

Rohdiamant der Datenspeicherung

Hologramme sind Hingucker, da sie Objekte dreidimensional darstellen. Sie dienen zudem als funkelnde Echtheitszeichen auf Kreditkarten oder Computerprogrammen und sind in der Lage, große Datenmengen zu speichern. Ein Aspekt, der künftig immer wichtiger wird.

Text: Heidi Wahl

Sie fahren oft mit dem Zug und haben deshalb eine Bahn-card? Und Ihre Einkäufe bezahlen Sie am liebsten bargeldlos, mit EC- oder Kreditkarte? Dann schauen Sie sich die Plastik-karten in Ihrer Geldbörse doch einmal genauer an: Je nach Kreditinstitut glänzt rechts in der Mitte eine Weltkugel, ein Täubchen oder die Büste Beethovens. Und sobald man die Karte kippt, also den Blickwinkel verändert, wechseln die Hologramme (altgriechisch holos für »ganz«, »vollständig« und gramma für »Geschriebenes«, »Botschaft«) ihre Farben und Beethoven schließt bzw. öffnet seine Augen. Zwar sind die glitzernden 3D-Objekte ein Hingucker, doch ihre eigentli-che Funktion ist eine andere: Die holographischen Elemente dienen als Sicherheitsmerkmale und Produktschutz.

»Eine 1:1-Imitation ist dabei unmöglich«, erklärt Dr. Dominik Giel vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg, und fügt hinzu, »diese Glitzerdinger auf EC- oder Kreditkarten sind fälschungssicher und bislang die einzige marktrelevante Anwendung von Hologrammen.« Denn die Herstellung ist aufwendig, kompliziert und recht teuer. In der Kunst und in der Werbung werden die Lichtphä-nomene in der dritten Dimension dennoch schon seit Jahren gerne genutzt. Schließlich ermöglichen sie dem Betrachter eine ungewöhnliche, räumliche Sichtweise der Objekte und beeindruckende Aha-Effekte.

Die Hologramme auf Kreditkarten und dem deutschen Personalausweis sind zwar nett anzuschauen, im Gegensatz zu einem Foto wirken die Bilder jedoch stets homogen, also überall gleich hell. Das liegt am Herstellungsprozess: Ein feines Rillenmuster reflektiert das einfallende Licht und erzeugt durch unterschiedliche Laufzeiten beim Betrachter die Illusion eines dreidimensionalen Bilds. Physiker wie Dominik Giel sprechen von Phasenmodulation und Phasenverschiebung. »Eine Änderung der Amplitude hingegen, die die Intensität des Lichts steuert, ist bei diesem Herstellungsverfahren nicht möglich«, erklärt der Abteilungsleiter Belichtungs- und Holo-graphiesysteme, »das Motiv kann daher nicht fotorealistisch dargestellt werden.«

Das könnte sich bald ändern. Denn die Freiburger IPM-Forscher haben in Zusammenarbeit mit dem Rowland Institute der Harvard University erstmals ein Verfahren entwickelt, mit dem in einem Hologramm gleichzeitig Phase und Amplitude eingestellt werden können. Im Gegensatz zur konventionel-len Produktionstechnik ermöglicht die IPM-Methode daher Hologramme mit der doppelten Datendichte. »Das hat bislang noch niemand geschafft«, freuen sich Giel und sein Mitarbeiter Markus Fratz, »mit den Polarisationshologrammen ist uns etwas Wunderbares gelungen.« Sie führen damit auch die theoretischen Arbeiten des Holographie-Entdeckers Den-nis Gábor weiter. Der aus Ungarn stammende Ingenieur und Professor für angewandte Elektronenphysik bekam 1971 für seine zufällige Erfindung den Nobelpreis. Eigentlich wollte er 1947 nur die Funktionsfähigkeit von Elektronenmikroskopen verbessern.

Sowohl die Phase als auch die Amplitude von Holographien zu beeinflussen, schafften die Freiburger Wissenschaftler mit Hilfe von Spezialmaterial, der Entwicklung eines speziellen La-sersystems und eines kleinen Tricks: Für ihre Polarisationsho-logramme benutzten sie ein spezielles Fotopolymer aus den Entwicklungslabors des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP in Golm. Das Polymer wird in einer dünnen Schicht auf einen reflektierenden Träger (Spiegel) auf-gebracht. Dieser Kunststoff kann im Gegensatz zu herkömm-lichen Fotopolymeren nicht nur generell den Brechungsindex ändern, sondern ihn polarisationsabhängig steuern – also so, dass die zwei Lichtschwingungsarten oben-unten und links-rechts unterschiedliche Hologramme erzeugen. »Das Material so zu strukturieren, dass es als Hologramm funktioniert«, erklärt Giel, »war schon mal die halbe Miete.«

Mit dem polarisierten Licht eines grünen Lasers schreiben die IPM-Wissenschaftler Hologramme Punkt für Punkt in das Polymer. Dabei orientiert der Laserstrahl die optisch aktiven Molekülgruppen innerhalb des Materials, also praktisch das Gedächtnis des Polymers. Einmalig ist, dass der Laser sowohl die Helligkeit als auch die Orientierung seiner Polarisation





© vario images

verändert. »Stellen Sie sich das wie eine Olive vor, die mal kleiner, mal größer wird und einmal hell, einmal dunkel«, verdeutlicht Giel den abstrakten Prozess. Aufgrund der beliebig einstellbaren Schwingungsachse des polarisierten Lichts kann auch der Winkel der Ausrichtung, die Orientierung, eingestellt werden. »Das ist vergleichbar mit dem Zeiger einer Uhr«, erklärt er. Legt man noch eine Polarisatorfolie über den Polymerfilm – und das ist der Trick –, liefert dieses Hologramm gleichzeitig Phase und Amplitude.

Neben einer doppelten Datendichte bieten diese Polarisationshologramme die Möglichkeit, völlig neuartige optische Elemente zu entwickeln – etwa Hologramme für Kreditkarten, die dann zwei unterschiedliche Logos oder Bilder enthalten, anstatt wie bisher nur eins. »Da könnte unsere Technik zwar eingesetzt werden«, schmunzelt Abteilungsleiter Giel, »doch ich glaube, das ist reine Spielerei, die im Markt nicht ankommt.« Bessere Chancen haben seiner Meinung nach Anwendungen in der Datenspeicherung, der Sicherheitstechnik, im Produktschutz und in der Strahlformung von Lasern. Eine mittelfristige Perspektive für den Bedarf an doppelten Datendichten von holographischen Speichern scheint in der Multimediabranche gegeben. Denn die Speichermöglichkeiten von herkömmlichen Datenträgern wie CDs, DVDs und Blu-ray-Discs sind begrenzt.

Denkbar sind auch optische Pinzetten, die eingefangene Teilchen in einem Mikroskop nicht nur per fokussiertem Laserstrahl fixieren, sondern diese auch drehen und bewegen können, so dass ein Blick von allen Seiten möglich ist. Dies könnte etwa in der physikalischen Messtechnik, bei biologischen Anwendungen und in der medizinischen Forschung von großem Interesse sein. »Wir haben ein weites Feld aufgemacht«, sagt Giel, »und halten praktisch einen Rohdiamanten in den Händen.« Die Frage ist nur, welchen Schliff braucht er, um seine Eleganz und seine Möglichkeiten voll zu entfalten? Den Hologrammen auf den Kreditkarten zumindest würden ein paar Karat mehr in Form von echt wirkenden 3D-Bildern nicht schaden. ■

Mikroskopsysteme von Nikon aufgestellt für ein breites Spektrum von Applikationen

Halbleiter-Inspektions-Mikroskope

Wafer Loader

CNC-Videomesssysteme

Imaging Systeme

Auflicht-Mikroskope

Stereomikroskope



Semiconductor



Materials Research

Life Science



Forschungsmikroskope



Life Cell Imaging Systeme

Imaging Systeme

Confocal Laser Scanning

interessiert?

