

PRESSEMELDUNG

PRESSEMELDUNG

12. Januar 2023 || Seite 1 | 3

Quanten-Messungen so präzise wie nie zuvor *Neue Studie soll Quantencomputing vorantreiben*

Jena

Einem internationalen Team aus Forschenden, darunter auch Wissenschaftler aus Jena, ist es gelungen, eine neue und besonders präzise Art der Messung in winzigen Quantensystemen zu entwickeln. Anwendungen sind etwa in der Halbleiter-Fertigung, perspektivisch aber auch der Mobilfunktechnik oder Mikroskopie denkbar. Experimentelle Versuche zum Beleg der Studie wurden u. a. auf Deutschlands erstem Quantencomputer, dem Fraunhofer QSystemOne, durchgeführt. Ihre Ergebnisse haben die Forschenden nun im Fachmagazin »Nature Physics« veröffentlicht.

Messungen sind nicht gleich Messungen. Während sich Gegenstände des Alltags, z. B. die Bauteile eines Autos, noch recht einfach hinsichtlich Größe, Gewicht und Beschaffenheit vermessen lassen, so sieht es doch ganz anders aus, wenn winzige Quantenobjekte wie z. B. Lichtteilchen auf ihre Eigenschaften hin betrachtet werden sollen.

Einem internationalen Forschungsteam ist es nun gelungen, eine neue Messmethode zu entwickeln, die hochpräzise Messungen selbst in diesen winzigen Systemen ermöglichen. Zu diesem Zweck machen sich die Forschenden eine faszinierende Eigenschaft von Quantenobjekten zu Nutze: nämlich deren Verschränkung.

Messungen verschränkter Quantenobjekte präziser als Messungen am einzelnen Teilchen

Verschränkung bedeutet dabei, dass Paare miteinander verschränkter Teilchen (z. B. Photonen, also Lichtteilchen) erzeugt werden. Ein jedes Teilchen weiß dabei stets um den exakten Zustand seines »Zwillings« – selbst dann, wenn dieser weit entfernt ist. Werden nun die zwei miteinander verschränkten Teilchen gemessen, so können deren Eigenschaften exakter bestimmt werden, als wenn jedes Objekt für sich allein gemessen worden wäre, so die Erkenntnis der Forschenden.

»Messaufgaben, etwa in der Interferometrie, können mit verschränkten Zuständen sehr viel präziser gemacht werden«, erklärt Dr. Falk Eilenberger. Er ist Quantenforscher am Fraunhofer IOF und Mitautor einer Studie, die nun im Fachmagazin »Nature Physics« veröffentlicht wurde. Er führt weiter aus: »Bei der Messung jeder Eigenschaft eines Quantensystems ist ein gewisses Rauschen unvermeidlich. Durch die Verschränkung der

Redaktion

Desiree Haak | Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF | Telefon +49 3641 807-803 |
Albert-Einstein-Straße 7 | 07745 Jena | www.iof.fraunhofer.de | desiree.haak@iof.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF

beiden Systeme können wir dieses Rauschen reduzieren und somit eine genauere Messung erzielen.«

PRESSEMELDUNG12. Januar 2023 || Seite 2 | 3

Die Forschungsgruppe von Forschenden testete ihre Theorie an 19 verschiedenen Quantencomputern, darunter auch Deutschlands erster Quantenrechner, der Fraunhofer-IBM-Quantencomputer QSystemOne. »Der Rechner in Ehning war essenziell für unsere Arbeit«, erläutert Eilenberger. »Wir konnten die Maschine besonders genau kalibrieren, was für eine Präzisionsmessung absolut notwendig ist.«

Mithilfe des Experiments auf dem Quantencomputer sowie einer Einzelphotonenquelle konnten die Forschenden die fundamental machbaren physikalischen Grenzen des Rauschens erreichen und den Quantenvorteil einer verschränkten Messung demonstrieren. Die neue Methode ermöglicht damit Messungen von einer in der Praxis noch nie da gewesener Präzision: »Bis dato gab es zum Rauschen bei Messungen mit verschränkten Systemen nur theoretische Vorhersagen zu Grenzen«, erörtert Tobias Vogl, ebenfalls Forscher am Fraunhofer IOF sowie Mitautor der Studie. »Wir zeigen nun einen konkreten Weg auf, diese Grenze zu erreichen und demonstrieren damit, dass sie mit Einzelphotonenquellen und Quantencomputern erreichbar ist.«

Die Forschenden hoffen eines Tages sogar drei oder mehr Quantensysteme miteinander verschränken zu können. Auf diese Weise wäre perspektivisch eine noch höhere Präzision der Messung möglich.

Anwendungen in der Interferometrie

Besondere Anwendungspotenziale für die neuesten Forschungsergebnisse ergeben sich in der Interferometrie. Dabei handelt es sich um eine Messmethode, die das Phänomen der Interferenz (also Überlagerung) von (Licht-)Wellen verwendet. Sogenannte »Interferometer« haben zahlreiche Anwendungen in der Industrie, allem voran in der Präzisionsfertigung von Halbleitern sowie von optischen Komponenten. Langfristig betrachtet ist es laut der Forschenden aber auch denkbar, dass die neue Technologie bei der Rauschunterdrückung für Funksignale (6G) oder bei der Untersuchung biologischer Proben im Rahmen der Mikroskopie zum Einsatz kommt.

Die Arbeit der Forschenden leuchtet dabei insbesondere den Zusammenhang zwischen Interferometrie und Quantencomputern deutlich aus. Sie zeigt, dass Konzepte aus beiden Welten zum jeweiligen Nutzen in die andere transferiert werden können. »Damit etablieren wir Quantencomputer als Maschinen zum Präzisionstest fundamentaler physikalischer Grenzen und Gesetzmäßigkeiten«, so Eilenberger.

Original-Publikation: *Lorcán O. Conlon, Tobias Vogl, Christian D. Marciniak, Ivan Pogorelov, Simon K. Yung, Falk Eilenberger, Dominic W. Berry, Fabiana S. Santana, Rainer Blatt, Thomas Monz, Ping Koy Lam, Syed M. Assad: »Approaching optimal entangling collective measurements on quantum computing platforms«, Nature*

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF

Physics, 12. Januar 2023, DOI: [10.1038/s41567-022-01875-7](https://doi.org/10.1038/s41567-022-01875-7),
URL: <https://www.nature.com/articles/s41567-022-01875-7>.

PRESSEMELDUNG

12. Januar 2023 || Seite 3 | 3

Über das Fraunhofer IOF

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena betreibt anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Photonik und entwickelt innovative optische Systeme zur Kontrolle von Licht – von der Erzeugung und Manipulation bis hin zu dessen Anwendung. Das Leistungsangebot des Instituts umfasst die gesamte photonische Prozesskette vom opto-mechanischen und opto-elektronischen Systemdesign bis zur Herstellung von kundenspezifischen Lösungen und Prototypen. Am Fraunhofer IOF erarbeiten rund 330 Mitarbeitende das jährliche Forschungsvolumen von 40 Millionen Euro.

Weitere Informationen über das Fraunhofer IOF finden Sie unter:
www.iof.fraunhofer.de/

Wissenschaftlicher Kontakt

Dr. Falk Eilenberger
Fraunhofer IOF
Abteilungsleiter Mikro- und nanostrukturierte Optik

Telefon: +49 (0) 3641 807 - 207
Mail: falk.eilenberger@iof.fraunhofer.de

Pressebilder

Folgendes Bildmaterial finden Sie im Pressebereich des Fraunhofer IOF unter <https://www.iof.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen.html> zum Download.

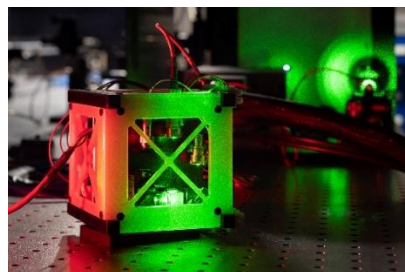


Abb. 1: Integrierte Einzelphotonenquelle, die im Experiment genutzt wurde, um Präzisionsmessungen durchzuführen. © Fraunhofer IOF