

Presseinformation

2. Juni 2026

Seite 1 | 3

ISABELLA

Skalierbares Lasersystem ermöglicht optische Atomuhren für breite Anwendungsbereiche

Optische Atomuhren sollen künftig die Zeit 40.000-mal genauer messen als etablierte Atomuhren. Ein Konsortium aus Industrie und Forschung hat im Projekt ISABELLA grundlegende Technologien für die Miniaturisierung von Lasersystemen für solche Atomuhren demonstriert. Diese Entwicklungen bieten der Wissenschaft vielfältige Vorteile – von der Klimaforschung bis hin zur Überprüfung von Naturkonstanten

Der internationale Standard in der Zeitmessung sind im Moment Mikrowellen-Atomuhren. Sie messen die Anzahl der Schwingungen eines Cäsium-Atoms mittels Mikrowellen und nutzen diese als Referenz für die Dauer einer Sekunde. Darauf basiert die koordinierte Weltzeit UTC, die in vielen Bereichen, etwa in der Meteorologie, der Satellitennavigation, dem Mobilfunk oder an der Börse unverzichtbar ist. Doch gelangen Atomuhren mit immer schnelleren Kommunikationsstandards an die Grenzen ihrer Genauigkeit.

Mittels sichtbaren, roten Lichts und Strontium-Atomen könnten höhere Frequenzen gemessen werden und die Sekunde mehr als 40.000-mal genauer bestimmt werden. Davon profitiert nicht nur die weltweite relevante Referenzzeit, sondern auch die Forschung. Aufbauten, die dieses Konzept in die Realität umsetzen, sind aber aktuell nur in spezialisierten Labors zu finden. Zu sperrig sind bisherige Lösungen.

Fortschrittliche Technologien in einem kompakten System

Das Projekt [ISABELLA](#), das 2025 zu Ende ging, war ein großer Schritt in Richtung industrietauglicher optischer Atomuhr. Das Konsortium aus Industrie und Forschung entwickelte Komponenten für ein Lasersystem, so klein wie eine Streichholzschachtel und damit zehnmal kompakter als aktuelle Laborsysteme. Dies kann den Betrieb von optischen Atomuhren auch für nicht-stationäre Anwendungen, etwa in Satelliten, ermöglichen.

Die einzelnen Komponenten, etwa Halbleiter und Resonator wurden von den Projektpartnern gefertigt und schließlich zusammengesetzt. Am Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM entstand das Herzstück des Lasers: ein periodisch modulierter Wellenleiter auf Glas-Basis, mit dem ein bestimmter Frequenzbereich des Lasers angesteuert werden kann. Dazu erklärt Wissenschaftler Dr. Wojciech Lewoczko-Adamczyk: „Wir schreiben auf dem Wellenleiter ein Gitter, das nur die gewünschte Wellenlänge zurück in den Laser reflektiert und dort verstärkt wird, bis nur noch dieser Anteil des Lichts durchkommt. Dieses

sogenannte Braggitter wurde hochpräzise mit einer Periode von 2 Mikrometer in den Wellenleiter geschrieben.“

2. Juni 2026

Seite 2 | 3

Perspektive für die Wissenschaft

Die Einbettung des Gitters in die Wellenleiter stellt einen bedeutenden Schritt auf dem Weg hin zu vollintegrierten Lasersystemen für optische Atomuhren dar. Die Laserstrahlen dienen als Kühlmedium und Falle für die Atome sowie als Zähler der Atomschwingung. Für die Entwicklung einer kompletten optischen Atomuhr im Streichholzschachtel-Format sind jedoch weitere Anstrengungen erforderlich.

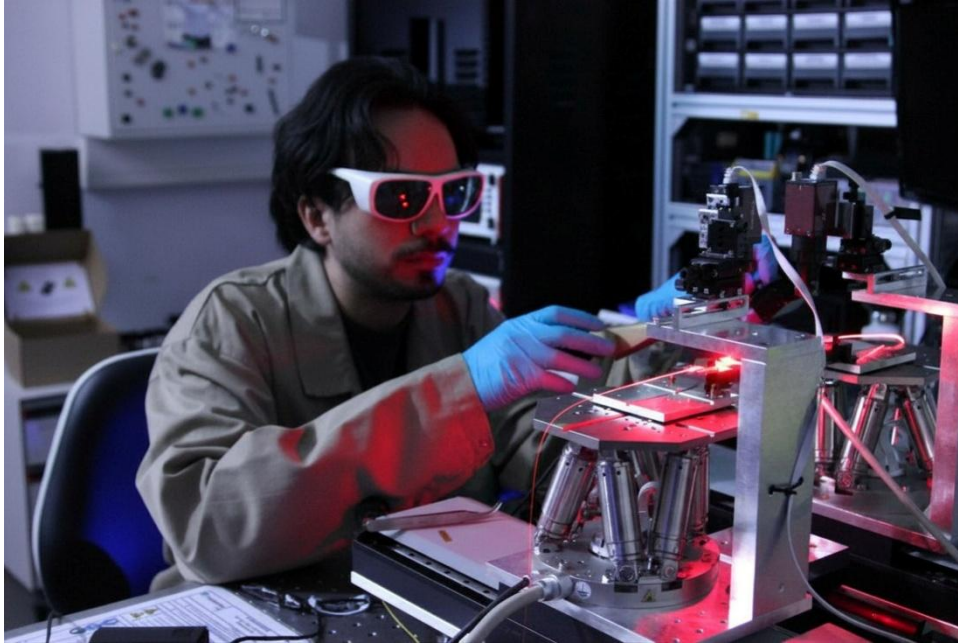
Vervollständigt wären die kompakten Uhren auch für die Wissenschaft interessant. Vergleichsmessungen mit zwei ultra-präzisen Uhren könnten bei der Bestimmung von Naturkonstanten helfen oder präzise geodätische Messungen ermöglichen, etwa um die Plattentektonik zu beobachten.

Auch für die Beteiligten bleibt von ISABELLA ein Lerneffekt. So Lewoczko-Adamczyk: „Wir haben wesentliche Fortschritte in unserer Wellenleitertechnologie gemacht, so dass sie mit sichtbaren Wellenlängen benutzt werden können. Das wird unsere Forschung auch über das Projekt hinaus voranbringen.“

Über das Projekt ISABELLA

Das Projekt ISABELLA, kurz für Hybrid-Integrierte und frequenzstabilisierte Laser zur betriebssicheren Manipulation ultrakalter Atome für transportable Systeme, wurde im Zeitraum von 2022 bis 2025 realisiert. Das Projektkonsortium setzt sich aus Vertreter*innen von Industrie und Forschung zusammen: So beteiligten sich am Projekt die Sacher Lasertechnik GmbH in koordinierender Funktion, die sensor photonics GmbH, VACOM Vakuum Komponenten & Messtechnik GmbH, das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM sowie die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät bzw. dem Institut für Experimentalphysik. Im Rahmen des Programms „Enabling Technologies für die Quantentechnologien“ erhielt das Vorhaben Unterstützung und Fördermittel vonseiten des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (Förderkennzeichen 13N16060).

(Text: Steffen Schindler)



2. Juni 2026

Seite 3 | 3

ISABELLA stellt einen bedeutenden Schritt hin zu einer kompakten optischen Atomuhr dar. Der studentische Mitarbeiter Carlos Gomez misst dafür am Fraunhofer IZM die optischen Eigenschaften eines Glas-basierten photonischen Chips. | Bild in Farbe und Druckqualität: www.izm.fraunhofer.de/pics

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Die gegenwärtig knapp 32 000 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,6 Mrd. €. Davon fallen 3,1 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung.

Das **Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM** ist ein weltweit führendes Forschungsinstitut im Bereich Electronic Packaging, das hochintegrierte und multifunktionale elektronische Systeme entwickelt. Mit Fokus auf Miniaturisierung, Zuverlässigkeit und modernster Laborausstattung unterstützt das Institut die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas.

Kontakt

Fachliche Ansprechperson
Dr. rer. nat. Wojciech Lewoczko-Adamczyk
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM
Teamleiter
Tel. +49 30 46403-7925
wojciech.lewoczko-adamczyk@izm.fraunhofer.de

Redaktionelle Ansprechperson
Georg Weigelt
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM
Marketing & PR
Tel. +49 30 46403-279
georg.weigelt@izm.fraunhofer.de

<https://www.izm.fraunhofer.de/>

