

Pressemitteilung

Universität Duisburg-Essen

Cathrin Becker

10.05.2021

<https://idw-online.de/de/news768466>

Forschungsergebnisse
Physik / Astronomie
überregional



Offen im Denken

Genauigkeit von Drehmoment-Sensoren erhöhen: Der Weg zum Quanten-Kreisel

Ihre Berechnungen zeigen, wie sich die Bewegung winziger Partikel durch Licht dämpfen lässt, bis die alltäglichen Gesetze der Physik nicht mehr gelten: Vereinfacht ausgedrückt sind das die Ergebnisse von Physiker:innen der Universität Duisburg-Essen (UDE), zu denen gleich drei Veröffentlichungen in renommierten Fachmagazinen* erschienen sind. Obwohl es sich um Grundlagenforschung handelt, könnten die Erkenntnisse helfen, genauere Drehmoment-Sensoren zu entwickeln.

Kreisel finden sich nicht nur in Kinderzimmern – auch als Bewegungssensoren in Fahrzeugen oder als Stabilisatoren in Schiffen werden deren Drehbewegungen eingesetzt. Die meisten Anwendungen beruhen auf der verblüffenden Art, wie sich starre Objekte drehen und auf externe Kräfte und Drehmomente reagieren: Da gibt es die Gyroskop-Stabilisierung, die eine rollende Münze aufrecht hält oder den Tennisschlägereffekt, der das ausufernde Torkeln eines solchen hochgeschleuderten Sportgeräts beschreibt.

In aktuellen Arbeiten haben nun Forschende um Dr. Benjamin Stickler ein Experiment vorgeschlagen, um die Bewegung nanometergroßer Kreisel so weit zu dämpfen, dass sie den Gesetzen der Quantenphysik folgt: „Hiervon erwarten wir uns weitere überraschende Phänomene, die so nur in diesem Zustand vorkommen können“, so der Physiker.

Pinzette aus Licht

Im vorgeschlagenen Experiment wird der Kreisel – ein nur nanometergroßes Siliziumteilchen – in einer optischen Pinzette in der Schwebe gehalten. In dieser aus Laserlicht geformten Falle, deren Erfindung 2018 mit dem Physik-Nobelpreis geehrt wurde, kann ein Teilchen noch eingeschränkt hin- und herschwingen und sich drehen. Um Quanteneffekte zu beobachten und zu nutzen, muss diese verbliebene Bewegung allerdings gedämpft werden: Das ist möglich, indem das Teilchen zwischen zwei Spiegeln platziert wird, die das von ihm gestreute Laserlicht reflektieren und wieder auf das Teilchen zurückwerfen. Das Team konnte nun zeigen, dass es möglich ist, sowohl die Schwingungs- als auch die Drehbewegung des Teilchens bis in den gewünschten Zustand zu dämpfen, wenn das Laserfeld der optischen Pinzette in Form einer Ellipse schwingt.

Dies stellt nicht nur einen bedeutenden Schritt zur grundlegenden Erforschung und Anwendung von Quanten-Kreiseln dar: Die Methode ermöglicht es künftig auch, Effekte zu beobachten, die die Genauigkeit heutiger Drehmoment-Sensoren deutlich erhöhen können.

Bild: Das Nanoteilchen (blau) dreht und bewegt sich in einem Laserfeld (rot), wo seine Bewegung durch Reflexion des Lichtes (Wellenlinien) an den nebenstehenden Spiegel gedämpft wird.

© UDE/Schäfer

*Originalveröffentlichungen:

J. Schäfer, H. Rudolph, K. Hornberger, B. A. Stickler
Cooling nanorotors by elliptic coherent scattering
Phys. Rev. Lett. 126, 163603 (2021)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.163603>

H. Rudolph, J. Schäfer, B.A. Stickler, K. Hornberger
Theory of nanoparticle cooling by elliptic coherent scattering
Phys. Rev. A 103, 043514 (2021)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.103.043514>

B. A. Stickler, B. Papendell, S. Kuhn, B. Schriniski, J. Millen, M. Arndt, K. Hornberger
Probing macroscopic quantum superpositions with nanoscale rotors
New J. Phys. 20, 122001 (2018).
<https://doi.org/10.1088/1367-2630/aaece4>

Redaktion: Birte Vierjahn, Tel. 0203/37 9-2427, birte.vierjahn@uni-due.de

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Benjamin Stickler, Theoretische Physik, benjamin.stickler@uni-due.de

Originalpublikation:

<https://doi.org/10.1088/1367-2630/aaece4>
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.103.043514>
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.163603>