



Institut für Quantenoptik und Quanteninformation
Österreichische Akademie der Wissenschaften

Otto Hittmair-Platz 1 / Technikerstraße 21a
6020 Innsbruck, Austria, Europe
Tel +43 512 507 4701
Fax +43 512 507 9815
iqoqi-ibk@oeaw.ac.at
www.iqoqi.at

Geschäftsführender Direktor
Univ.Prof. Dr. Rainer Blatt
rainer.blatt@oeaw.ac.at

Physiker designen ultrascharfe Pulse

Quantenphysiker um Oriol Romero-Isart haben einen einfachen Aufbau entworfen, mit dem theoretisch beliebig stark fokussierte elektromagnetische Felder erzeugt werden können. Anwendung finden könnte das neue Verfahren zum Beispiel in der Mikroskopie oder für besonders empfindliche Sensoren.

Mikrowellen, Wärmestrahlung, Licht und Röntgenstrahlung sind Beispiele für elektromagnetische Wellen. Für viele Anwendungen ist es notwendig, diese Strahlung auf sehr kleine räumliche und zeitliche Dimensionen zu fokussieren. Ingenieure bedienen sich dazu unterschiedlicher Methoden. Eine Gruppe um den Physiker Oriol Romero-Isart vom Institut für Quantenoptik und Quanteninformation (IQOQI) und dem Institut für Theoretische Physik der Universität Innsbruck präsentiert nun gemeinsam mit Ignacio Cirac und Theodor Hänsch vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching bei München in der Fachzeitschrift Physical Review Letters ein neues Konzept für die Erzeugung stark fokussierter elektromagnetischer Felder.

Überraschendes Verhalten

Fließt ein elektrischer Strom durch eine Spule, erzeugt er elektromagnetische Wellen, die sich in alle Richtungen ausbreiten. Wird die Spule in einen hohlen Zylinder gesteckt, dessen Oberfläche die Wellen perfekt reflektiert, dann geschieht etwas sehr Überraschendes. „Mit einem solchen Aufbau lassen sich beliebig stark fokussierte Pulse in beinahe gleichem zeitlichen Abstand erzeugen“, sagt der Nachwuchsforscher Patrick Maurer. „Je mehr Schwingungsmoden angeregt werden, desto stärker werden die Felder fokussiert.“ Mit Hilfe von analytischen Berechnungen haben die Theoretiker die Physik dieses Systems so gut durchdrungen, dass sie ausgehend von den Reflexionen der elektromagnetischen Wellen an der Innenseite des Zylinders die Stromimpulse in der Spule so konstruieren konnten, dass eine definierte Anzahl von Moden angeregt wird. „Dank der besonderen Eigenschaften des Systems muss der Impuls nur ganz geringfügig angepasst werden, um die Anzahl

der Moden zu ändern – sprich, um das Feld stärker zu fokussieren. Die durchschnittliche Frequenz des Impulses bleibt im Wesentlichen immer die gleiche“, erzählt Jordi Prat-Camps, Postdoc im Team von Oriol Romero-Isart. Über den Radius des Zylinders lässt sich der Frequenzbereich des erzeugten Feldes bestimmen, mit einem, einige Zentimeter dicken Zylinder lassen sich zum Beispiel fokussierte Mikrowellenpulse erzeugen.

Technologische Herausforderungen

Mit numerischen Simulationen konnten die Innsbrucker Physiker ihre analytischen Berechnungen bestätigen. Dabei zeigte sich, dass die Felder ihre besonderen Eigenschaften noch eine Zeit lang beibehalten, wenn sie den Zylinder durch eine der beiden Öffnungen verlassen. Technologisch interessant ist das neue Konzept überall dort, wo stark fokussierte Felder benötigt werden, zum Beispiel in der Mikroskopie, wo damit noch exaktere Beobachtungen möglich wären. Für die Umsetzung ihres Vorschlages nennen die Theoretiker zwei Dinge, die zu beachten sind: „Erstens muss ein Material gefunden werden, das einen möglichst hohen Frequenzbereich optimal reflektiert“, sagt Jordi Prat-Camps. „Und dann ist eine präzise Erzeugung der von uns errechneten Stromimpulse notwendig. Je besser man diese Anforderungen erfüllen kann, umso deutlicher wird der gewünschte Effekt zu sehen sein.“

Gefördert wurde die Arbeit unter anderem vom Europäischen Forschungsfonds ERC und dem österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft.

Publikation: Ultrafocused Electromagnetic Field Pulses with a Hollow Cylindrical Waveguide P. Maurer, J. Prat-Camps, J. I. Cirac, T. W. Hänsch, O. Romero-Isart. Phys. Rev. Lett. 119, 043904 DOI: [10.1103/PhysRevLett.119.043904](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.043904) (Preprint: <https://arxiv.org/abs/1705.03231>)

Fotos: <https://iqoqi.at/de/das-iqoqi/medien-presse>

Kontakt:

Patrick Maurer

Institut für Quantenoptik und Quanteninformation

Österreichische Akademie der Wissenschaften

Tel.: +43 512 507 4731

E-Mail: patrick.maurer@oeaw.ac.at

Web: <https://iqoqi.at/en/group-page-romero-isart>

Christian Flatz

Public Relations

Mobil: +43 676 872532022

E-Mail: pr-iqoqi@oeaw.ac.at