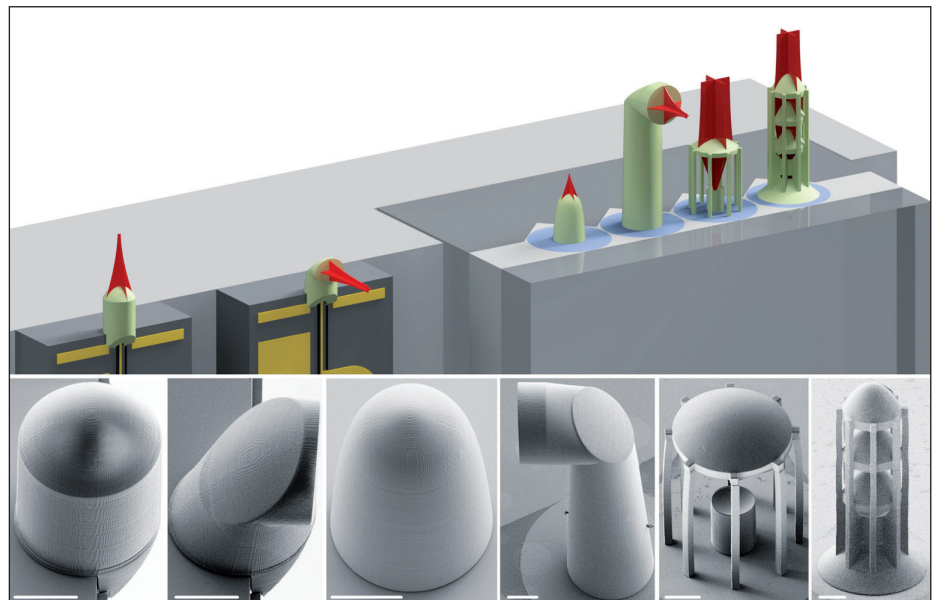


3D-Nanodruck erleichtert Kommunikation mit Licht

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 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 Designfreiheit 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 komple-

▲ Mikrolinsen und Mikrospiegel lassen sich mit 3D-Nanodruck auf optischen Fasern und Mikrochips herstellen. Dies vereinfacht den Aufbau photonischer Systeme drastisch.

Bild: Philipp-Immanuel Dietrich/Florian Rupp/Paul Abaffy, KIT

xeren 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