

■ Mobile Abgaskontrolle

Mit einem kompakten Gerät lassen sich die Stickstoffdioxidemissionen von Fahrzeugen unter realen Bedingungen messen.

Vor allem in Städten verschlechtern die Stickstoffdioxidemissionen des Verkehrs wesentlich die Luftqualität. Ihre Überwachung mit stationären Anlagen ist aufwändig, weil



Mit dem Heidelberger Messgerät ist Stickstoffdioxid direkt in den Autoabgasen erfassbar.

die Gehäuse klimatisiert sein müssen. Gerade bei Fahrzeugen weiß man bis heute relativ wenig über den Stickstoffdioxidausstoß im Laufe ihres Lebenszyklus. Genaue, aber aufwändige mobile Messgeräte kommen nur bei Neufahrzeugen zum Einsatz. Physiker der Universität Heidelberg haben nun ein Gerät entwickelt, das mobil einsetzbar ist, temperaturunabhängig arbeitet und unempfindlich gegenüber Vibrationen ist.

Das Gerät misst Stickstoffdioxidkonzentrationen, indem es Umgebungsluft durch eine Messzelle pumpt. Die Messung der charakteristischen Absorption des Moleküls erfolgt bei 450 nm mit der Differenziellen Optischen Absorptionsspektroskopie (DOAS). Die etwa einen halben Meter lange Messzelle wird von zwei Spiegeln begrenzt, um den effektiven Lichtweg auf einen Kilometer zu verlängern und die Empfindlichkeit zu steigern. Zunächst misst das Gerät mit der DOAS die Konzentration des Stickstoffdioxids. Wegen der verschiedenen Gase und Aerosole in der Umgebungsluft ist der Absorptionslichtweg aber verkürzt. Die Wissenschaftler haben daher einen Algorithmus entwickelt, mit dem sich iterativ der tatsächliche

Lichtweg hinreichend genau rekonstruieren lässt. Sie benötigen dazu nur noch die Gesamtabsorption, die sich aus der Konzentration der Gase ergibt. Und da sie das Stickstoffdioxid direkt messen und nicht über den Umweg des Stickstoffmonoxids, erreichen die Forscher eine Zeitauflösung im Sekundenbereich.

Das Gerät hat bei Testfahrten den Stickstoffdioxidanteil in den Abgasfahnen von Fahrzeugen unter realen Bedingungen erfolgreich bestimmt. Das Verfahren ist patentiert, eine Ausgründung geplant.

■ Alternativer 3D-Scanner

Eine Spielekonsole und ein Polarisationsfilter liefern hochaufgelöste dreidimensionale Objektdaten.

Der kommerzielle Erfolg von 3D-Druckern führt zu einer größeren Nachfrage nach 3D-Scannern, um Objektdaten für die spätere Fertigung zu gewinnen. Laserscanner erweisen sich dabei als hochwertige, aber nicht ganz billige Lösung. Wissenschaftler des Massachusetts Institute of Technology haben nun ein Verfahren entwickelt, das mit relativ einfachen Komponenten auskommt, prinzipiell integrierbar ist und Auflösungen von einigen zehn bis hundert Mikrometern erreicht.¹⁾ Als Hardware benötigen sie die Time-of-Flight-Kamera der Spielekonsole Kinect und eine Spiegelreflexkamera mit Polarisationsfilter.

Die Kamera der Kinect liefert anhand der Flugzeiten der ausgestrahlten und wieder reflektierten Photonen Tiefeninformationen eines Objekts. Ihre Auflösung liegt in der Größenordnung von Zentimetern. Um die Form eines Objekts

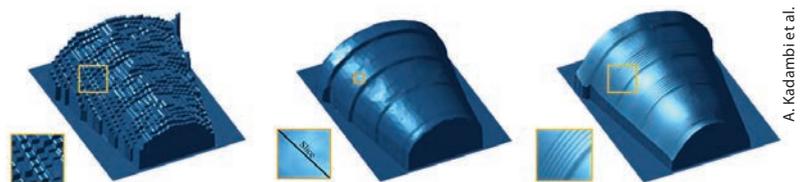
noch genauer zu ermitteln, nutzen die Forscher aus, dass die Oberflächenkontur eines Gegenstands polarisiertes Licht unterschiedlich reflektiert: In diesem Licht stecken also zusätzliche Informationen über die Geometrie des Objekts. Das ist seit langem bekannt, aber nur schwer auszunutzen, weil Symmetrien zu Mehrdeutigkeiten führen. Den Wissenschaftlern ist es gelungen, dies mit Hilfe von drei Aufnahmen (unter unterschiedlichen Polarisationswinkeln) auf einer gewöhnlichen Grafikkarte in Echtzeit herauszurechnen.

Bislang handelt es sich um eine reine Machbarkeitsstudie. Es wäre aber technisch möglich, die erforderliche Hardware selbst in Smartphone-Kameras zu integrieren. Eine andere Anwendung könnte die Umfelderkennung bei schwierigen Lichtverhältnissen sein.

■ Trichter für Licht

Eine nanostrukturierte Glasscheibe verbessert den Wirkungsgrad von Solarzellen.

Polykristalline Siliziumsolarzellen sind heute in der Photovoltaik weit verbreitet. Weitere Wirkungsgradgewinne sind bei diesem Solarzellentyp inzwischen nicht mehr so einfach zu erzielen wie noch vor wenigen Jahren. Daher wird intensiv nach Alternativen gesucht, um Module mit noch höherem Wirkungsgrad fertigen zu können. Wissenschaftler der Nationalen Zentraluniversität in Taiwan haben nun eine Technologie entwickelt, von der prinzipiell jede Solarzelle profitieren könnte, unabhängig von ihrem Aufbau und dem Halbleitermaterial.²⁾ Die Forscher richteten ihr Augenmerk auf die Frontschei-



Ein Kaffeebecher lässt sich mit der Kinect-Kamera, einem 3D-Laserscanner sowie mit der Kinect-Kamera und Polarisations-

aufnahmen (von links nach rechts) immer genauer rekonstruieren.

1) A. Kadambi et al., Konferenzpaper anlässlich der ICCV 2015: <http://web.media.mit.edu/~achoo/polar3D>

2) C.-A. Lin et al., ACS Nano, doi: 10.1021/acsnano.5b05564

be, welche die Solarzellen im Modul vor Umwelteinflüssen schützt.

Sie versehen die Oberfläche einer Quarzglasscheibe mit einer wabenförmigen Nanostruktur, auf der sie extrem dünne Nanostäbe platzierten. Die Nanostäbe sorgen für einen kontinuierlichen Übergang des Brechungsindex zwischen Luft und Glas, verringern also die Reflexion. Die Nanowaben dienen als wirkungsvolle Streuzentren für schräg einfallendes Sonnenlicht: Ist der Streuwinkel größer als der Grenzwinkel der inneren Totalreflexion, koppeln die schräg einfallenden Sonnenstrahlen in die Solarzelle ein. Messungen an Solarzellen, die mit der so präparierten Scheibe ausgerüstet waren, ergaben einen höheren Wirkungsgrad als bei denselben Zellen mit konventioneller Abdeckung: bei senkrechtem Lichteinfall um rund fünf Prozent mehr, bei einem Lichteinfall unter 60° um bis zu 46 Prozent. Die neuartige Scheibe ist unempfindlich gegenüber Verunreinigungen: Der Wirkungsgrad der Solarzellen, die eine gewöhnliche Scheibe trugen, sank nach sechs Wochen im Freien messbar ab, bei den Zellen mit dem nanostrukturierten Glas dagegen kaum. Für Standorte mit hoher Luftverschmutzung oder viel Staub ist diese Eigenschaft interessant.

■ Schnell charakterisiert

Eine Kleinwinkellichtstreuungs-Anlage analysiert viele Proben auf einen Schlag.

Um Materialmischungen zu charakterisieren, liefern Phasendiagramme wichtige Informationen. An ihnen lässt sich ablesen, wie das Mischungsverhalten sich mit der Temperatur verändert. Bislang kann man Phasenübergangstemperaturen experimentell nur aus Einzelmessungen ermitteln, indem das Materialgemisch eine Temperaturkurve durchläuft. Als Indikator dient dabei eine physikalische Gemischeigenschaft, etwa die optische Transmission. Um einen möglichst großen Parameterraum abzudecken, sind also sehr



Die neue Anlage analysiert bis zu 96 Materialmischungen gleichzeitig.

viele solcher Experimente erforderlich. Kunststoffwissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt haben daher ein Hochdurchsatzverfahren entwickelt, das gleichzeitig bis zu 96 Materialmischungen analysieren kann. Erprobt haben sie es an Elastormischungen für die Reifenindustrie. Aber das Verfahren funktioniert mit jedem optisch transparenten bzw. lichtdurchlässigen Material – auch für Kristallisations- oder Schmelzvorgänge.

Um die Phasenübergangstemperaturen zu bestimmen, nutzen die Forscher die Kleinwinkellichtstreuung: Sie beleuchten die zu untersuchenden Proben mit einem Laser und erfassen das resultierende Streubild. Aus dieser zweidimensionalen Intensitätsverteilung lassen sich charakteristische Strukturgrößen wie der Tropfendurchmesser ableiten. Das System erreicht eine Temperrauflösung bis herunter zu 100 Mikrokkelvin, häufig reichen aber Auflösungen um knapp ein Kelvin aus. Die Anlage deckt einen Bereich zwischen Raumtemperatur und zirka 300°C ab. Zudem verhindert eine Spülung mit reaktionsträgem Gas die temperaturbedingte Oxidation der Proben. Für eine weitere Automatisierung lässt sich die Anlage mit kommerziell verfügbaren Pipettier- oder Mischrobotern kombinieren. Mögliche Anwendungen gibt es in den Bereichen Kosmetika, Lebensmittel, Pharma und medizinische Diagnostik.

Michael Vogel