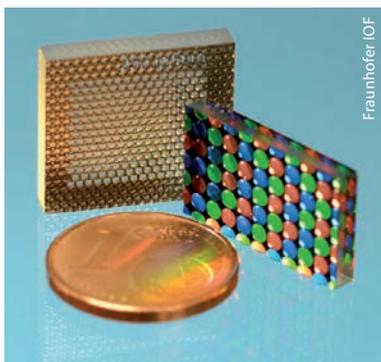


■ Ausgetrickst

Mit Mikroprojektoren-Arrays lassen sich helle, scharfe Bilder auf beliebig geformten Flächen darstellen.

Stark geneigte oder gekrümmte Flächen sind eine technologische Herausforderung bei der Projektion von Bildern. Aus Sicht der Optik ist daran der Zusammenhang zwischen Aperturblende und Tiefenschärfe verantwortlich: Je kleiner die Blende, desto größer die Tiefen-



Mit mikrooptischen Array-Projektoren lässt sich der Zusammenhang zwischen Blende und Tiefenschärfe umgehen.

schärfe – desto geringer die Strahlungsintensität. Eine helle Projektion auf geneigte oder gekrümmte Flächen ist mit einem der folgenden Ansätze möglich: Entweder arbeitet man bei der Optik oder dem zu projizierenden Bild bereits mit Freiformflächen, oder man wählt eine Optik mit inhärent großer Tiefenschärfe. Der erste Ansatz erzeugt zwar helle Bilder, ist aber aufgrund der komplexen optischen Flächen teuer und bedingt eine relativ sperrige Bauform. Der zweite Ansatz ist billiger und kompakter – stößt allerdings bei der Bildhelligkeit an Grenzen. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena umgehen die Limitierungen des zweiten Ansatzes mit Mikrolinsen.

Die gefertigten Demonstratoren bestehen aus einem Array identischer Mikroprojektoren, die jeweils aus Mikrodisplay, Projektions- und Beleuchtungsmikrolinse bestehen. Das rund 1 cm² große Array wird von einer LED beleuchtet. Jeder Mikroprojektor projiziert das gesamte Bild mit rund 400 mal 400 Pixel. Die identischen Projektionen überlagern sich in einem bestimmten Abstand und liefern ein in der Überlagerung helles Bild

bei großer Tiefenschärfe, weil jeder Mikroprojektor relativ zum Projektionsabstand eine kleine Blende hat. Ein weiterer Vorteil ist die geringe Baulänge solcher Projektoren; bei den IOF-Demonstratoren beträgt sie nur 1 cm. Eine scharfe Projektion auf Freiformflächen erreichen die Forscher, indem sie die Bilder der einzelnen Mikroprojektoren mithilfe eines Algorithmus auf elektronischem Wege individuell verzeichnen. Mögliche Anwendungsfelder sind Effektbeleuchtungen in der Architektur oder strukturierte Beleuchtungen für die industrielle Bildverarbeitung oder für die Gestenerkennung.

■ Aufgespürt

Ein laserbasiertes Messverfahren spürt Lecks an Biogasanlagen aus mehreren Metern Entfernung auf.

Knapp 8000 Biogasanlagen sind in Deutschland in Betrieb. Sie gewinnen aus Biomasse Gas – vor allem Methan – und erzeugen daraus elektrischen Strom und Wärme. Zur technischen Betriebssicherheit gehört die Kontrolle der Rohrleitungen auf Lecks, denn Methan ist hochentzündlich. Derzeit überprüfen die Betreiber ihre Anlagen mit Handgeräten. Neben messtechnisch undefinierten Zuständen ist das unbequem, weil man die relevanten Stellen oft nur mit Leitern erreicht.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts ist ein Demonstrator entstanden, mit dem sich Methan-gaskonzentrationen bequem und unter definierten Bedingungen messen lassen. Projektpartner sind das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM in



Das laserbasierte System misst austretendes Methan berührungslos aus bis zu 15 Metern Entfernung.

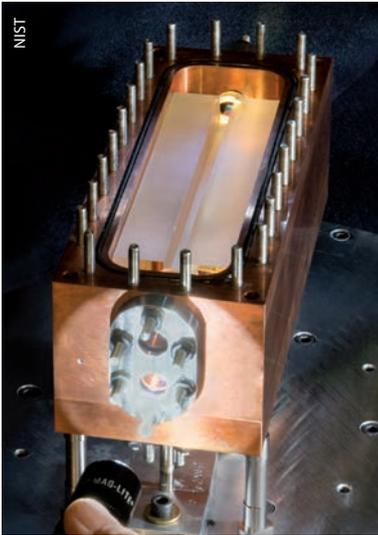
Freiburg, das Fraunhofer-Institut für Umwelt, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen und die Schütz Messtechnik GmbH in Lahr. Sie nutzen für den Demonstrator die Rückstreuungsspektroskopie. Zunächst regen sie im Nahinfrarot (NIR) das zu untersuchende Luftvolumen mit einem Laser in einem für Methan charakteristischen Bereich an. Ein in den Demonstrator integrierter Entfernungsmesser erfasst die Distanz zur Methanquelle. Anhand der charakteristischen Wellenlängen und Intensitäten der gestreuten Strahlung sowie der Entfernung ermittelt das System mithilfe einer Datenbank, in der die physikalischen Parameter für Methan hinterlegt sind, die Gaskonzentration. Messungen mit dem Demonstrator im Labor und an Biogasanlagen zeigten, dass er deutlich genauer arbeitet als existierende Handgeräte.

Das Ziel der Projektpartner ist die Messung im mittleren Infrarot, wo Methan sehr stark absorbiert. Mit der richtigen Laserwellenlänge lässt sich das Treibhausgas daher sehr selektiv erwärmen und seine thermische Strahlung erfassen. Dabei ist der natürliche Methanhintergrund der Luft ausgeblendet.

■ Eingedampft

Ein optisches Druckmessverfahren ist genauer als der Eichstandard.

Quecksilber-Manometer gelten noch immer als das Maß der Dinge, wenn es um sehr genaue Druckmessungen geht. Zum Beispiel dient ein solches Manometer mit einer drei Meter hohen Säule aus flüssigem Quecksilber und einer Auflösung von 3,6 mPa als US-amerikanischer Eichstandard am National Institute of Standards and Technology (NIST). Wissenschaftler des NIST haben nun gemeinsam mit Kollegen der University of Delaware und der Sandia National Labs ein optisches Druckmessverfahren entwickelt, das eine 36-fach höhere Auflösung als dieser NIST-Standard erreicht – und das 100-mal schneller und über einen



Optischer Druckmesser: Blick in den geöffneten Kupferbehälter auf eine der beiden Kavitäten

größeren Messbereich. Das neue Instrument hat zudem nur die Größe eines Thermobehalters.

Es besteht aus einem Kupferblock, der zwei Kammern enthält. In jeder befindet sich eine Kavität, die als Fabry-Pérot-Interferometer dient. Die eine Kavität ist mit Stickstoff gefüllt, in der anderen herrscht ein Vakuum von 0,01 mPa. Tritt Laserlicht in die Kammern ein, bilden sich stehende Wellen aus. Ein Teil der Strahlung wird ausgekoppelt, zur Interferenz gebracht und detektiert. Ändert sich nun der Druck in der stickstoffgefüllten Kammer, ändert sich auch der Brechungsindex des Gases und dadurch das detektierte Interferenzmuster. Fertig ist die Druckmessung.

Was relativ trivial klingt, erfordert für die erwünschte Genauigkeit einen hohen Aufwand bei der Temperaturkontrolle, ein sehr genaues Verständnis des Messgases und hochgenaue interferometrische Längenmessungen. Ziel ist ein Instrument mit einer Gasreinheit von 50 ppb, einer Temperaturstabilisierung auf 0,2 mK und einer Längenmessung auf 3 pm genau. Das Verfahren könnte zu genaueren Manometern für industrielle Anwendungen führen, etwa in der Luftfahrt oder der Halbleiterfertigung – ohne dass dafür Vakuumbedingungen erforderlich wären. Derzeit ist die Messunsicherheit beim Brechungsindex der Luft der begrenzende Faktor.

■ Einverleibt

Chipintegrierte LED-Arrays ermöglichen Scheinwerfertechnologien der nächsten Generation.

Der Siegeszug der Leuchtdiode in der Allgemeinbeleuchtung macht sich auch im Automobilbereich bemerkbar. Scheinwerfer sind aus einzelnen LEDs aufgebaut, von denen jede ihren eigenen elektrischen Treiber hat. Fünf solcher LED-Chips lassen sich als Multi-Chip-Komponente so eng zusammenpacken, dass eine Optik ihr Licht auf die Fahrbahn projizieren kann. Bei genauem Hinsehen ist allerdings noch zu erkennen, dass der Scheinwerfer aus einzelnen LEDs aufgebaut ist. Einige intelligente Zusatzfunktionen sind mit diesen Scheinwerfern nicht vollständig umzusetzen. Möglich ist zwar zum Beispiel eine Teilausblendung des Lichts bei Gegenverkehr, Funktionen wie eine geschwindigkeitsabhängige Leuchtweitenregulierung ohne Mechanik dagegen nicht. Auch Eigenblendungen durch Reflexionen an großen Verkehrszeichen lassen sich nicht vermeiden, ohne einen wesentlichen Teil des Fernlichts auszuschalten.

Hierfür wären mehr und dichter gepackte LEDs im Matrixscheinwerfer erforderlich. Solange die LEDs nicht in einem Array auf einem einzigen Chip integriert sind, stellt der Aufwand für die elektronische Ansteuerung und die optische Projektion eine unüberwindbare Hürde dar. Forschern von Osram, Infineon, vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM sowie von Hella und Daimler ist es gelungen, ein Array aus 256 LEDs auf einen Chip zu integrieren. Der Demonstrator besteht aus zwei Ebenen, die im Wafer-Stadium zusammengefügt wurden. Ein Chip sorgt für die Ansteuerung des LED-Arrays, das auf dem zweiten Chip sitzt. Die einzelnen LEDs haben nur noch Kantenlängen von 0,1 mm und sind fünf- bis zehnmal kleiner als heutige LEDs in Matrixscheinwerfern. Ziel ist ein Array-Chip aus mehr als 1000 Leuchtpunkten.

Michael Vogel