

Zwei Szenen aus einem Video, dargestellt mit dem 3D-Display: 0,1 Meter hinter dem Bildschirm (a) und 0,35 Meter vor dem Bildschirm (b).

3D-Filme fürs Handy

Ein neues holografisches Vollfarb-Videodisplay wäre klein genug für Smartphones.

Verglichen mit anderen Verfahren sorgen Hologramme für die realistischsten 3D-Bilder. Bislang spielen videofähige holografische Displays aber aufgrund kleiner Betrachtungswinkel, sperriger Optiken und der hohen Rechenleistung keine Rolle. Nun hat ein Team von Samsung Electronics und der Universität Seoul ein vielversprechendes Videodisplay vorgestellt. Das 10-Zoll-LCD-System ist nur einen Zentimeter dick, inklusive aller – bislang nicht integrierten – Systemkomponenten knapp zehn Zentimeter. Es stellt computergenerierte holografische Farbbilder mit 3840×2160 Pixeln dar, bei einer Wiederholrate von 30 Bildern pro Sekunde.¹⁾

Für ein holografisches Display gilt: je größer das Bild, desto kleiner der Betrachtungswinkel. Soll ein Betrachter einen komfortablen Blickwinkel haben, führt das rasch zu extrem hohen Anforderungen an die Bildauflösung und die Rechenleistung. Die Projektbeteiligten haben daher eine steuerbare Hintergrundbeleuchtung für das LCD-Display entwickelt: Wellenleiter koppeln das Licht dreier Laserdioden in den Grundfarben in

die Displayfläche ein. Dieses weiße Licht durchläuft eine elektrisch ansteuerbare Flüssigkristallschicht, die für eine richtungsabhängige Abstrahlung sorgt. So lässt sich der Betrachtungswinkel bei konstanter Bildgröße um einen Faktor 30 vergrößern. Parallel erfasst ein Eye-Tracking-Sensor die Augenbewegungen des Betrachters. Zudem sorgt eine Linse, die als optisches Phasen-Array ausgeführt ist, für die passende Bildweite. Ein spezieller Videoprozessor stellt die holografischen Bilder auf dem LCD-Display dar.

Die Beteiligten arbeiten nun daran, das Volumen des Systems so weit zu verkleinern, dass es in Smartphones Platz fände. Das Design des Videoprozessors lässt sich bereits in die existierende Systemwelt integrieren.

Bessere Diagnostik

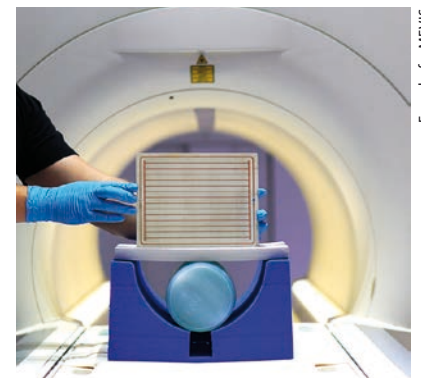
Metamaterialien verbessern Magnetresonanztomografen.

Die Magnetresonanztomografie (MRT) ist fester Bestandteil medizinischer Diagnostik. Verbesserungspotenzial bieten Metamaterialien, wie nun Mitarbeitende zweier Fraunhofer-Institute gezeigt haben. Beteiligt waren das Institut für Digitale Medizin MEVIS, Bremen, und das Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR, Wachtberg. Bei dem Metamaterial handelt es sich

um Leiterplatten, auf die verschiedene elektrisch leitfähige Strukturen und Komponenten aufgebracht wurden. Damit lassen sich die zu messenden Signale verstärken. Außerdem sollen die Metamaterialien zukünftig die Messdauer verkürzen.

In einem Tomografen spielen drei Magnetfelder zusammen: ein statisches, ein Gradientenfeld und ein hochfrequentes Wechselfeld. Das magnetische Moment der Atomkerne präzediert im statischen, äußeren Magnetfeld mit der Larmor-Frequenz. Durch das Wechselfeld entsteht die transversale Magnetisierung, deren Relaxation gemessen wird. Das Empfangssignal hat fast dieselbe Frequenz wie das Anregungssignal, ist aber um Größenordnungen schwächer. Weil die Metamaterialplatten ebenfalls eine Resonanz bei der Larmor-Frequenz aufweisen, können sie in Körpfernähe dieses schwache Signal verstärken. Damit sie nur das Empfangssignal verstärken, befinden sich auf den Leiterplatten Dioden als nichtlineare Elemente. Diese verstimmen die Platten nur bei einem starken Magnetfeld, nicht bei einem schwachen. Sind die Hochfrequenzspulen des Tomografen nahe am Körper, steigern die Platten das Signal-zu-Rausch-Verhältnis um maximal 20 Prozent, bei körperfernen Spulen sogar um das Fünffache.

Metamaterialplatten könnten aber auch das Gradientenfeld überflüssig machen. Es sorgt für die Ortsauflösung, wobei viele Kodierschritte die Messzeit verlängern. Die Projektbeteiligten haben Platten mit Arrays aus einzeln schaltbaren Elementen entwickelt. Die Resonanzwirkung lässt sich gezielt lokal – also ortsauf-



Die Platten aus Metamaterial steigern die Empfindlichkeit der MRT.

1) J. An et al., Nat. Commun. (2020), DOI: 10.1038/s41467-020-19298-4

2) M. P. Christ et al., Appl. Opt. **59**, 10007 (2020)

gelöst – zuschalten. Als Nebeneffekt macht der Verzicht auf das Gradientenfeld die MRT viel leiser, weil das Schalten hoher Ströme entfällt.

Kompakter Späher

Ein neues optisches Design reduziert die Größe bildgebender Spektrometer.

Bildgebende Spektrometer sind in der Fernerkundung wichtig. Sie erfassen gleichzeitig räumliche und spektrale Informationen, was zum Beispiel Atmosphärenforschung, Ökologie, Geologie, Land- und Forstwirtschaft nutzen. Allerdings sind solche Spektrometer zu groß für manche Anwendung – etwa für den Einsatz auf Mini-Satelliten. Einem Team des Massachusetts Institute of Technology (MIT) und des NASA Goddard Space Flight Center ist es nun gelungen, das Volumen solcher Geräte um eine Größenordnung zu reduzieren.²⁾

Die Teammitglieder haben ein weit verbreitetes optisches Design der bildgebenden Spektrometer abgewandelt. Für die etablierten Systeme ist eine Kombination aus brechenden und reflektierenden Elementen typisch. Die Oberflächen der verwendeten Reflexionsgitter zur spektralen Zerlegung des Lichts sind gekrümmt, um die Bildfehler klein zu halten. Zwei Ansätze machen das System kompakter: Es führt die reflektierenden und brechenden Flächen in einem Element zusammen und verwendet ein planes Reflexionsgitter, das mittels Graustufenlithografie hergestellt wird.

Der Laboraufbau erreicht die Auflösung etablierter optischer Designs; auch die Bildfehler sind vergleichbar. Das System ist so groß wie eine Konservendose und deckt einen Spektralbereich zwischen 400 und 2500 nm ab. Für weitere Tests wollen die Projektbeteiligten einen flugtauglichen Prototypen bauen.

Wirksame Barriere

Weichmacher bleiben dank Plasmabehandlung dort, wo sie hingehören.

Weich-PVC ist ein kostengünstiger, weit verbreiteter Kunststoff, zum Beispiel für Teichfolien, Schläuche oder Blutbeutel. Der Vorsatz „Weich“ bedeutet, dass Weichmacher dieses Polymer elastischer machen. Sie haben jedoch Nachteile: So gilt die Gruppe der Phthalate als gesundheitlich problematisch; andere Weichmacher wie DEHP stehen im Verdacht, fortpflanzungsschädigend zu sein.

DEHP lagert sich zwischen den Polymerketten ein, wobei sein Gewichtsanteil bis zu 40 Prozent erreichen kann. Da eine chemische Bindung fehlt, kann DEHP im Lauf der Zeit aus der Folie in die Umgebung migrieren. Um das zu unterbinden, hat ein Team des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST in Braunschweig eine Plasmabehandlung entwickelt.

Die Forschenden nutzen dazu ein etabliertes Verfahren bei Atmosphärendruck: die dielektrisch behinderte Entladung. Dabei befinden sich die



Fraunhofer/IST

Die Plasmaabehandlung ließe sich in Anlagen zur Folienfertigung integrieren.

PVC-Folie und eine dielektrische Barriere zwischen zwei Elektroden, an denen mehrere Kilovolt Wechselspannung anliegen. Im Spalt zwischen den Elektroden befindet sich Argon als Prozessgas, in dem ein Plasma und letztlich UV-Strahlung mit 126 nm Wellenlänge entsteht. Die Strahlung dringt in die oberen hundert Nanometer der Folie ein und spaltet dort die Weichmachermoleküle auf, die sich in der Folge vernetzen. Dieses Netz verhindert als Barriere die Migration des Weichmachers. In Tests traten 95 Prozent des DEHP nicht mehr aus, und die Wirkung hielt mindestens vier Monate an.

Das Verfahren lässt sich in eine automatisierte Fertigung integrieren, falls es schneller wird. Hierzu erprobt das Team mit einem höheren Leistungseintrag bei guter Wärmeableitung einen physikalischen Ansatz. Chemisch könnten vernetzungsverändernde Additive helfen. Zudem gilt es, die Barrierewirkung an weiteren Weichmachern zu verifizieren.

Michael Vogel

Physik Journal

Newsletter

- ▶ Online-Meldungen der Redaktion
- ▶ Neuigkeiten aus der DPG
- ▶ Forschungsnachrichten
- ▶ TV-Tipps

Anmeldung unter:
www.dpg-physik.de/ueber-uns/mitgliedschaft/dpg-mitgliedschaft-aendern