



Diese Version von Van Goghs „Starry Night“ ist mit dem Laser innerhalb von vier Minuten entstanden.

Laser als Pinsel

Metallplatten sind wie eine Leinwand bemalbar.

Künstler arbeiten bei Gemälden oft mit mehrschichtigen Farben, die sie mit Pinselstrichen auftragen. Diese Maltechnik hat ein Team dreier russischer Forschungseinrichtungen mit dem Laser nachempfunden. Beteiligt waren die ITMO University und die Staatliche Universität in St. Petersburg sowie die Russische Akademie der Wissenschaften am Standort Tschernogolowka.¹⁾

Das Team nutzte einen ns-Ytterbiumlaser mit einem Scanner. Pulsdauer, Intensität und Wiederholrate blieben konstant, die Scangeschwindigkeit variierte von 100 bis 1500 mm/s. So entstanden unterschiedliche Effekte bei der Oberflächenbearbeitung von Platten, die aus einer Titanlegierung bestanden. Möglich waren „Pinselstriche“ mit verschiedenen Farben, die nachträgliche Veränderung dieser Farben durch „Übermalen“ sowie das vollständige Löschen von Farben.

Dazu wurde die Oberfläche lokal mit dem fokussierten Laserstrahl so stark erhitzt, dass die Abtragung von

Material gerade einsetzte. Wanderte der Laserstrahl weiter, bildete sich an der erhitzten Stelle beim Abkühlen eine Oxidschicht aus. Die Rate, mit der sich das bearbeitete Material wieder abkühlte, bestimmte das Resultat: Je länger die Abkühlzeit war, desto dicker fiel die Oxidschicht aus. Die Farben beruhen auf Interferenz.

Das System kann neun Farben mit dem Laserpinsel auf den Metallplatten erzeugen. Grundsätzlich sind andere Farbsysteme möglich. Durch wiederholte Laserbestrahlung mit der richtigen Scangeschwindigkeit lassen sich die Farben in zyklischer Abfolge reversibel variieren oder auch komplett löschen. Das Team änderte bei Tests einzelne Farben bis zu 30-mal.

Wie schnell das Lasermalen vonstattengeht, hängt von der Farbe ab. Pro Minute lassen sich 1,1 bis 12,5 Quadratzentimeter bemalen.

Frischwasser aus dem Meer

Mit einem beschichteten Vlies lässt sich ein einfaches System zur Wasserentsalzung aufbauen.

Frischwasser ist nicht überall in ausreichender Menge und Qualität vorhanden, gerade nicht in Inselstaaten oder Entwicklungsländern. Dort bietet die Meerwasserentsalzung einen Weg, um Süßwasserreserven aufzubauen – mithilfe der Sonnenenergie

sogar nachhaltig. Ein Team der chinesischen Dalian Maritime University hat ein solches relativ einfaches und günstiges solar-thermisches System entwickelt.²⁾

Es besteht aus drei Komponenten: Als Absorber für die Sonnenstrahlung diente ein Vlies, das mit Titan-Nitrid-Oxid (TiNO) beschichtet war. Das TiNO steigert die solare Absorption des Vlieses zwischen 200 und 2500 nm Wellenlänge von 32 auf bis zu 92 Prozent. Unter dem Absorber befindet sich zur thermischen Isolation eine Lage geschlossoporiges Polyethylen. Wegen seiner geringen Dichte schwimmt es in Meerwasser, kann also als Träger für das System dienen. Umhüllt ist der Polyethylen-Block von einem Vlies, welches das Salzwasser aufsaugt und es kontinuierlich dem Absorber zuführt.

Unter Sonneneinstrahlung und bei einem Verdunstungswirkungsgrad von 84 Prozent stieg die Verdunstungsrate des Systems auf bis zu $1,33 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Das am Absorber zurückbleibende Salz wird durch das nachkommende Salzwasser wieder gelöst, sodass sich im Dauerbetrieb keine Ablagerungen bilden. Das resultierende Frischwasser hatte einen um zwei Größenordnungen geringeren Salzgehalt als typisches Trinkwasser. Das Forschungsteam testete sein System im Labor.

Gassensor alarmiert visuell

Eine Flüssigkristallzelle und eine Metalloberfläche ermöglichen einen Detektor für flüchtige Substanzen.

Der Nachweis von gasförmigen Substanzen in Echtzeit ist für verschiedene Gebiete wichtig, Beispiele sind die Gesundheitsvorsorge, Arbeitssicherheit oder der militärische Bereich. Existierende Ansätze beruhen auf sehr unterschiedlichen Konzepten. Ein südkoreanisch-pakistanisches Team hat seinen Fokus bei der Entwicklung eines Labormusters auf eine flexible Integrierbarkeit und eine unmittelbare, visuelle Warnung gelegt. Beteiligt waren die Pohang University of Science and Technology, die Korea University in Seoul und die Informa-

1) V. P. Veiko et al., *Optica* **8**, 577 (2021)

2) C. Chang et al., *AIP Advances* **11**, 045228 (2021)

3) I. Kim et al., *Sci. Adv.* **7**, eabe9943 (2021)

4) M. Said Ergoktas et al., *Nat. Photon.* (2021), DOI:10.1038/s41566-021-00791-1

tion Technology University of the Punjab in Lahore.³⁾

Als Detektor dient eine Zelle mit ausgerichteten Flüssigkristallen, die an der Grenzfläche zur Umgebung in Unordnung geraten, wenn Moleküle der nachzuweisenden Substanz zwischen die Flüssigkristalle diffundieren. Licht, das durch die Zelle fällt, verändert seine Polarisation. Das Licht trifft anschließend auf eine holografische Metaoberfläche, in der Nanostrukturen so aufgebracht sind, dass polarisationsabhängig verschiedene Bilder entstehen: Ein Smiley gibt Entwarnung, ein Ausrufezeichen eine Warnung.

Abhängig von der Konzentration und der Art des Gases benötigt der Sensor wenige Sekunden bis zwei Minuten, um anzusprechen. Getestet wurde er mit sieben Gasen bei Konzentrationen von 200 und 400 ppm.

Prinzipiell ließe sich die Flüssigkristallzelle so konstruieren, dass sich die Anzeige des Sensors nach Exposition nicht verändert oder der Sensor nur auf bestimmte Gase anspricht. Für ein praktisch nutzbares System wäre es zudem erforderlich, die Lichtquelle zu integrieren. Dank OLEDs und Quantenpunkt-LEDs wäre das aber kein Problem, auch nicht auf gekrümmten Oberflächen. Die Zahl der Hologramme ließe sich ebenfalls erhöhen.

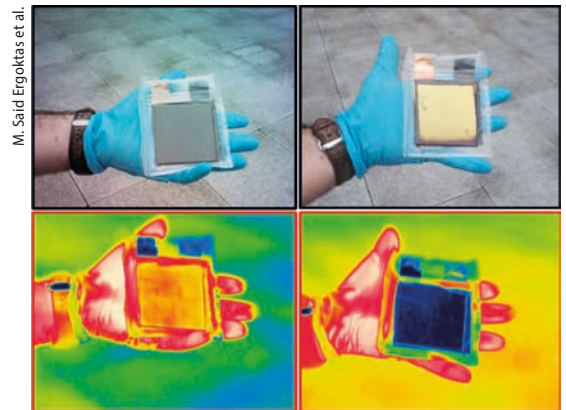
Optisch wirkender „Akku“

Das Spektralverhalten eines elektrooptischen Systems ist breitbandig reversibel durchstimmbar.

Wenn optische Materialien ihre Farbe ändern können, eignen sie sich für Displays, smarte Fenster oder allgemein für die Tarnung von Gegenständen. Häufig hängen aber die gewünschten Eigenschaften solcher Materialien stark von der Wellenlänge ab, was ihren Einsatz erschwert. Ein Team der University of Manchester, der Bilkent University in Ankara und dem Izmir Institute of Technology hat nun ein System entwickelt, dessen optische Eigenschaften sich vom sichtbaren Licht bis zu Mikrowellen einstellen lassen.⁴⁾

Der Aufbau erinnert an einen Lithium-Ionen-Akku und besteht aus einer vielschichtigen Graphenstruktur, die als Anode und optisch aktives Material dient. Als Kathode fungiert eine Aluminiumfolie, die mit einem lithium-dotierten Nickel-Mangan-Cobalt-Oxid beschichtet ist. Liegt eine Spannung von wenigen Volt an, kommt es zur Interkalation, bei der sich die Li-Ionen in die Graphenschichten einlagern.

Steigt der Ladezustand der Graphenstruktur, wächst das Rückstrahlvermögen des Systems. Dies gilt für den sichtbaren, infraroten und Mikrowellenbereich. Der Vorgang



M. Saïd Ergoktas et al.

Das System im sichtbaren (oben) und infraroten (unten) Licht hat ungeladen (links) ein anderes Rückstrahlvermögen als geladen (rechts).

ist reversibel, allerdings unterschiedlich gut: Im Terahertzbereich waren 11 000 Zyklen möglich, im sichtbaren Licht nur 580. Eine Ausnahme gibt es im IR, wo die charakteristischen Absorptionsbanden der Polyethylenhülle auftreten. Anders als bei vielen anderen schaltbaren Flächen beträgt die Antwortzeit des Systems nur wenige Sekunden, seine Leistungsaufnahme ist gering. Es ließe sich an beliebige geometrische Formen anpassen.

Das Team fertigte ein Display, das gleichzeitig Informationen im sichtbaren, infraroten und Terahertzbereich anzeigt, sowie ein System, das sein Rückstrahlvermögen im sichtbaren und infraroten Licht dynamisch an den Hintergrund anpasst.

Michael Vogel

FIBER OPTIC COMPONENTS

polarization-maintaining for wavelengths 360 – 1800nm

60SMS series



TILT



60FC-SF series with super fine-focussing

NEW

Fiber Port Clusters
2 → 6

Used in quantum optics,
e.g. for cooling and
trapping experiments (MOT)

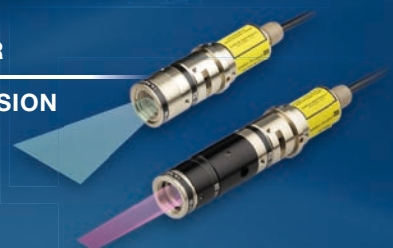


Schäfter+Kirchhoff develop and manufacture laser sources, line scan camera systems and fiber optic products for worldwide distribution and use.



POLARIZATION
ANALYZER

LASERS FOR
MACHINE VISION



Visit our website
www.sukhamburg.com

Schäfter + Kirchhoff 
info@sukhamburg.de www.sukhamburg.com