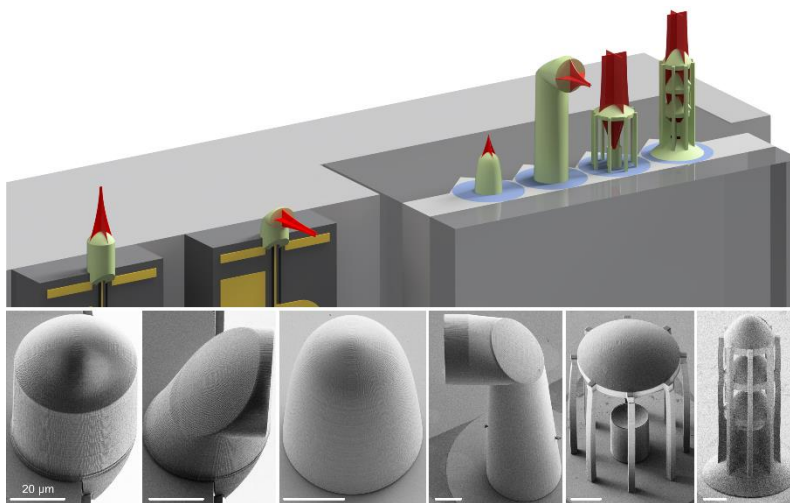


3D-Nanodruck erleichtert Kommunikation mit Licht

Winzige strahlformende Elemente verbinden optische Mikrochips – Publikation in *Nature Photonics*



Mikrolinsen und Mikrospiegel lassen sich mit 3D-Nanodruck auf optischen Fasern und Mikrochips herstellen. Dies vereinfacht den Aufbau photonischer Systeme drastisch. (Abbildung: Philipp-Immanuel Dietrich/Florian Rupp/Paul Abaffy, KIT)

Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben Forscher ein flexibles und effizientes Konzept erarbeitet, um optische Komponenten zu kompakten Systemen zu kombinieren. Sie nutzen dazu ein hochauflösendes 3D-Druckverfahren, mit dem sie winzige strahlformende Elemente direkt auf optischen Mikrochips oder Fasern herstellen und damit eine verlustarme Kopplung ermöglichen. Der Ansatz ersetzt aufwendige Positionierungsverfahren, die heute eine hohe Hürde für viele Anwendungen darstellen. In der Zeitschrift *Nature Photonics* stellen die Wissenschaftler ihr Konzept vor (DOI: 10.1038/s41566-018-0133-4).

Die Kommunikation mit Licht gewinnt angesichts eines ständig steigenden Datenverkehrs rasant an Bedeutung. Schon seit Jahren nutzen Rechenzentren und weltweite Telekommunikationsnetze optische Verbindungen, um große Mengen an Daten schnell und energieeffizient zu übertragen. Aktuell steht die Photonik vor der Herausforderung, Bauteile zu miniaturisieren und zu kompakten und leistungsfähigen integrierten Systemen zusammenzufügen, die sich für

Monika Landgraf
Pressesprecherin,
Leiterin Gesamtkommunikation

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-21105
E-Mail: presse@kit.edu

Weiterer Pressekontakt:

Margarete Lehné
Stv. Pressesprecherin
Tel.: 0721 608-21175
margarete.lehne@kit.edu

Weitere Materialien:

Originalpublikation in *Nature Photonics*:
<https://www.nature.com/articles/s41566-018-0133-4>

vielfältige Anwendungen von der Informations- und Kommunikationstechnik über die Messtechnik und Sensorik bis hin zur Medizintechnik eignen.

Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang hybride Systeme, die eine Vielzahl von optischen Bauteilen mit unterschiedlichen Funktionen miteinander kombinieren. Diese Hybridsysteme bieten entscheidende Vorteile im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit sowie Designfreiräume gegenüber monolithischen Integrationskonzepten, bei denen alle Komponenten auf einem Chip realisiert werden. So erlaubt die hybride Integration beispielsweise, alle Komponenten einzeln zu optimieren und zu testen, bevor sie zu einem komplexeren System zusammengefügt werden. Der Aufbau optischer Hybridsysteme erforderte bisher allerdings aufwendige und teure Verfahren, um die Komponenten präzise zueinander zu positionieren und die optischen Schnittstellen verlustarm miteinander zu verbinden.

Wissenschaftler des KIT haben nun gemeinsam eine neue Lösung für die Kopplung von optischen Mikrochips untereinander oder an optische Fasern gefunden. Sie nutzen dazu winzige strahlformende Elemente, die sich mit einem hochpräzisen 3D-Druckverfahren direkt auf die Facetten optischer Komponenten aufbringen lassen. Diese Elemente können mit nahezu beliebigen dreidimensionalen Formen hergestellt werden und erlauben es damit, unterschiedlichste optische Bauteile mit geringen Verlusten und hoher Positioniertoleranz miteinander zu verbinden.

Die Forscher validierten ihr Konzept in mehreren Experimenten. Sie fertigten die mikrometergroßen strahlformenden Elemente in verschiedenen Gestalten und testeten sie auf einer Vielfalt von Chip- und Faserfacetten. Wie die Wissenschaftler in der Zeitschrift *Nature Photonics* berichten, erreichten sie damit Kopplungseffizienzen bis zu 88 Prozent zwischen einem Indiumphosphid-Laser und einer optischen Faser. Die Experimente wurden am Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT), am Institut für Photonik und Quantenelektronik (IPQ) und am Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI) des KIT in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik (Heinrich-Hertz-Institut, HHI) in Berlin und IBM Research in Zürich durchgeführt. Die Technologie wird derzeit vom KIT-Spin-off Vanguard Photonics in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt PRIMA in die industrielle Anwendung überführt.

Zur Fertigung der dreidimensionalen Elemente bedienen sich die Forscher der Mehrphotonen-Lithographie: Ein Ultrakurzpulslaser

schreibt die vorgegebenen Strukturen Schicht für Schicht in einen Fotolack, der dabei aushärtet. So ist es möglich, 3D-Strukturen ab wenigen hundert Nanometern zu drucken. Mit dem Verfahren lassen sich neben Mikrolinsen auch andere optische Freiformelemente wie beispielsweise Mikrospiegel herstellen, um Strahlform und Ausbreitungsrichtung gleichzeitig anzupassen. Darüber hinaus können auch komplette Multi-Linsen-Systeme zur Strahlaufweitung hergestellt werden, mit denen die Positioniertoleranz bei der Montage der Bauteile erhöht werden kann.

„Unser Konzept ebnet den Weg zur automatisierten und damit kosteneffizienten Herstellung leistungsstarker und vielseitig einsetzbarer optischer Hybridsysteme“, erklärt Professor Christian Koos, am KIT Leiter des IPQ und Mitglied der kollegialen Leitung des IMT sowie Mitgründer von Vanguard Photonics. „Damit trägt es entscheidend dazu bei, das enorme Potenzial der integrierten Optik in industriellen Anwendungen zu erschließen.“

Originalpublikation:

P.-I. Dietrich, M. Blaicher, I. Reuter, M. Billah, T. Hoose, A. Hofmann, C. Caer, R. Dangel, B. Offrein, U. Troppenz, M. Moehrle, W. Freude, and C. Koos: In situ 3D nanoprinting of free-form coupling elements for hybrid photonic integration. Nature Photonics, 2018. DOI: 10.1038/s41566-018-0133-4

Als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schafft und vermittelt das KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt. Ziel ist es, zu den globalen Herausforderungen maßgebliche Beiträge in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu leisten. Dazu arbeiten rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer breiten disziplinären Basis in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften zusammen. Seine 26 000 Studierenden bereitet das KIT durch ein forschungsorientiertes universitäres Studium auf verantwortungsvolle Aufgaben in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft vor. Die Innovationstätigkeit am KIT schlägt die Brücke zwischen Erkenntnis und Anwendung zum gesellschaftlichen Nutzen, wirtschaftlichen Wohlstand und Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen.

Das KIT ist seit 2010 als familiengerechte Hochschule zertifiziert.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter:
www.sek.kit.edu/presse.php

Das Foto steht in der höchsten uns vorliegenden Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und kann angefordert werden unter: presse@kit.edu oder +49 721 608-21105. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.