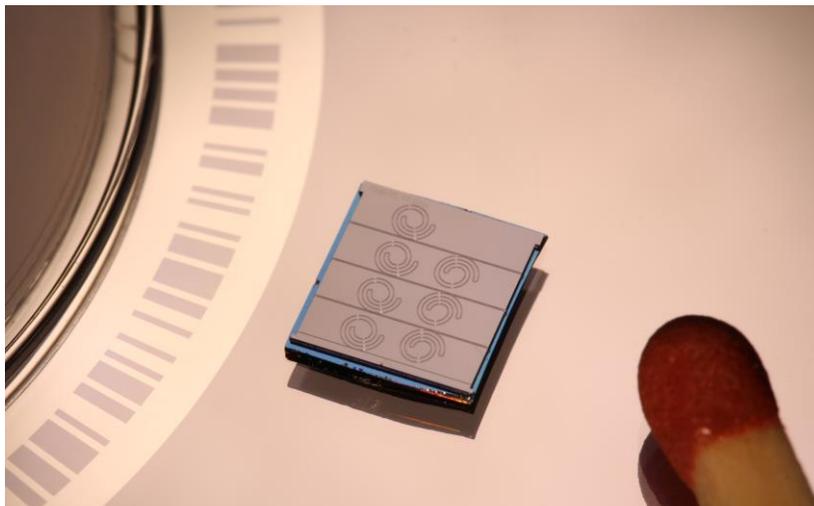


Kämme aus Licht beschleunigen Kommunikation

Forscher setzen optische Frequenzkammquellen auf einem Silizium-Chip zur Datenübertragung im Terabit-Bereich ein



Optischer Mikroresonator aus Silizium-Nitrid: Darin entstehen aus Laserlicht die Spektrallinien des Frequenzkammes (Bild: KIT/ J. Pfeifle)

Datenraten von einigen Terabit pro Sekunde über Hunderte Kilometer ermöglichen nun miniaturisierte optische Frequenzkammquellen. Wie die Hochgeschwindigkeitskommunikation mit kohärenten Übertragungsverfahren funktioniert, zeigen Wissenschaftler des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und der Schweizer École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) in einer Studie in der Zeitschrift „Nature Photonics“. Ihre Ergebnisse können dazu beitragen, die Datenübertragung in großen Rechenzentren und weltweiten Kommunikationsnetzen zu beschleunigen. (DOI: 10.1038/NPHOTON.2014.57.)

Die Menge der weltweit erzeugten und übertragenen Daten wächst stetig. Mithilfe von Licht lassen sich Daten schnell und effizient übertragen. Die optische Kommunikation nutzt Glasfasern, durch die optische Signale weite Entfernungen praktisch verlustfrei überbrücken können. Sogenannte Wellenlängen-Multiplexverfahren ermöglichen es dabei, auf einem Lichtwellenleiter mehrere Datenkanäle unabhängig voneinander zu übertragen und damit extrem hohe Datenraten zu erreichen. Dazu wird die Information auf Laserlicht

Monika Landgraf
Pressesprecherin

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

Weiterer Kontakt:

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

unterschiedlicher Wellenlängen, das heißt verschiedener Farben, kodiert. Allerdings ist die Skalierbarkeit solcher Systeme begrenzt, da derzeit für jeden Übertragungskanal ein eigener Laser benötigt wird. Zudem ist es schwierig, die Wellenlängen dieser Laser zu stabilisieren, sodass zusätzliche Sicherheitsabstände zwischen den Datenkanälen eingeplant werden müssen, um gegenseitige Störungen zu vermeiden.

In der nun in „Nature Photonics“ vorgestellten Studie setzten Wissenschaftler des KIT gemeinsam mit Kollegen der EPFL einen miniaturisierten Frequenzkamm als optische Quelle ein. Sie erreichen dabei einen Datenstrom von 1,44 Terabit pro Sekunde, der über eine Entfernung von 300 Kilometern übertragen wird – das entspricht dem Datenaufkommen von mehr als 100 Millionen Telefongesprächen. Die Studie zeigt erstmals, dass sich miniaturisierte optische Frequenzkammquellen zur kohärenten Datenübertragung im Terabit-Bereich eignen.

Optische Frequenzkämme, für deren Erforschung John Hall und Theodor W. Hänsch 2005 den Physik-Nobelpreis erhielten, bestehen aus tausenden von dicht benachbarten Spektrallinien, deren Abstände genau gleich und genau bekannt sind. Eingesetzt werden Frequenzkämme bis jetzt hauptsächlich für hochgenaue optische Atom-Uhren oder als optisches Lineal, um Frequenzen hochpräzise zu messen. Für den massenhaften Einsatz in der Datenübertragung waren bisherige Frequenzkammquellen allerdings nicht geeignet, da sie zu groß und zu teuer waren, und da der Abstand der Linien in konventionellen Frequenzkämmen oftmals zu gering ist und nicht dem in der Telekommunikation verwendeten Kanalabstand von typischerweise mehr als 20 GHz entspricht.

In ihrer gemeinsamen Studie haben die Forscher des KIT und der EPFL nun gezeigt, dass sich integriert-optische Frequenzkammquellen mit großen Linienabständen auf nanophotonischen Chips realisieren und zur Übertragung großer Datenmengen einsetzen lassen. Dazu nutzen sie einen optischen Mikroresonator aus Silizium-Nitrid, in den Laserlicht über einen Nanowellenleiter eingekoppelt und sehr lange gespeichert wird. „Aufgrund der hohen Lichtintensität im Resonator entstehen dabei über den sogenannten Kerr-Effekt aus einem einzigen Laserstrahl viele Spektrallinien, die zusammengenommen einen Frequenzkamm ergeben“, erklärt Jörg Pfeifle, der das Übertragungsexperiment am KIT durchgeführt hat. Diese Methode zur Erzeugung von sogenannten Kerr-Frequenzkämmen wurde im Jahr 2007 von Tobias Kippenberg von EPFL entdeckt. Kerr-Kämme zeichnen sich durch große optische Bandbreite aus und erlauben es, Linienabstände zu realisieren, die den Anforderungen

der Datenübertragung entsprechen. Die notwendigen Mikroresonatoren werden mit aufwendigen Nanofabrikationsmethoden im Zentrum für Mikro-Nanotechnologie der EPFL hergestellt. „Wir gehören weltweit zu den wenigen universitären Forschungsgruppen, die solche Proben überhaupt herstellen können“, kommentiert Kippenberg. Finanziert wurden die Arbeiten mit Mitteln des Schweizer Programms „NCCR Nanotera“ sowie der Europäischen Weltraumagentur ESA.

Die Karlsruher Forscher vom Institut für Photonik und Quantenelektronik (IPQ) und vom Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) setzen einen solchen Kerr-Frequenzkamm nun erstmalig zur Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung ein. „Der Einsatz von Kerr-Kämmen könnte vor allem die Kommunikation innerhalb von Datenzentren revolutionieren, da besonders dort kompakte Übertragungssysteme mit hoher Kapazität benötigt werden“, sagt Christian Koos, der die Arbeiten im Rahmen eines vom Europäischen Forschungsrat (ERC – European Research Council) finanzierten Starting Independent Researcher Grants koordiniert. „Wir stehen dabei erst am Anfang – im gegenwärtigen Experiment nutzen wir lediglich 20 Linien des Frequenzkamms. Das lässt sich noch weiter steigern; neue Experimente sind bereits geplant.“ Die Arbeiten werden durch die Alfred Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung unterstützt.

Joerg Pfeifle, Victor Brasch, Matthias Laueremann, Yimin Yu, Daniel Wegner, Tobias Herr, Klaus Hartinger, Philipp Schindler, Jingshi Li, David Hillerkuss, Rene Schmogrow, Claudius Weimann, Ronald Holzwarth, Wolfgang Freude, Juerg Leuthold, Tobias J. Kippenberg, Christian Koos: Coherent terabit communications with microresonator Kerr frequency combs. *Nature Photonics* (2014). DOI: 10.1038/NPHOTON.2014.57.

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts nach den Gesetzen des Landes Baden-Württemberg. Es nimmt sowohl die Mission einer Universität als auch die Mission eines nationalen Forschungszentrums in der Helmholtz-Gemeinschaft wahr. Thematische Schwerpunkte der Forschung sind Energie, natürliche und gebaute Umwelt sowie Gesellschaft und Technik, von fundamentalen Fragen bis zur Anwendung. Mit rund 9000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, darunter knapp 6000 in Wissenschaft und Lehre, sowie 24 000 Studierenden ist das KIT eine der größten Forschungs- und Lehreinrichtungen Europas. Das KIT verfolgt seine Aufgaben im Wissensdreieck Forschung – Lehre – Innovation.

Die ETH Lausanne (EPFL) gehört zu den beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen in der Schweiz mit 9000 Studierenden.

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.