

## Herzschlag auf Distanz

Puls, Atemfrequenz und Herzschlagphasen müssen bei Schwerverletzten ohne Unterbrechung kontrolliert werden. Doch die Klebesensoren für ein zuverlässiges Elektrokardiogramm (EKG) lassen sich bei Brandopfern oder Frühgeborenen im Brutkasten nur schlecht



Mit Hilfe eines speziellen Lasersystems ist es prinzipiell möglich, Puls oder Herzschlagphasen berührungslos zu messen. (Foto: Univ. Politecnica delle Marche Ancona)

oder gar nicht anbringen. Italienische Forscher von der Università Politecnica delle Marche in Ancona haben daher ein kontaktloses Verfahren entwickelt, um kleinste Bewegungen des Brustkorbs über das reflektierte Licht eines rot strahlenden Helium-Neon-Lasers zu messen.

Das schlagende Herz versetzt die Oberfläche des Brustkorbs in winzige Vibrationen. Sie offenbaren nicht nur den Puls, sondern ebenfalls die Bewegungen der Herzklappen und die Pumpvorgänge zwischen den Herzkammern. Mit Hilfe der so genannten Laser-Doppler-Vibrometrie gelang es Enrico Tomasini und seinen Kollegen, diese Bewegungen genau zu messen. Dazu wird das Laserlicht in einen Referenz- und einen Messstrahl aufgeteilt. Aus gut einem Meter Abstand leuchtet der Messstrahl auf den Brustkorb, erfährt über die Bewegungen eine Doppler-Verschiebung seiner Frequenz und wird reflektiert. In einem Interferometer lässt sich diese Doppler-Verschiebung durch die Überlagerung mit dem Referenzstrahl messen. In ersten Versuchen an 20 Freiwilligen erzielte Tomasini eine Messgenauigkeit von einem halben Mikrometer innerhalb eines einsekündigen Messintervalls. Daraus entstand im Rechner eine Messkurve, die die gleichen Vitalfunktionen liefert wie ein EKG.

Motiviert durch diese ersten Erfolge, setzen die Forscher ihre

klinischen Studien nun fort. Verlaufen diese weiterhin erfolgreich, soll diese Methode für eine kontaktlose Messung der Herzphasen unter dem Namen VibrioCardioGraphie vermarktet werden.

## Elektronische Lektüre

Stromsparend, kontrastreich und flexibel: Diese Vorzüge von elektronischem Papier heben Entwickler seit Jahren anhand von Prototypen heraus. Im kommenden April bringt nun das Unternehmen iRex Technologies, eine Philips-Ausgründung in Eindhoven, ein erstes Lesegerät auf den europäischen Markt. Der flache „Iliad“ bietet ein noch starres Display mit 16 Graustufen und einer Auflösung von etwa 160 Bildpunkten pro Zoll (dpi).

Mit einer Akkuladung kann der Bildschirm in DIN A5-Größe Zeitungs- und Buchseiten etwa 30 Stunden lang anzeigen, Laptops erreichen heute kaum mehr als sechs Stunden. Möglich wird dies durch etwa eine halbe Million klei-



Dieser Prototyp für elektronisches Papier soll bereits in diesem Jahr auf den Markt kommen. (Foto: iRex)

ner Kapseln mit einer Größe von hundert Mikrometern. In ihnen schwimmen schwarze und weiße Pigmente, die auf elektrische Spannungen von wenigen Volt reagieren. Je nach Polung an der Displayoberfläche wandern die negativ geladenen, schwarzen Kügelchen oder die positiv geladenen, weißen Gegenstücke zur vorderen Elektrode. Dort verharren sie und zeigen Buchstaben und Bilder auf weißem Hintergrund an, selbst wenn kein Strom mehr fließt. Erst bei einem erneuten Spannungspuls an den einzelnen Pixeln richten sich die Pigmente neu aus und zeigen die nächste Seite an.

Die Inhalte bezieht der Leser aus dem Internet und kann sie via Kabel oder über ein eingebautes WLAN-Modul schnurlos auf eine integrierte Speicherkarte laden.

Notizen und elektronische Eselsöhren können während des Lesens über eine berührungsempfindliche Schicht, vergleichbar mit dem Touchscreen eines PDA, vermerkt werden. Mit Gerätepreisen um 500 Euro zielt iRex auf Verlage, die den Iliad dann wiederum an ihre Kunden weitergeben sollen. Etwas teurer wird wahrscheinlich ein Lesegerät mit farbigem Bildschirm, den das Unternehmen noch 2006 bis zur Marktreife bringen möchte. Eine flexible Variante ist derzeit noch nicht geplant. Obwohl im Labor schon umgesetzt, erreichen biegsame Displays noch nicht die erforderliche Haltbarkeit von einigen Tausend Betriebsstunden.

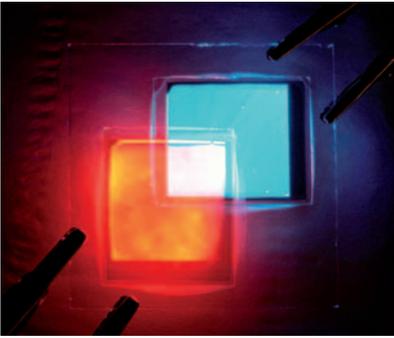
## Organisches Display mit Durchblick

Dem Forscherteam um Armin Wedel vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam ist es erstmals gelungen, völlig durchsichtige OLED-Anzeigen auf der Basis von organischen Polymeren herzustellen. Wegen der Transparenz dieser OLED-Anzeigen lassen sich diese jetzt mit klassischen TFT-Flüssigkristalldisplays kombinieren. Neben der gewohnten Bildschirmanzeige sollen über die zusätzliche OLED-Schicht Warnhinweise in Form von leuchtenden oder blinkenden Symbolen dargestellt werden. Auch eine Kombination mit Glasscheiben, die auf Knopfdruck zu einer strahlenden Informationsfläche mutieren, ist denkbar.

Im Labor in Potsdam wurden bisher Prototypen mit Kantenlängen von bis zu zehn Zentimetern verwirklicht. Auf einem doppelseitig mit leitfähigem Indiumzinnoxid (ITO) beschichteten Glasträger brachten Wedel und Kollegen die leuchtenden Polymere (Polyfluorene, Polyphenylvinylene) auf. Je nach verwendetem Material können die Flächen in zahlreiche Farben von gelb und orange über rot und grün bis zu blau und weiß strahlen. Der Clou der Transparenz liegt in einer weniger als 100 Nanometer dünnen und transparenten Metallschicht auf beiden Seiten, die den OLEDs als zweite Elektrode zusätzlich zu der ITO-Schicht dient.

Versorgt wird das Modul mit Betriebsspannungen zwischen drei und acht Volt. Damit werden je nach Farbton Helligkeiten

1) K. Nishizuka et al., Applied Physics Letters, 87, 231901 (2005); Jun Liu et al., Advanced Materials 17, 2974 (2005)



Erstmals gelang es, eine völlig durchsichtige OLED-Anzeige auf Basis von organischen Polymeren herzustellen. (Foto: Fraunhofer IAP)

zwischen 100 und 5000 Candela pro Quadratmeter erreicht. Mit einer Lebensdauer von mehreren Tausend Betriebsstunden sei diese transparente OLED-Technologie nach Aussage der Forscher reif für den Markt. Mit der Firma Optrex Europe im hessischen Babenhausen hat das Fraunhofer-Institut einen ersten Partner für die Herstellung von Hybridanzeigen aus TFT und OLED-Folie gefunden. Doch Designstudien, die in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Potsdam und der Hochschule der Künste in Bremen entstehen, weisen auch auf andere Anwendungen leuchtfähiger und gleichzeitig durchsichtiger Flächen hin. Diese Designideen werden in Kürze mit transparenten OLEDs am Fraunhofer IAP umgesetzt.

## Vielfarbig weiß

Zwei Wege führen heute zu einer Leuchtdiode (LED), die weißes Licht aussendet: Entweder werden rot, grün und blau strahlende LED-Strukturen in einem Modul kombiniert, sodass sie zusammenschaltet weiß strahlen. Oder zusätzliche Fluoreszenzfarbstoffe wandeln einen Teil des Lichtes einer blauen LED in gelb, sodass sich additiv weiß ergibt. Japanische Forscher von der Universität Kyoto und dem LED-Unternehmen Nichia haben nun die leuchtenden Nanostrukturen aus Galliumindiumnitrid ( $\text{GaInN}$ ) so geschickt aufgebaut, dass sie nicht mehr monochromatisch, sondern über den gesamten Bereich des sichtbaren Spektrums strahlen. In einem einzigen Modul erzielten sie ein Weißlicht mit einem schwachen Grüntisch.

Für ihr Labormuster deponierten die Wissenschaftler eine Nanostruktur aus  $\text{GaInN}$  auf einer Saphir-Oberfläche. Die Bandlücke dieser

Struktur bestimmt die Farbe des ausgesendeten Lichts nach einer elektrischen Anregung. Je nach dem Verhältnis der Gallium- und Indium-Anteile lässt sich die Bandlücke von 0,7 Elektronenvolt (eV) für  $\text{InN}$  bis zu 3,5 eV für  $\text{GaN}$  ändern. Das entspricht einer Lichtaussendung zwischen dem nahen Ultraviolett über das sichtbare Spektrum bis ins Infrarote. Durch die Variation der Indium-Anteile und der kontrollierten Strukturierung des Halbleiters auf etwa zwei Zehntel Nanometer genau gelang es den Forscher nun, eine LED zu bauen, die einen Wellenlängenbereich von 450 bis 650 Nanometer mit einem Maximum bei 535 nm abdeckt. Die Lichtausbeute bewegt sich dabei in vergleichbaren Größen wie bei erprobten, blauen LEDs.

Das gleiche Ziel wie die japanischen LED-Forscher verfolgen chinesische Kollegen vom Institut für angewandte Chemie in Changchun. Doch nutzen sie ein halbleitendes Polymer, um es zur Elektrolumineszenz in mehreren Farben anzuregen. An einen bereits bekannten Blau-Emitter auf Polyfluoren-Basis setzten sie dazu zwei weitere lichtaktive Molekülgruppen an. Eine spezielle Benzothiadiazol-Gruppe (TPATBT) lieferte dabei Photonen im roten Teil des sichtbaren Spektrums, eine Naphthalimid-Gruppe (DPAN) dagegen grünes Licht. Mit Emissionsmaxima bei 445, 515 und 624 nm ergab sich additiv weißes Licht aus nur einem einzigen Polymer. Eine Versorgungsspannung von 5,8 Volt reichte für ein schwaches Weißlicht aus ( $1 \text{ Cd/m}^2$ ). Die maximale Helligkeit von  $3786 \text{ Cd/m}^2$  beobachteten die Forscher bei 19,4 Volt.

Von marktfähigen Produkten wollen die beide Gruppen allerdings noch nicht sprechen. Doch ihre Ansätze zeigen, dass Leuchtdioden in Zukunft mehrfarbiges Licht aus einer einzigen, speziell entworfenen Halbleiter- oder Polymerstruktur gewinnen können. Weitere Forschungen könnten den Weg zu einer Weißlicht-LED ebnen, die nicht mehr wie bisher vom Nutzer als „kalt“ strahlend empfunden wird. In der LED-Branche gilt die Produktion von warm strahlenden Weißlicht-LED als ein zentraler Fortschritt, der die Verdrängung der Glühwendel-Technologie beschleunigen könnte.<sup>1)</sup>

JAN OLIVER LÖFKEN