

Projekt

Controlling EPR and Bell correlations in Bose-Einstein condensates (CEBBEC)

Koordinator:

Prof. Dr. Carsten Klempt
Leibniz Universität Hannover
Welfengarten 1
30167 Hannover
Tel.: +49 511 762-2231
E-Mail: klempt@iqo.uni-hannover.de

Projektvolumen:

ca. 365.000 € (Förderquote 100%)

Projektlaufzeit:

01.04.2018 – 31.03.2021

Projektpartner:

- ➔ Leibniz Universität Hannover – Institut für Quantenoptik
- Internationale Partner:
- ➔ Laboratoire Charles Fabry (LCF), Frankreich
 - ➔ Technische Universität Wien, Österreich
 - ➔ University of the Basque Country (BILBAO), Spanien
 - ➔ Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-INO), Italien

QuantERA – Transnationale Förderung für die Quantentechnologien

Quantentechnologien bringen zahlreiche Chancen für neue Anwendungen in Industrie und Gesellschaft mit sich – in der Informationsübertragung und -verarbeitung, für höchstpräzise Mess- und Abbildungsverfahren oder für die Simulation komplexer Systeme. Szenarien sprechen davon, die Magnetfelder des Gehirns zu vermessen und Alzheimer oder Parkinson besser zu verstehen, den Verkehrsfluss zu optimieren und Staus zu vermeiden oder neue Werkstoffe und Katalysatoren allein auf der Grundlage von Simulationen zu entwickeln. Quantentechnologien schaffen dafür die Basis und haben das Potenzial, heute vorhandene technische Lösungen etwa in der Sensorik oder beim Computing deutlich zu übertreffen.

Die Quantentechnologien besitzen an vielen Stellen das Potenzial, in Anwendungsfeldern und Märkten eine dominante Rolle zu spielen. Allerdings steht das Feld noch am Anfang der Technologieentwicklung. Um Anwendungen zu erschließen bedarf es noch erheblicher Forschungsanstrengungen. Mit der transnationalen ERA-NET Maßnahme QuantERA unterstützt das BMBF zusammen mit Akteuren der anderen Teilnehmerländer und der Europäischen Kommission die Forschung im Bereich der Quantentechnologien.

Perspektivisch betrachtet sind ERA-NET Instrumente für eine bedarfsgerechte und flexible transnationale Förderung als Ergänzung zur rein nationalen Förderung einerseits und zu den europäischen EU-Forschungsrahmenprogrammen andererseits.

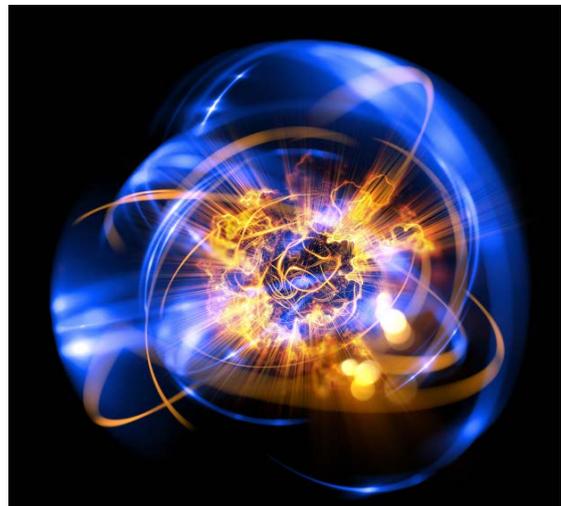


Bild 1: Die Quantentechnologien bilden die wissenschaftliche Basis für eine Vielzahl neuer Anwendungen.
(Quelle: fotolia ©rybindmitriy)

Verschränkte Atome verbessern Inertialsensoren

Ultrakalte Atome, die nah an den absoluten Nullpunkt gekühlt werden, sind extrem präzise Messwerkzeuge. Prominentestes Beispiel ist die Atomuhr, bei der solche ultrakalten Atome zur Messung der Zeit verwendet werden. Atome können aber auch zur Messung von Inertialkräften wie Beschleunigung und Rotation eingesetzt werden. Die erreichbare Präzision ist für herkömmliche Messwerkzeuge aber fundamental begrenzt. Diese Begrenzung kann nur überwunden werden, indem die Atome miteinander „verschränkt“ werden. Verschränkte Atome zeichnen sich durch extrem starke Korrelationen aus, wie sie nur durch die Konzepte der Quantenmechanik erklärbar sind. Für die Verbesserung von Inertialsensoren müssen nun verschränkte Atome kontrolliert werden, die verschiedene Geschwindigkeiten und verschiedene Spinausrichtungen (ihre magnetische Ausrichtung) haben. Die Erzeugung von Verschränkung zwischen Geschwindigkeitszuständen und Spinzuständen sind bisher zwei weitgehende getrennte Forschungsbereiche, die im Rahmen des Forschungsprojekts CEBBEC zusammengeführt werden sollen.

Einstein-Podolsky-Rosen- und Bell-Verschränkung und metrologische Anwendungen

Einstein-Podolsky-Rosen-Verschränkung und Bell-Verschränkung sind besonders starke Klassen von Verschränkung. Der Nachweis dieser starken Verschränkung in ultrakalten atomaren Ensembles ist erst kürzlich gelungen. Im Rahmen von CEBBEC werden europäische Arbeitsgruppen zusammenarbeiten, um theoretische und experimentelle Methoden zu entwickeln, um solche Ensemble besser zu kontrollieren und für Präzisionsmessungen nutzbar zu machen. Dazu werden Arbeitsgruppen beitragen, die sich bisher auf die Erzeugung von Verschränkung zwischen Atomen mit verschiedenen Geschwindigkeiten spezialisiert haben. Ebenso sind Arbeitsgruppen beteiligt, die Verschränkung zwischen verschiedenen Spinzuständen hergestellt haben, sowie Experten auf dem Gebiet der Präzisionsmessung. Führende Theoretiker auf dem Gebiet der Quanteninformation und Quantenmetrologie tragen zur Entwicklung eines fundamentalen Verständnisses der erzeugten Quantenzustände bei. Zum Ende des Projekts wird die Demonstration eines Inertialsensor-Prototypen angestrebt, der eine bessere Präzision aufweist als mit unverschränkten Atomen möglich wäre.

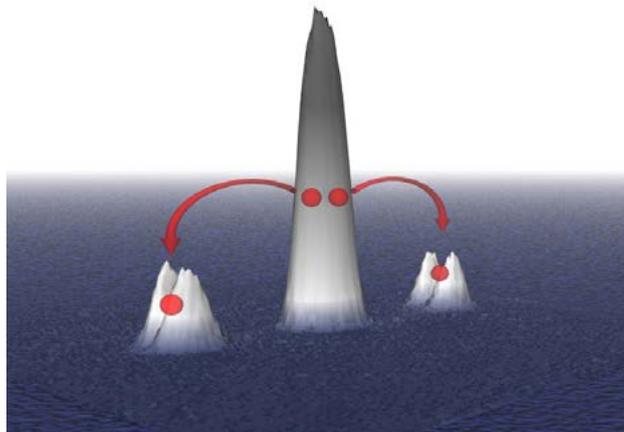


Bild 2: Erzeugung verschränkter Atome im Spinraum. Das Bild zeigt die Dichte einer atomaren Wolke in drei verschiedenen Spinzuständen (Ausrichtungen des magnetischen Moments). Durch Stöße in der mittleren Wolke wurden verschränkte Atome in den beiden äußeren Wolken erzeugt. (Quelle: Universität Hannover)