

Materiewellen als Sensoren im Weltraum

Enno Giese

*Institut für Quantenphysik und Center for Integrated Quantum Science and Technology (IQST),
Universität Ulm, Albert-Einstein-Allee 11, D-89069 Ulm, Germany*

Dass sich Licht als Welle ausbreitet, ist eine der fundamentalen Erkenntnisse der Elektrodynamik und hat nicht nur neue Einsichten in unser physikalisches Grundverständnis, sondern auch die Entwicklung unserer heutigen Hochtechnologien ermöglicht. Die moderne Astronomie und Kommunikation, aber auch Präzisionssensoren basieren auf den Welleneigenschaften elektromagnetischer Strahlung, wie z. B. auf Interferenzerscheinungen.

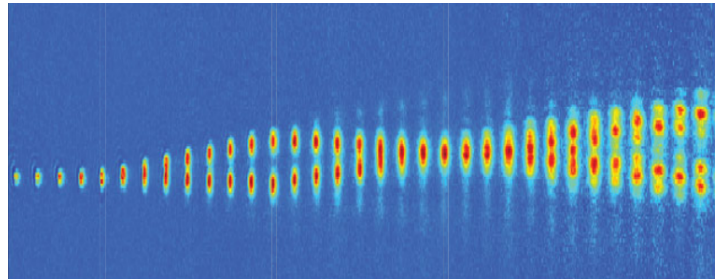


Abbildung 1: Bildaufnahmen von einem Atominterferometer. Ein Strahlteiler für Materiewellen erzeugt zwei Arme, die wieder zusammgeführt werden und miteinander interferieren. Quelle: [1]

Einer der Gründungsmomente der Quantenmechanik war die Entdeckung dass Materie, ähnlich zum Licht, Welleneigenschaften besitzt. Diese Erkenntnis bestimmt nicht unser heutiges Atommodell, sondern führte auch zu neuen Technologien wie z. B. der Elektronenmikroskopie. Die Erzeugung von neuen Materiezuständen aus ultrakalten Gasen eröffnet weitere Forschungsansätze, da die Welleneigenschaften dieser Atome eher einem Laser gleichen als denen einer Glühlampe, um einen Vergleich zur Optik zu ziehen. Da Atome eine große Masse besitzen, wechselwirken sie stark mit der Gravitation und bieten daher eine Plattform, um Hochpräzisionssensoren für Gravitation und Beschleunigungen zu konstruieren.

Aus diesem Grund wurde das Interesse von Raumfahrtagenturen wie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt geweckt, Quantengase unter Schwerelosigkeit zu erzeugen. Die Erzeugung und Manipulation dieser Quantenzustände in Raketenmissionen und auf der Internationalen Raumstation stellt nicht nur eine technologische Herausforderung dar, sondern liefert auch Einsichten in die Dynamik und die Eigenschaften von Materiewellen. Auf der anderen Seite werden auf Basis von Interferenzerscheinungen Sensoren unter Schwerelosigkeit konstruiert, um fundamentale Fragestellungen wie z. B. die Grundprinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie mit Hilfe von ultrakalten Quantengasen zu überprüfen.

[1] H. Müntinga *et al*, Phys. Rev. Lett **110**, 093602 (2013)