

7. April 2022

[IQOQI Medieninformation 1/2022](#)

Spiegelkabinett als Sensorplattform

Sensoren sind ein Grundpfeiler des Internets der Dinge, sie liefern die Daten für die Steuerung aller möglichen Objekte. Präzision ist dabei unerlässlich, und hier könnten Quantentechnologien einen wichtigen Beitrag leisten. Forscher in Innsbruck und Zürich zeigen nun, wie Nanoteilchen in winzigen optischen Resonatoren ins Quantenregime versetzt und als hochpräzise Sensoren eingesetzt werden könnten.

Fortschritte in der Quantenphysik bieten neue Möglichkeiten, um die Präzision von Sensoren deutlich zu verbessern, und könnten so neue Technologien ermöglichen. Ein Team um Oriol Romero-Isart vom Institut für Quantenoptik und Quanteninformation der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und dem Institut für Theoretische Physik der Universität Innsbruck sowie ein Team unter der Leitung von Romain Quidant an der ETH Zürich präsentieren nun ein neues Konzept für einen hochpräzisen Quantensensor. Die Forscher schlagen vor, dass die Bewegungsfluktuationen eines in einem mikroskopisch-kleinen optischen Resonator gefangenen Nanoteilchens durch Ausnutzung der schnellen instabilen Dynamik des Systems deutlich unter die Bewegungsfluktuationen des Grundzustandes reduziert werden könnten.

Teilchen im Spiegelkabinett

In der Quantenmechanik lassen sich die Bewegungsfluktuationen durch sogenanntes „Quetschen“ unter jene des Grundzustands reduzieren. In der Vergangenheit wurde dieser Prozess mit mikromechanischen Resonatoren im Quantenbereich experimentell realisiert. Die Wissenschaftler schlagen nun einen neuen Ansatz vor, der speziell auf schwebende mechanische Systeme zugeschnitten ist. „Wir zeigen, dass ein richtig konstruierter optischer Resonator dazu verwendet werden kann, die Bewegung eines schwebenden Nanopartikels schnell und stark zu quetschen“, sagt Katja Kustura aus dem Team von Oriol Romero-Isart. In einem optischen Resonator sind Spiegel so angeordnet, dass das Licht möglichst reflektiert wird und mit dem schwebenden Nanopartikel in Wechselwirkung tritt. Dies kann zu dynamischen Instabilitäten führen, die oft als unerwünscht angesehen werden. Die Forscher zeigen nun, wie diese Instabilitäten auch als Ressource genutzt werden können. „In der aktuellen Arbeit können wir zeigen, wie die daraus resultierende instabile Dynamik eines mechanischen Oszillators in einem optischen Resonator zu mechanischem Quetschen führt, wenn diese Instabilitäten richtig kontrolliert werden“, sagt Kustura. Das neue Protokoll ist robust gegenüber Verlusten, was es besonders für die Optomechanik schwebender Systeme geeignet macht. In der in der Fachzeitschrift *Physical Review Letters* erschienen Arbeit demonstrieren die Forscher ihr Konzept am Beispiel eines Siliziumdioxid-Nanoteilchens, das über kohärente Streuung an einen Mikroresonator gekoppelt ist. „Dabei zeigt sich, dass wir das Teilchen um Größenordnungen unterhalb der Grundzustandsfluktuationen quetschen können, selbst wenn wir von einem thermischen Zustand ausgehen“, zeigt sich Oriol Romero-Isart erfreut.

Mit dem neuen Ansatz könnten optische Resonatoren genutzt werden, um schwebende Teilchen auf mechanischem Weg in den Quantengrundzustand zu versetzen. Solche Mikroresonatoren bieten somit eine neue, interessante Plattform für den Bau von Quantensensoren. Diese könnten nicht nur in selbstfahrenden Autos, sondern zum Beispiel auch bei Satellitenmissionen und in der Seismik zum Einsatz kommen. Die Forschungen in Innsbruck und Zürich wurden von der Europäischen Union finanziell unterstützt.

Publikation: Mechanical squeezing via unstable dynamics in a microcavity. Katja Kustura, Carlos Gonzalez-Ballester, Andrés de los Ríos Sommer, Nadine Meyer, Romain Quidant, Oriol Romero-Isart. Phys. Rev. Lett. 128, 143601 doi: 10.1103/PhysRevLett.128.143601
<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.128.143601>
<https://arxiv.org/abs/2112.01144>

Bild: Zwischen Spiegeln eingeschlossene Nanoteilchen könnten eine vielversprechende Plattform für Quantensensoren sein.

Bildcredit: IQOQI Innsbruck

Kontakt:

Katja Kustura
Institut für Quantenoptik und Quanteninformation
Österreichische Akademie der Wissenschaften
T +43 512 507 52293
E katja.kustura@oeaw.ac.at
W <https://romeroisartgroup.com/>

Christian Flatz
Public Relations
Mobil: +43 676 872532022
E-Mail: pr-iqoqi@oeaw.ac.at