarbeiten des Innsbrucker Physikers Jörg Schmiedmayer mit seiner AtomChipGroup aus deutschen, amerikanischen und österreichischen Wissenschaftlern könnten vielleicht in Zukunft bei der Entwicklung eines Quantencomputers von Bedeutung sein. Sie haben das Quanten-Rauschen gemessen und befunden: Stille gibt es nicht.

Miniaturisierung. Die Entwicklung der Mikroelektronik und der Informationstechnologie seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat gezeigt, dass die Resultate fundamentaler Wissenschaft durch Miniaturisierung und Integration zu robusten Anwendungen gebracht werden können. Der AtomChip strebt nun eben dies für Quantenoptik und Quantenphysik mit Atomen und Photonen an. Im Rahmen der Forschungsarbeiten soll die fundamentale Physik einer solchen Miniaturisierung und Integration erforscht werden. Auf dem AtomChip werden Atome mittels nanostrukturierter Atomfallen und Mikrooptik gefangen, Quanten manipuliert, und detektiert. Das Ziel ist eine Quantentoolbox zu entwickeln, die es erlaubt, in den verschiedensten Quantenwelten zu experimentieren und Quantenbrücken zwischen ihnen zu bilden. Anwendungen reichen von ultrapräzisen Sensoren bis zur Quanteninformationsverarbeitung.

:::Freiklick:::> Hannes-Jörg SCHMIEDMAYER

Die absolute Stille gibt es nicht. Immer ist ein, wenn auch noch so leises Rauschen vorhanden, selbst in der Welt der Quanten. Wie lässt sich dieses messen? Was in unserer "normalen" Welt nicht besonders schwierig ist, wird in der uns fremden Quantenwelt eine komplizierte Angelegenheit. Der Physiker Jörg Schmiedmayer vom Atominstitut der Österreichischen Universität hat zusammen mit seiner Arbeitsgruppe an der Heidelberger Ruprecht-Karls-Universität und US-amerikanischen Kollegen jedoch in einem Experiment, das in der Online-Ausgabe der Wissenschaftszeitschrift "Nature Physics" veröffentlicht wurde, dieses Quanten-Rauschen gemessen.

:::Freiklick:::> Nature Physics: Probing quantum and thermal noise in an interacting many-body system  
Rubidium-Atome. Für dieses Experiment verwendeten die Wissenschaftler ein paar tausend Rubidium-Atome, die bis auf wenige Nanograd an den absoluten Nullpunkt von -273,15 Grad Celsius abgekühlt wurden. Bei dieser Temperatur nehmen die Atome den Zustand des so genannten Bose-Einstein-Kondensats (BEC) ein. Die einzelnen Teilchen verlieren dabei ihre Identität, sie verhalten sich wie ein riesiges Superatom und bewegen sich sozusagen im Gleichklang.

:::Freiklick:::> AtomChip Group Prof. Dr. Jörg Schmiedmayer

Das Quanten-Rauschen sorgt aber dafür, dass dieser Gleichklang ab einer gewissen Menge von Atomen gestört wird. Diesen Umstand machten sich die Physiker in ihrem Experiment zu Nutzen, indem sie zwei Ketten von Rubidium-Atomen im Zustand des BEC zur Interferenz brachten und das dabei entstehende Interferenzmuster mit einem Laser beleuchteten und fotografierten. Die Interferenzbilder zeigen die Störungen des Gleichklangs der beiden Ketten in Form von in Wellenlinien verbogenen Mustern anstatt gerader Streifen bei völliger Harmonie der Teilchen.

:::Freiklick:::> Wittgenstein-Preis an "Mister Atomchip" Schmiedmayer

"Selbst bei diesen niedrigen Temperaturen ist es schwierig, das thermische Rauschen von dem fundamentalen Quanten-Rauschen zu unterscheiden", erläutert Jörg Schmiedmayer eine weitere Problematik des Experimentes. Denn die bei dem Experiment noch vorhandene Temperatur von weniger als einem millionstel Grad über dem absoluten Nullpunkt verursacht immer noch ein thermisches Rauschen. Mit Hilfe von statistischen Auswertungen der Bilder ist es den Wissenschaftlern nun jedoch erstmals gelungen, thermisches Rauschen und echtes Quanten-Rauschen voneinander zu trennen.

Quantencomputer. Derartige Grundlagenarbeiten könnten vielleicht in Zukunft bei der Entwicklung eines Quantencomputers von Bedeutung sein. "Wenn man ein Quantensystem haben will, das rechnet, dann wird alles noch viel komplizierter", betont Jörg Schmiedmayer und weist darauf hin, dass das jetzt vorgestellte Experiment es ermöglicht zu erkennen, wie sich Quanteneigenschaften selbst zerstören können. Eine wichtige Voraussetzung, um vielleicht irgendwann einmal einen Quantencomputer zu bauen. "Wahrscheinlich muss aber erst noch die entsprechende Technologie dafür entwickelt werden, wie das die Halbleiter-Technologie für die heutigen Computer ist", schränkt der Physiker Schmiedmayer ein.