

## ■ Spektalkamera light

**Smartphone und App ermöglichen Anwendungen, die bislang an den Hardwarekosten scheiterten.**

Hyperspektalkameras sind aus der optischen Analyse oder Klassifikation von Materialien nicht mehr wegzudenken. Sie beleuchten das zu untersuchende Objekt breitbandig



So könnte es aussehen: Das zur Hyperspektalkamera umfunktionierte Smartphone kann die Qualität eines Apfels beurteilen.

und erfassen es in schmalbandigen Aufnahmekanälen oder umgekehrt. Allerdings kosten solche Kameras mindestens einen hohen fünfstelligen Betrag – zu teuer für manche Anwendung. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg haben daher ein Smartphone in eine Hyperspektalkamera verwandelt. Das erfordert keine zusätzliche Hardware – eine neu entwickelte App, die Zugriff auf eine geeignete Datenbasis hat, genügt. Möglich ist dies dank der großen Entwicklungssprünge bei Kamera und Display von Smartphones. Zudem sind die Bilddaten auch im Rohformat auslesbar, sodass sie sich sinnvoll weiterverarbeiten lassen.

Bei der Messung wird das Objekt mit dem Display nacheinander breitbandig in Rot, Blau und Grün beleuchtet. Das dabei reflektierte Licht lässt sich aus den Rot-, Blau- und Grün-Kanälen der Sensorpixel auslesen. Aus diesen Daten rekonstruiert die App das Reflexionsspektrum des Objekts.

Die Forscher haben ihren Demonstrator an der Klassifikation

von Rohkaffeesorten erprobt. Smartphone und App erreichten dabei eine vergleichbare Klassifikationsrate wie eine Hyperspektalkamera, die einen sechsstelligen Betrag gekostet hat. Potenzielle weitere Anwendungen scheitern derzeit eher an der fehlenden Datenbasis, um den Algorithmus zu trainieren, als an der vorhandenen Technologieplattform. Denkbar ist zum Beispiel die Beurteilung von Pflanzen, weil sich bei ihnen Krankheiten oder Pestizide auf den Photosynthesehaushalt und damit letztlich auf die spektrale Wirkung des Chlorophylls auswirken.

Die IFF-Forscher haben die App zum Patent angemeldet und mit ersten Industriepartnern Projekte für die Entwicklung von Anwendungen aufgesetzt.

## ■ Smarter Sonnenschutz

**Polymertechnologie macht elektrochrome Scheiben schneller schaltbar und farblich vielfältiger.**

Vor einigen Jahren galten elektrochrome Scheiben als viel versprechender neuer Markt. Liegt an einer solchen Scheibe eine elektrische Spannung an, so verdunkelt sie sich, bei Umpolung der Spannung wird sie wieder hell. Zwar funktioniert die Technologie im Labor gut, aber bislang ist es nicht gelungen, die Vorzüge der Scheiben in marktfähige Produkte umzumünzen.

Wirtschaftlich herstellbare elektrochrome Fenster sind in der Regel wie folgt aufgebaut: Auf den Innenseiten zweier Glasscheiben befinden sich flächige Elektroden, meist aus Fluor-Zinn-Oxid. Zudem trägt eine der beiden Elektroden eine Schicht aus einem Metalloxid wie Wolframoxid, das elektrochrome Eigenschaften besitzt. Im Hohlraum zwischen den Scheiben befindet sich ein gelartiger Elektrolyt.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam nutzen statt Metalloxiden ein organisches Polymer. An dem Projekt ist der Verbundglashersteller Tilse Formglas beteiligt. Das Polymer hat zwei



Organische Monomere, die in ein Gießharz gemischt werden, machen die Scheibe elektrisch schaltbar.

Vorteile: Die Schaltzeiten liegen für eine quadratmetergroße Fläche statt bei zehn Minuten nur bei 30 Sekunden, und durch Verwendung unterschiedlicher Monomere lassen sich prinzipiell unterschiedliche Farben einstellen. Bei den Metalloxiden dominiert ein bläulicher Farbton.

Die Forscher haben ein Gießharz weiterentwickelt, das Monomere enthält, aus denen sich ein elektrochromes Polymer aufbauen lässt. Nachdem sie das Harz mit den Monomeren in den Hohlraum zwischen zwei Scheiben eingebracht haben, verwenden sie UV-Licht, um es zu polymerisieren und zu vernetzen, durch eine elektrische Gleichspannung werden die Monomere polymerisiert.

Mit dieser Entwicklung lassen sich Hohlräume zwischen den Scheiben von 1,5 mm Dicke ausfüllen, ohne Nachteile bei Transparenz, Leitfähigkeit oder mechanischer Stabilität. Derzeit laufen Langzeittests zur UV-Stabilität.

## ■ Subpixel ade

**Eine neue Flüssigkristalltechnologie vereinfacht den Aufbau von Pixeln in Bildschirmen.**

LCDs sind allgegenwärtig – sie finden sich in Smartphones, Fernsehern oder im Armaturenbrett von Autos. Obwohl die Technologie sehr weit entwickelt ist, gibt es noch

1) Y. Huang et al., Opt. Mater. Express 7, 641 (2017)

2) D. Zhao et al., Nature Comm. DOI: 10.1038/ncomms14214

Potenzial für Verbesserungen. Fortschritte vermelden nun Wissenschaftler der University of Florida in Orlando. Sie haben gemeinsam mit dem japanischen LC-Hersteller JNC und dem südkoreanischen Display-Hersteller AU Optronics Flüssigkristalle entwickelt, mit denen sich der Platzbedarf eines Pixels um einen Faktor drei verringern lässt, bei höherer Transmission und intensiveren Farben.<sup>1)</sup>

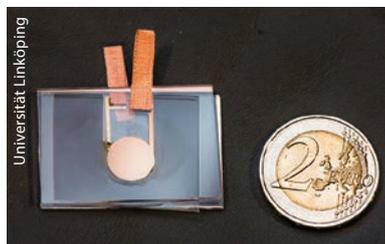
Das Pixel eines LCD setzt sich aus drei Subpixeln zusammen, vor denen sich jeweils ein rotes, blaues oder grünes Filter befindet. In der Überlagerung entsteht dadurch die gewünschte Farbe. Verwendung finden hierfür so genannte nematische Flüssigkristalle. Die Projektpartner arbeiten dagegen mit Flüssigkristallen, die in der blauen Phase vorliegen. Aus ihnen aufgebaute Blue-Phase-Displays lassen sich aufgrund der intrinsischen Eigenschaften der Flüssigkristalle zehnmal schneller schalten als nematische; die Pixel erreichen Schaltzeiten unter einer Millisekunde. Dadurch ist es möglich, Rot, Grün und Blau im Pixel nicht mehr räumlich durch Filter, sondern zeitlich zu überlagern. Das menschliche Auge nimmt von diesem zeitlichen Multiplexing nur die resultierende Mischfarbe wahr; Subpixel sind also unnötig. Durch den Wegfall der Filter steigt zudem die Transmission, das Übersprechen durch die Subpixelfarben entfällt.

Samsung hatte 2008 erstmals den Prototyp eines Blue-Phase-Displays präsentiert. Allerdings ist es nun den oben genannten Forschern gelungen, zwei maßgebliche Schwächen von damals auszumerzen, die den industriellen Einsatz bislang verhindert haben. Sie senkten die dielektrische Konstante der Blue-Phase-LCs, um ausreichend kurze Schaltzeiten zu erreichen, und sie modifizierten die Steuerungselektrode so, dass eine Spannung von 15 V genügte. Bei diesem Wert lassen sich die Pixel mit einem einzigen Dünnschichttransistor schalten. Nun ist ein Display-Prototyp in Arbeit.

## ■ Steuern mit Wärme

### Transistoren lassen sich nicht nur elektrisch schalten.

Viele moderne elektrische Anwendungen beruhen auf Transistoren. Während diese meist durch ein elektrisches Signal geschaltet werden, haben Forscher der Universität Linköping eine Variante entwickelt, die ein thermisches Signal nutzt.<sup>2)</sup> Das Labormuster besteht aus einem Transistor und einem thermoelektrischen Generator, der das Gate des Transistors steuert. Für den Ladungsträgertransport nutzt der Generator einen polymerbasierten ionischen Elektrolyt; eine Temperaturänderung führt dabei aufgrund des Seebeck-Effekts zu einer Span-



Forscher in Schweden haben das Labormuster eines wärme gesteuerten Transistors entwickelt.

nungsänderung an den Elektroden. Beim Transistor liegen Source und Drain unten, Gate oben. Als halbleitende Schicht dazwischen dient ein Polymer, über dem sich ein Elektrolyt aus einem anderen Polymer befindet. Eine Elektrode des Generators ist mit dem Gate des Transistors verbunden, sodass eine Temperaturänderung am Generator zu einer Änderung der Gate-Spannung führt. Die andere Elektrode ist gemeinsam mit der Source-Elektrode des Transistors geerdet.

Die Forscher erreichen im Vergleich zu traditionellen thermoelektrischen Materialien einen um den Faktor 100 größeren Seebeck-Koeffizienten. Dadurch ist es möglich, den Transistor mit einem einzigen Generator zu schalten, was mit einem gewöhnlichen thermoelektrischen Material nicht machbar ist. Denkbare Anwendungen sehen die Forscher unter anderem bei Thermographie, smarten Sensoren und „elektronischer Haut“ (E-Skins).

Michael Vogel