



Durch eine herkömmliche Glasplatte tritt Licht weitestgehend ungebrochen wieder aus.



Nanopartikel reflektieren bestimmte Wellenlängenbereiche und stellen auf diese Weise Bilder dar.

MIT Folie

Das Massachusetts Institute of Technology nutzt Metallpartikel, um Kunststofffolien zum Display zu machen.

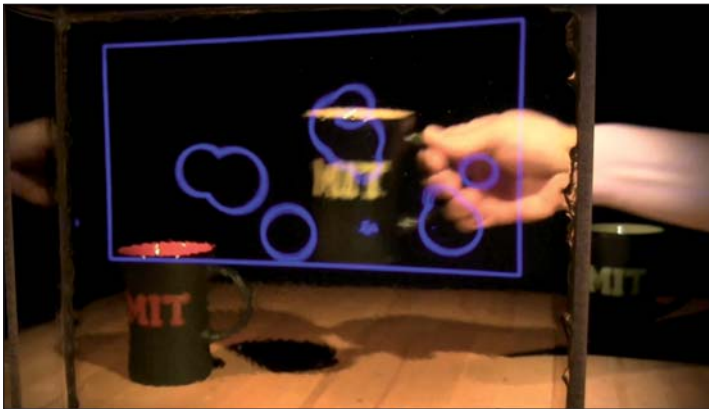
Auf der ISE 2014 stellte Crystal Display Systems ein 84 Zoll großes transparentes Display vor – nach eigenen Angaben das bis dato größte seiner Art. Diese Bildschirme sind ein interessantes Werbemittel, bleiben dahinter ausgestellte Produkte trotz Inhalte auf den LCDs sichtbar. Aber nicht nur für den POS sind sie interessant, wie Smart Glasses etwa von Google zeigen. Auf diesen werden zum Beispiel Informationen von Wegeleitsystemen direkt auf den Brillengläsern dargestellt.

Ebenso vielfältig wie die Anwendungsfelder sind die Möglichkeiten, transparente Displays zu bauen. Da sind zum einen die klassischen Head-up-Displays, die für militärische Zwecke bereits in den 1940er-Jahren genutzt wurden. Sie bestehen aus einer bildgebenden und einer optischen Einheit sowie aus einer Projektionsfläche. Die optische Einheit lenkt das Bild – mit einem Spiegel oder einem Strahlenteiler – auf eine spiegelnde, lichtdurchlässige Scheibe, die

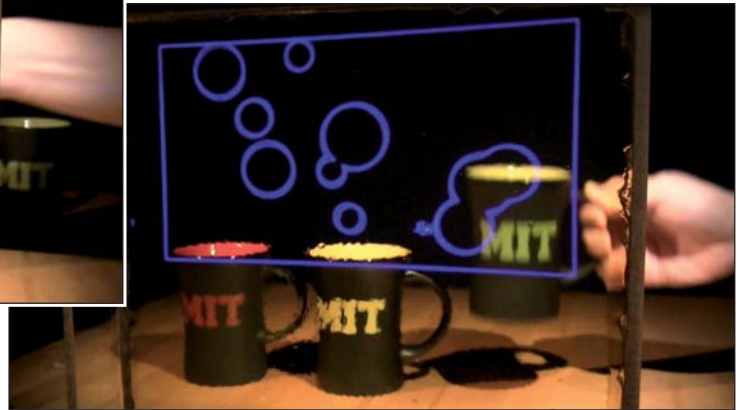
das Bild direkt auf den Betrachter wirft. Allerdings muss dieser in einer bestimmten Position zum Display stehen, damit die Projektion optimal sichtbar ist – der Betrachtungswinkel ist somit stark begrenzt.

Höhere Blickwinkel erreichen transparente LCD-Displays, wie sie in Showcases immer häufiger Einsatz finden. Da sie aktuell nur einen geringen Transmissionsgrad von 15 Prozent aufweisen, muss die Lichtquelle sehr stark sein; je stärker das Licht, desto heller das Display – desto schlechter sichtbar jedoch die Gegenstände, die dahinter platziert werden (siehe auch **digital signage** 3.2013). Ist das Licht ganz aus, sind die Displays schwarz – undurchsichtig – wie jedes andere.

Eine dritte Möglichkeit: Transparente OLED-Bildschirme (TOLEDs) waren bereits auf der CES 2010 zu sehen, etwa in einem Notebook von Samsung. Diese Displays sind auch im unbeleuchteten Zustand durchsichtig. Allerdings ist die Her-



Die Tassen hinter der Scheibe samt Folie waren farblich kaum unverändert zu sehen.



stellung von TOLEDs weiterhin sehr teuer und noch fallen sie eher klein aus.

Wissenschaftler des Massachusetts Institute of Technology, kurz MIT, entwickelten eine weitere und vor allem günstige Methode, transparente Displays herzustellen. Das berichtete das Wissenschaftsmagazin *Nature Communications* 5, Nr. 3152 Ende Januar. Die Forschungen basierten auf dem Fakt, dass kleinste Teilchen – ihr Durchmesser ist etwa 1.000-mal kleiner als der eines Haares – bestimmte Wellenlängen des Lichts reflektieren; andere Bereiche lassen sie vollständig passieren. Eingebettet in eine durchsichtige Folie können dadurch Bilder erzeugt werden, während die Folie selbst transparent bleibt; Farben und Formen von Gegenständen dahinter bleiben klar erkennbar erhalten.


In theoretischen Untersuchungen und Berechnungen ermittelten die Forscher um Chia Wei Hsu, dass die Nanopartikel mit den besten Eigenschaften aus einem Siliziumkern und einer Silberhülle bestehen. Je nachdem welche Lichtfarbe reflektiert werden soll, variiert die Dicke des Kerns und der Hülle – den kleinsten Kern und die dickste Hülle besitzt das Teilchen für blaues Licht, den dicksten Kern und die dünnste Hülle das für rotes Licht. Bunte Bilder können auf diese Weise mit drei verschiedenen Partikeln erzeugt werden, die die blauen, grünen und roten Wellenlängen reflektieren. Aber auch ein einziges Teilchen mit drei unterschiedlichen Resonanzen ist möglich.

Im praktischen Versuch wollten die Wissenschaftler ein rein blaues Bild erzeugen. Dazu nutzten sie reine Silberparti-

kel – der Siliziumkern dieses Teilchens ist mit einem Radius von 1,3 Nanometern vernachlässigbar klein. In einer Lösung aus Wasser und Polyvinylalkohol trugen sie die Partikel auf eine Glasscheibe auf. Nachdem im Vakuum Luftblasen entfernt worden waren, trocknete die Flüssigkeit zu einem 0,46 Millimeter dicken Film durch. Dank einer Dichte von sechs Milliarden Nanopartikeln pro Quadratzentimeter können auch hochaufgelöste Inhalte problemlos dargestellt werden.

Mit einem Showwx+-Laserprojektor von Microvision warfen die Forscher das MIT-Logo und sich bewegende Kreise in Blau auf den Folienprototyp. Laut des Fachartikels war das Bild scharf und von allen Richtungen sichtbar; drei Tassen hinter der Scheibe waren klar und farblich kaum verändert zu sehen.

Damit legten die Forscher den Grundstein für günstige transparente Displays. Das etwa 20 mal 20 Zentimeter große Folienstück des Versuchs kostet etwa zehn US-Dollar und auf einen Quadratzentimeter entfallen nur 2,8 Milligramm Silber. Außerdem kann jeder Projektor genutzt werden, wenn er Farben mit den spezifischen Wellenlängen erzeugt.

Anregungen zur Verbesserung der Folien geben die Wissenschaftler selbst: Einrollbare Displays und die Wiedergabe von 3-D-Inhalten sind möglich. Die Vorschläge umzusetzen wird Aufgabe anderer sein; eine kommerzielle Produktion der Folien plant die Forschungsgruppe derzeit nicht. 

Eileen Denkwitz

www.mit.edu