



Foto:la

Messung in der Faser

Ein optisches Verfahren erlaubt es, Durchmesser und Zusammensetzung lungengängiger Partikel zu bestimmen.

Um die Schadstoffbelastung der Luft zu kontrollieren, gibt es ein europäisches Messnetz mit Stationen an neuralgischen Punkten. Diese messen neben Gasen auch Partikel. Darunter sind diejenigen mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als $2,5\ \mu\text{m}$ (PM_{2.5}) gesundheitlich sehr bedenklich, weil sie tief in die Lunge eindringen können. Bei den Messungen werden häufig Partikel gesammelt und im Labor analysiert. Das ist zeitaufwändig und relativ teuer. Zwar lassen sich Partikel auch durch Lichtstreuung in Echtzeit detektieren, aber die verschiedenen Messbedingungen erschweren es, aus diesen Daten verlässliche Durchmesser abzuleiten; die chemische Zusammensetzung ist so nicht zu ermitteln. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts in Erlangen haben nun für PM_{2.5} ein Verfahren ohne diese Limitierungen ersonnen.¹⁾

Der Laboraufbau fokussiert einen Laserstrahl in eine mehrere Zentimeter lange photonische Kristallfaser mit Hohlkern. Bevor der Strahl auf

die Faser trifft, kreuzt er einen zu ihm senkrechten Strom aus Tröpfchen. Sie stammen aus einem Reservoir destillierten Wassers, das Silica- oder Polystyrolpartikel im Massenverhältnis zwischen 0,001 und 0,01 enthält. Trifft der Laserstrahl zufällig eines der Tröpfchen, verdampft das Wasser, und es bildet sich ein Gleichgewicht zwischen Gravitationskraft und optischer Gradientenkraft aus: Das Partikel schwebt. Aufgrund der optischen Streuung wirkt eine zusätzliche Kraft, durch die das Partikel in die Hohlfaser wandert. Ein Photodetektor am anderen Ende der Faser misst eine sinkende Transmission. Diese und die Aufenthaltszeit des Partikels in der Faser ergeben Durchmesser und Material. Das Prinzip funktioniert auch, wenn mehrere Partikel nacheinander in die Hohlfaser wandern, hängt aber von der Partikelkonzentration ab.

Die Wissenschaftler haben das Verfahren zum Patent angemeldet. Nun wollen sie es im Freien an Partikeln testen, die typisch für die Atmosphäre sind. Prinzipiell lässt sich das Verfahren auch unter Wasser einsetzen.

Hart und doch verformbar

Amorphes Aluminiumoxid ist zugleich hart und plastisch verformbar.

Fensterscheiben, Displays, optische Fasern – moderne Gläser spielen häufig eine wichtige Rolle. Theoretische Überlegungen zum atomaren Aufbau oxidischer Gläser ergeben, dass deren

Härte die der besten technischen Materialien erreicht oder übertrifft. Leider ist Glas spröde und bricht daher leicht. Ideal wäre es, wenn sich das Material unter Zug- und Scherbelastung plastisch verformen würde, was bisher nur sehr eingeschränkt gelang. Ein internationales Team konnte nun nachweisen, dass amorphes Aluminiumoxid ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) zugleich hart und plastisch verformbar sein kann – zumindest in dünnen Schichten.²⁾ An dem Projekt waren die finnische Universität Tampere, die Université de Lyon in Villeurbanne, das Mailänder Istituto Italiano di Tecnologia, die Österreichische Akademie der Wissenschaften in Leoben, die Norwegian University of Science and Technology in Trondheim und das US-Unternehmen Bruker beteiligt.

Das Team untersuchte $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ -Schichten aus physikalischer Gasphasenabscheidung, die 40 bzw. 60 nm dünn waren. Dadurch ließ sich das Material so rasch abkühlen, dass sich keine kristalline Struktur ausbildete. Bei Raumtemperatur blieb das Material amorph und plastisch verformbar. Neben Zug- und Scheruntersuchungen unter dem Elektronenmikroskop simulierten die Projektpartner die Vorgänge auch auf mikroskopischer Ebene. Dichte und defektfreie Schichten ließen sich um bis zu 100 % dehnen. Die Ergebnisse werden nicht direkt zu verbesserten Produkten führen. Eher dienen sie als Bedienungsanleitung, um die mechanischen Eigenschaften oxidischer Gläser chemisch zu verbessern.



Die mechanischen Tests der Glasschichten erfolgten unter dem Elektronenmikroskop.

1) A. Sharma et al., Opt. Express **27**, 34496 (2019)

2) E. Frankberg et al., Science **366**, 864 (2019)

3) Y.-H. Won et al., Nature **575**, 634 (2019)

Bessere Bildschirme

Schwermetallfreie Quantenpunkt-LEDs erreichen Effizienzen und Lebensdauern für den Einsatz in Displays.

Quantenpunkte gelten als eine der Nachfolgetechnologien großflächiger LC-Displays. In heutigen Geräten mit Quantenpunkten strahlt eine Hintergrundbeleuchtung diese an: Das Bild entsteht nicht direkt aus der überlagerten schmalbandigen Emission roter, blauer und grüner Quantenpunkt-LEDs, was sehr viel energieeffizienter, farbreiner und günstiger wäre. Außerdem nutzen heutige Quantenpunkt-LEDs meist das Schwermetall Cadmium für eine überzeugende Leistung – das ist für den Massenmarkt ungünstig. Dieses Problem hat nun ein Forscherteam von Samsung, einer der Protagonisten der Quantenpunkt-Display-Technologie, im Labor gelöst.³⁾

Das Team hat ein Verfahren entwickelt, um einen homogenen Indium-Phosphid-Kern und eine hochgradig symmetrische Hülle des Quantenpunkts herzustellen, was die spektrale Emission verschmälert. Die Dicke der Hülle ist so gewählt, dass Energieverluste durch strahlungslose Übergänge gering bleiben. Auch den Liganden, ein funktionaler Stoff an der Oberfläche der Hülle, hat das Team ausgetauscht: Er ist nun kürzer für eine bessere Ladungsträgerinjektion. Für das Material InP/ZnSe/ZnS betrug

die externe Quantenausbeute 21,4 % – das theoretisch mögliche Maximum. Die maximale Leuchtdichte beträgt 100 000 cd/m²; bei 100 cd/m² liegt die Lebensdauer bei einer Million Stunden, vergleichbar mit aktuellen Quantenpunkt-LEDs. Nun soll die industrielle Fertigung folgen.

Rettung in Seenot

Eine Multibandantenne detektiert Schiffbrüchige auf große Distanzen.

Menschen im Wasser sind mit herkömmlichen Schiffsradaresystemen bei starkem Wellengang kaum zu orten. Abhilfe verspricht ein neues System aus Doppel-Schiffsantenne und dem Transponder „Seerad“. Partner des Projekts waren das Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR, Wachtberg, die FH Aachen und die Raython Anschütz GmbH, Kiel. Die Schiffsantenne sendet bei 3 GHz. Treffen die Radarwellen den Transponder an der Rettungsweste des Schiffbrüchigen, werden sie durch eine Diode nichtlinear reflektiert. Die Empfangsantenne erfasst bei 6 GHz die erste Oberschwingung des ursprünglichen Signals, während Reflexionen natürlicher Strukturen wie Wellen immer bei 3 GHz liegen.

Nun ist es gelungen, die Doppel-Schiffsantenne dieses Harmonischen Radars so auszulegen, dass sie nur un-



Fraunhofer FHR

Die neu entwickelte Multibandantenne (auf dem Fahrzeug im Hintergrund) soll zusammen mit dem Transponder (am Dummy) eine bessere Seenotrettung ermöglichen.

wesentlich größer und schwerer ist als die etablierte. Heutige Schiffsradare senden horizontal polarisiert, was bei Objekten deutlich oberhalb des Wassers sinnvoll ist, zum Detektieren des Kopfs eines Schiffbrüchigen aber ungünstig. Deshalb ragt als Sendantenne des Transponders an der Rettungsweste ein kurzer Metalldraht in die Höhe, und die zweite Antenne auf dem Schiff empfängt vertikal polarisierte Wellen.

Bei Tests an der Ostseeküste ließ sich ein Dummy mit aktivem Transponder auf eine Distanz von sechs Kilometern mit nur 100 W Sendeleistung orten. Als nächster Schritt ist ein ausgiebiger Test auf dem Schiff unter rauen Bedingungen geplant.

Michael Vogel

FIBER-COUPLED LOW COHERENCE LASER SOURCES 51NANO

with singlemode and polarization-maintaining fiber cables

LOW
COHE-
RENCE
LOW
NOISE
and
REDUCED
SPECKLE



Schäfter+Kirchhoff develop and manufacture laser sources, line scan camera systems and fiber optic products for worldwide distribution and use.

FIBER OPTIC
COMPONENTS



POLARIZATION ANALYZER



FIBER PORT CLUSTERS
FOR MOT



SPIE.
PHOTONICS
WEST

Visit us in North Hall,
Booth 4978, 4 - 6 February 2020, SAN FRANCISCO, CALIFORNIA

Schäfter + Kirchhoff 
info@SukHamburg.de www.SuKHamburg.com