

## ■ Brille für Daten

**Mikrolinsen-Arrays und Lichtleiter können helfen, den Trage- und Bedienkomfort von Datenbrillen weiter zu steigern.**

Nicht nur dank Googles Datenbrille Glass, die in puncto Anwendungen und Privatsphäre für Gesprächsstoff gesorgt hat, ist das Thema Datenbrillen angesagt. Neben typischen Consumer-Anwendungen könnte eine solche Brille möglicherweise auch das Arbeiten erleichtern: zum Beispiel bei der Wartung von Anlagen oder Maschinen, um einem

über ein sehr feines Gitter (Gitterkonstante:  $0,5 \mu\text{m}$ ) eingekoppelt, auf der anderen Seite des Wellenleiters wird es über eine zweite Gitterstruktur, die die gleiche Winkeldispersion aufweist, wieder ausgekoppelt. Bislang haben die Forscher diese Einzelkomponenten noch nicht in eine Datenbrille integriert. Hierzu müssen sie den Wellenleiter noch mit einer  $90^\circ$ -Umlenkung aufrüsten, um wesentliche Teile der Optik in den Brillenbügel einbauen zu können.

## ■ Schneller erfasst

**Ein neues Detektionsverfahren beschleunigt die Datenerfassung bei der hochauflösenden MRI.**

Bislang gibt es in der Mikroskopie kein Verfahren, das Makromoleküle in so hoher Auflösung dreidimensional erfasst, dass deren atomare 3D-Struktur erkennbar wird. Ein solches Verfahren könnte aber das Verständnis der mikroskopischen Zusammenhänge drastisch verbessern. Ein aus der Medizin bekanntes bildgebendes 3D-Verfahren ist die Magnetresonanztomografie (MRI), deren erreichbare Auflösung im Bereich von Millimetern oder Mikrometern liegt. Noch höhere Auflösungen scheitern derzeit an den Empfindlichkeitsgrenzen der Detektorspulen. Forscher experimentieren daher mit neuen Ansätzen bei der Detektion. Ein Beispiel ist ein Verfahren, das auf der Rasterkraftmikroskopie beruht. Dabei ist der mikromechanische Sensor durch den lokalen Magnetfeldgradienten eines Nanomagnet an die Polarisierung der Kernspins in der Probe gekoppelt. So lässt sich eine veränderliche magnetische Kraft in eine messbare Schwingungsbewegung wandeln.

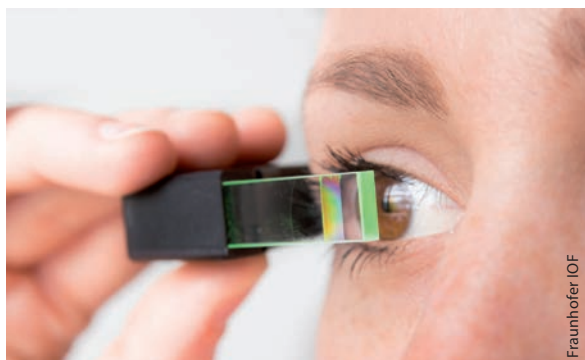
Diese Art der NanoMRI hat jedoch ein Geschwindigkeitsproblem: Das sequenzielle Abtasten eines Makromoleküls ist extrem langsam. Zum Beispiel dauerte die Vermessung eines Tabakvirus zwei Wochen. Wissenschaftler der ETH Zürich haben nun ein Verfahren entwickelt und seine Mach-

barkeit demonstriert, mit dem sich die NanoMRI beschleunigen lässt.<sup>1)</sup> Das Verfahren beruht auf einem Phasenmultiplexing. Dabei werden mehrere Kernspin-Ensembles gleichzeitig angeregt und deren Magnetisierung anschließend zeitverzögert umgekehrt. Das detektierte Signal hängt von dieser Phase ab und ermöglicht bei Kenntnis der Phase eine Bildrekonstruktion. Ein bislang zwei Wochen dauernder Scan lässt sich so auf zwei Tage verkürzen. Realisiert haben die Wissenschaftler das Verfahren an sechs verschiedenen Stellen eines Nanodrahts. Sie erreichten eine Bildauflösung von besser als  $5 \text{ nm}$ , bei subnanometergenauer Positionierung. Der nächste Schritt sind Messungen an biologischen Proben.

## ■ Flexibel dank Flüssigmetall

**Die Arbeitsfrequenz von Flüssigmetallantennen ist über ein elektrisches Potenzial gezielt einstellbar.**

Rekonfigurierbare Antennen lassen sich in ihrer Arbeitsfrequenz und Richtcharakteristik an veränderliche Anforderungen anpassen. Meist verändern elektronische Komponenten wie Dioden oder Varaktoren die Antenneneigenschaften. Die Möglichkeiten solcher Anordnungen sind jedoch begrenzt, weshalb schon länger mit Flüssig-



Fraunhofer IOF

Mit einem gitterbasierten Wellenleiter lassen sich virtuelle Informationen im gesamten Sichtfeld einer Datenbrille darstellen.

Techniker Informationen ergonomisch darzustellen.

Bei den optischen Komponenten einer Datenbrille wäre eine Lösung wünschenswert, die eine möglichst kurze Bauform bei geringem Gewicht ermöglicht und im Idealfall dem gesamten Blickfeld des Trägers virtuelle Informationen überlagert. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena haben einen Demonstrator entwickelt, der verschiedene Vorzüge im Vergleich zu anderen Konzepten bietet. In einer Datenbrille werden die Informationen von einem Mikrodisplay und einer entsprechenden Optik projiziert. Die Jenaer Forscher verwenden dazu statt konventioneller Linsen Mikrolinsen-Arrays, wodurch sich das erreichbare Gesichtsfeld von Durchmesser und Baulänge der Optik entkoppeln lässt.

Für eine monochrome Darstellung der projizierten Information an einer beliebigen Stelle des Sichtfelds nutzen die Forscher einen Wellenleiter, der einer dünnen, planparallelen Glasfläche ähnelt. Auf der einen Seite wird das Licht



North Carolina State University

Das Flüssigmetall für die Antenne steigt mit Hilfe einer äußeren elektrischen Spannung aus einem Reservoir unterhalb der Kapillare auf.

1) B. A. Moores et al., *App. Phys. Lett.* **106**, 213101 (2015)

2) M. Wang et al., *J. Appl. Phys.* **117**, 194901 (2015)

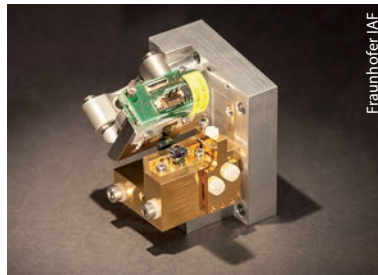
metallen experimentiert wird. Diese Legierungen sind im Idealfall bei Zimmertemperatur flüssig. Mit ihnen ließen sich Länge und Form einer Antenne, durch die deren Eigenschaften maßgeblich festgelegt werden, viel flexibler gestalten. Bisherige Ansätze sahen jedoch vor, das Flüssigmetall mit Hilfe von Pumpen und mikrofluidischen Bauelementen in die richtige Geometrie zu bringen – das erschwert die Integration in ein elektronisches System. Wissenschaftler der North Carolina State University in Raleigh, USA, haben einen anderen Ansatz für eine einstellbare Flüssigmetallantenne gewählt.<sup>2)</sup>

Das Flüssigmetall (eutektisches Gallium-Indium) befindet sich in einem Reservoir, über dem in einer Kapillare ein Elektrolyt steht. Liegt eine äußere elektrische Spannung an, bildet sich bei der einen Polungsrichtung eine dünne Oxidschicht zwischen Elektrolyt und Flüssigmetall. Dadurch verringert sich die Adhäsion zwischen Flüssigmetall und Kapillarinnenwand – das Flüssigmetall steigt auf. Kehren die Forscher die Polarität der Spannung um, sinkt das Flüssigmetall, weil sich die Oxidschicht abbaut und die Adhäsion zunimmt. Das Labormuster ist mit Hilfe des Potentials zwischen 0,66 und 3,4 GHz durchstimmbare – mehr als mit elektronischen Komponenten. Die Gesamteffizienz lag jedoch nur zwischen 40 und 70 Prozent.

## ■ Passend durchgestimmt

**Ein Quantenkaskadenlaser und ein MEMS-Gitter ergeben eine Laserquelle, die schnelle Molekülspektroskopie ermöglicht.**

Mit Hilfe der Spektroskopie im mittleren Infrarot lassen sich zahlreiche organische Moleküle analysieren, da sie in diesem Spektralbereich typische Absorptionsbanden haben. Für viele Anwendungen sind möglichst kleine Strahlquellen interessant, die sich spektral durchstimmen lassen und eine Analyse in Echtzeit erlauben – zum Beispiel bei chemischen Prozessen, bei der



Quantenkaskadenlaser, MEMS-Gitter, Optik, Elektronik und Halterung passen in eine Streichholzschachtel.

Kontrolle von Lebensmitteln oder bei der Erkennung von Gefahrstoffen. Forscher der Fraunhofer-Institute für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg und Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden haben nun gemeinsam eine Laserquelle entwickelt, die solche Anforderungen erfüllt. Das Herz bildet ein Quantenkaskadenlaser (QCL). Die von ihm emittierte Strahlung trifft auf ein Beugungsgitter, das als mikro-elektromechanisches Bauteil (MEMS) ausgeführt ist. Das MEMS-Gitter fungiert als wellenlängenselektiver Spiegel in einem externen Resonator und koppelt Licht einer definierten Wellenlänge wieder in den QCL zurück. Das Gitter schwingt mit einer Frequenz von 1 kHz hin und her, sodass sich der Beugungswinkel der zurückgekoppelten Laserstrahlung und die vom QCL emittierte Wellenlänge gezielt und schnell verändern lassen. Der QCL ist dadurch in einem Spektralbereich zwischen 7,5 und 10  $\mu\text{m}$  durchstimmbare.

Mit dieser Strahlquelle können die Forscher das Absorptionsverhalten einer Substanz mit zunehmender Wellenlänge ausreichend schmalbandig (1,5 Wellenzahlen) vermessen. Tausend Spektren pro Sekunde sind machbar. Gemeinsam mit anderen Fraunhofer-Instituten konnten die Projektbeteiligten zeigen, dass sich die Laserquelle für Fragen der Prozessanalytik und der Qualitätssicherung in der Lebensmittelproduktion sowie für die Detektion von Sprengstoffen eignet. Weitere mögliche Projekte betreffen die Spektroskopie von Flüssigkeiten und den Einsatz der Laserquelle in handlichen Geräten.

**Michael Vogel**