Lichtschalter aus der Spraydose

Für die Optoelektronik der Zukunft sind schnelle, verlässliche und
preisgünstige Schalter gesucht. Submikrometer kleine Farbstofftröpfchen
können solche Aufgaben übernehmen.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Advanced Optical Materials / Wiley &Sons

Für die Herstellung von OLEDs suchen Wissenschaftler nach Flüssigkeiten, die sich möglichst glatt auf der Oberfläche verteilen. Die gleiche Forschungs­abteilung an der Empa arbeitet auch an dem genauen Gegenteil: Eine auf eine Oberfläche aufgebrachte Flüssigkeit soll sich in möglichst viele Tröpfchen zerteilen. Jedes dieser Tröpfchen formt beim Eintrocknen eine Mikrolinse. Ein Feld solcher Mikro­linsen beeinflusst Lichtstrahlen, das ist für die optische Signalverarbeitung in Computern und Glasfasernetzen äusserst interessant.

Preisgünstige Produktion

«Wir nutzen den Vorteil, dass sich die Tröpfchen selbst organisieren», sagt Jakob Heier, der die optischen Eigenschaften der Mikrolinsen untersucht. «Das bringt vor allem einen riesigen ökonomischen Vorteil: Wir brauchen keine Maschinen, um die Mikrolinsen herzustellen – eine Sprühanlage genügt.» Im Laborversuch wird die Farbe allerdings zurzeit noch nicht aufgesprüht; Heier und seine Kollegen beschichten die Mikrolinsen mittels Rotation. Die Farbe wird auf einem Drehteller mittig platziert und verteilt sich durch die Fliehkraft auf der Fläche.

Wer genau verstehen möchte, was solche Felder von Mikrolinsen im Licht tun, muss tief in die Mathematik einsteigen.
Heier erzählt von Fourier-Transformationen und Kramers-Kronig-Relationen, die helfen, die Eigenschaft Tausender Tröpfchen in einer einzigen mathematischen Formel abzubilden. «Die Mathematik, die dahinter steckt, ist hundert Jahre alt – aber die Erkenntnisse, die wir gewinnen, sind höchst aktuell.»

Elektronische Bauteile aus Farbstoff

Heier und seinem Kollegen Nicolas Leclaire gelang es nachzuweisen, dass man aus Tröpfchen von Cyanin-Farbstoff eine ganze Reihe von optischen Schaltelementen bauen kann. Die Veröffentlichung erschien im Februar 2017 im Fachblatt «Advanced Optical Materials». Die Schaltelemente können bestimmte Wellenlängen spezifisch ausblenden oder durchlassen. Die beiden Forscher nutzten dabei die Änderung des Brechungsindex im Farbstoff. Was die Sache spannend macht: Durch die Wahl verschiedener Farbstoffe und durch die Variation der Tröpfchengrösse lassen sich die Eigenschaften des Schaltelements auf die gewünschte Anwendung zuschneiden.

Aus den Mikrolinsen lassen sich zum Beispiel sogenannte Phasengitter bauen, ein in der Optoelektronik beliebtes Werkzeug. Es kann Lichtstrahlen in einzelne Frequenzen aufteilen, ohne die Intensität des Lichts zu verringern. Die Signalverluste bleiben gering, es ist weniger Lichtenergie nötig, und das Bauteil erhitzt sich nicht so stark.

«Wir haben mit unseren Beobachtungen und Berechnungen nun die physikalische Grundlage für solche Schalter gelegt», sagt Heier. «Nun bin ich gespannt, wer dieses Know-how für reale Anwendungen nutzt.» //

Bildtext

Der Physiker Jakob Heier entdeckte an der Empa die speziellen optischen Eigenschaften von Farbstofftröpfchen.

Link zum Paper

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adom.201600903/full>