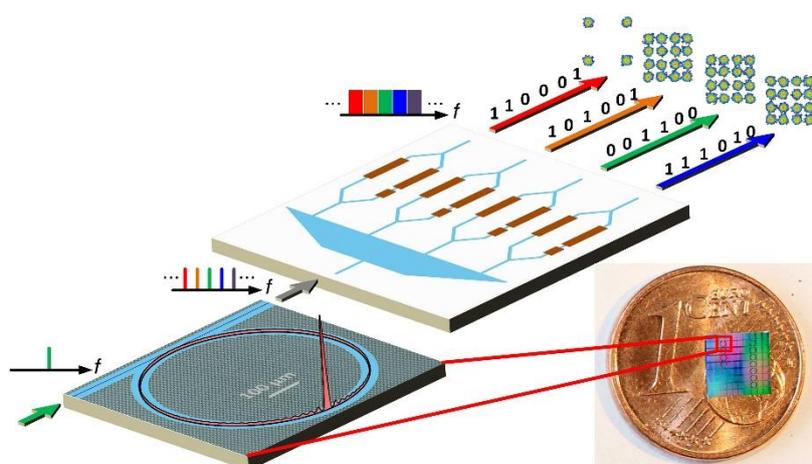


Nature: Optische Kommunikation im Rekordtempo

Mit sogenannten Solitonen-Frequenzkämmen aus optischen Mikroresonatoren lassen sich Daten mit einer Geschwindigkeit von über 50 Terabit pro Sekunde übertragen – Publikation in Nature



Solitonen-Frequenzkämmen werden durch Siliziumnitrid-Mikroresonatoren erzeugt und zur parallelen Datenübertragung über eine Vielzahl von Frequenzkanälen genutzt. (Bild: J. N. Kemal/P. Marin Palomo/KIT).

Einen neuen Rekord in der Datenübertragung mit Licht haben Wissenschaftler am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und an der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) erreicht: Wie die Forscher in der Zeitschrift Nature berichten, ließen sie optische Solitonen in Mikroresonatoren aus Siliziumnitrid auf einem Chip zirkulieren und erzeugten dadurch optische Frequenzkämmen von großer Bandbreite. Zwei solche Frequenzkämmen, die sich überlagern, ermöglichen eine massiv parallele Datenübertragung auf 179 Wellenlängenkanälen mit einer Datenrate von über 50 Terabit pro Sekunde. (DOI: 10.1038/nature22387)

Optische Solitonen sind spezielle Wellenpakete, die sich ausbreiten, ohne dabei ihre Form zu verändern. In der optischen Kommunikation können Solitonen zur Erzeugung von Frequenzkämmen mit einer Vielzahl von Spektrallinien eingesetzt werden, mit denen sich besonders leistungsfähige und kompakte Übertragungssysteme von hoher Kapazität realisieren lassen. Dies haben Forscher am Institut für Pho-

Monika Landgraf
Pressesprecherin,
Leiterin Gesamtkommunikation

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-47414
Fax: +49 721 608-43658
E-Mail: presse@kit.edu

Weiterer Kontakt:

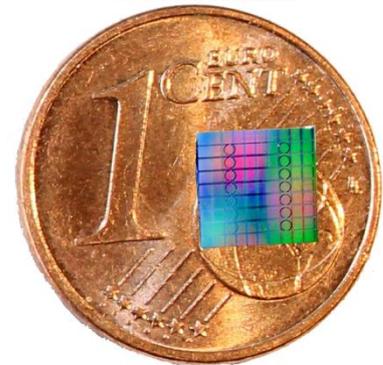
Kosta Schinarakis
Themenscout
Tel.: +49 721 608 41956
Fax: +49 721 608 43658
E-Mail: schinarakis@kit.edu

tonik und Quantenelektronik (IPQ) und am Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des KIT sowie am Laboratory of Photonics and Quantum Measurements (LPQM) der EPFL nun demonstriert.

Wie die Wissenschaftler in der Zeitschrift *Nature* berichten, verwenden sie optische Mikroresonatoren aus Siliziumnitrid, die sich leicht in kompakte Kommunikationssysteme integrieren lassen. In diesen Mikroresonatoren erzeugten die Forscher Solitonen, welche kontinuierlich zirkulieren und optische Frequenzkämme von großer Bandbreite erzeugen. Optische Frequenzkämme, für deren Erforschung John Hall und Theodor W. Hänsch 2005 den Physik-Nobelpreis erhielten, bestehen aus einer Vielzahl von benachbarten Spektrallinien, die in genau gleichen Abständen angeordnet sind. Traditionell dienen sie vor allem als hochpräzise optische Referenz zum Messen von Frequenzen. Für die Datenübertragung eignen sich sogenannte Kerr-Frequenzkämme, die sich durch große optische Bandbreite und für die Kommunikation optimal geeignete Linienabstände auszeichnen. Jede einzelne Spektrallinie lässt sich zur Übertragung eines Datensignals nutzen.

In ihren Experimenten setzten die Forscher aus Karlsruhe und Lausanne zwei sich überlagernde Kerr-Frequenzkämme ein. Sie erzeugten damit insgesamt 179 optische Trägerwellen, die das C- und L-Band der Telekommunikation vollständig abdecken und zur Datenübertragung genutzt werden können. Dabei erreichten sie eine Datenübertragungsrate von 55 Terabit pro Sekunde über eine Entfernung von 75 Kilometern. „Dies entspricht mehr als fünf Milliarden Telefongesprächen oder mehr als zwei Millionen HDTV-Kanälen. Es ist die höchste Datenrate, die bislang mit einer Frequenzkammquelle im Chip-Format erreicht wurde“, erklärt Professor Christian Koos vom IPQ und IMT des KIT, der für seine Forschung zu optischen Frequenzkämmen einen Starting Independent Researcher Grant des Europäischen Forschungsrats (ERC) erhalten hatte.

Die Bauteile haben das Potenzial, den Energieverbrauch der Lichtquelle in Kommunikationssystemen drastisch zu reduzieren. Grundlage der Arbeit sind verlustarme optische Mikroresonatoren aus Siliziumnitrid, in denen die Arbeitsgruppe um Professor Tobias Kippenberg an der EPFL im Jahre 2014 erstmals den genutzten Solitonen-Zustand erzeugen konnte. „Unsere Solitonen-Kammquellen eignen sich ideal zur Datenübertragung und lassen sich kostengünstig und in großen Stückzahlen auf kompakten Mikrochips herstellen“, stellt Professor Tobias Kippenberg die Vorteile des Ansatzes heraus. Das Soliton entsteht dabei durch sogenannte nichtlineare Prozesse, die durch die hohe Intensität des Lichtfelds im Mikroresonator auftreten. Der Mikroresonator wird dazu nur durch einen Dauerstrichlaser betrieben (fachsprachlich gepumpt), aus dem mithilfe des Solitons Hun-



Kreisförmige Siliziumnitrid-Mikroresonatoren auf einem Chip im Vergleich mit einer Cent-Münze. (Bild: J. N. Kemal/ P. Marin Palomo/KIT)

derte von neuen, äquidistanten Laserlinien entstehen. Die Kammquellen werden derzeit über eine Ausgründung der EPFL in die Anwendung gebracht.

Die in Nature vorgestellte Arbeit zeigt, dass Solitonkammquellen auf Basis von Mikroresonatoren das technisch vorherrschende Wellenlängen-Multiplex-Verfahren (engl. Wavelength Division Multiplexing, WDM) in der optischen Kommunikation wesentlich verbessern können. Mit WDM lassen sich auf einem Lichtwellenleiter mehrere Datenkanäle unabhängig voneinander übertragen und dadurch hohe Datenraten erreichen. Die Information wird dazu auf Laserlicht unterschiedlicher Wellenlängen kodiert. Für die kohärente Kommunikation lassen sich miniaturisierte Frequenzkammquellen nicht nur auf der Sender-, sondern auch auf der Empfängerseite von WDM-Systemen einsetzen. Das verbessert die Skalierbarkeit solcher Systeme entscheidend und erlaubt eine hochgradig parallele kohärente Datenübertragung mit Licht. „Leistungsfähige Transceiver im Chip-Format für zukünftige Petabit-Netzwerke rücken damit deutlich näher“, sagt Koos.

Pablo Marin-Palomo, Juned N. Kemal, Maxim Karpov, Arne Kordts, Joerg Pfeifle, Martin H. P. Pfeiffer, Philipp Trocha, Stefan Wolf, Victor Brasch, Miles H. Anderson, Ralf Rosenberger, Kovendhan Vijayan, Wolfgang Freude, Tobias J. Kippenberg, Christian Koos: Microresonator-based solitons for massively parallel coherent optical communications. Nature, 2017 (DOI: 10.1038/nature22387)

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) verbindet seine drei Kernaufgaben Forschung, Lehre und Innovation zu einer Mission. Mit rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie 25 000 Studierenden ist das KIT eine der großen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschungs- und Lehreinrichtungen Europas.

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

Das KIT ist seit 2010 als familiengerechte Hochschule zertifiziert.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter: www.kit.edu

Das Foto steht in druckfähiger Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und kann angefordert werden unter: presse@kit.edu oder +49 721 608-47414. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.