Die Presse

forschung

Magazin für Technologie und Innovation November 2010

Grüner Strom

Um erneuerbare Energiequellen verstärkt nutzen zu können, müssen bessere STROMSPEICHER entwickelt werden. Es gibt interessante Ansätze.

Der organische Bildschirm. **Erste OLED-Displays sind bereits auf dem Markt, vieles ist in der Pipeline der Elektronikindustrie.**

LEXIKON

HALBLEITER sind Substanzen, die eine Mittelstellung zwischen elektrisch leitfähigen Stoffen (etwa Metallen) und Isolatoren einnehmen. Sie sind nur unter bestimmten Umständen leitfähig – und das lässt sich exakt steuern, etwa durch das Anlegen einer Spannung. Basierend auf dieser Eigenschaft kann man aus Halbleitermaterialien elektronische Schaltungen konstruieren – die die Basis für Computer, Handys etc. sind. Das meistverwendete Material dafür ist derzeit Silizium.

ORGANISCHE HALBLEITER sind große Moleküle, die ebenfalls Halbleiter sind. Das sind u. a. lange Ketten aus Kohlenstoffatomen, die abwechselnd Einfach- und Doppelbindungen aufweisen, dadurch ist ein Elektronentransport entlang des Moleküls möglich. Es gibt auch eine Reihe von Mechanismen, wie Elektronen von einem Molekül zum nächsten übertragen werden. Organische Halbleiter sind billiger und einfach in der Herstellung.

Die Schaltung der Zukunft **muss nicht mehr auf Silizium basieren, es können auch Kohlenstoffmoleküle sein.**

Organische **CHIPS** für Transistoren

Jeder weiß, dass Computerchips aus Silizium bestehen. Aber es gibt noch andere Möglichkeiten für die Schaltungen: die Verwendung von KOHLENSTOFFVERBINDUNGEN.

TEXT: REINHARD KLEINDL

Silizium ist ein Halbleiter. Die besonderen Eigenschaften dieser Gruppe von Elementen erlauben es, Transistoren herzustellen, wie sie für jede logische Schaltung benötigt werden. Computerchips enthalten oft tausende davon. Es gibt aber noch andere Materialien, die Halbleitereigenschaften haben und sich für Transistoren verwenden lassen. Manche Kohlenstoffverbindungen mit bestimmten Bindungen eignen sich dazu – man spricht dann von „organischen Halbleitern". Und diese haben einige überraschende Eigenschaften.

An der TU Graz erforscht man organische Transistoren als Grundlagen für komplexe Schaltungen und sucht neue Ansätze. Zwar gibt es schon funktionierende Schaltungen aus organischen Molekülen, doch bisher war die Forschungsarbeit oft von „Trial and Error" (Versuch und Irrtum) geleitet.

Der Physiker Egbert Zojer und seine Mitarbeiter vom Institut für Festkörperphysik haben sich dem Problem nun von der anderen Seite angenähert: „Wenn wir die Funktionsweise der Bauelemente kennen und verstehen, wie wir sie kontrollieren können, stellt sich die Frage: Welche Materialien können genau das leisten, was wir suchen?"

Mit konkreten Vorgaben gingen die Forscher zu ihren Partnern, den Chemikern um Thomas Griesser von der Montanuniversität Leoben und den Materialwissenschaftlern um Barbara Stadlober von Joanneum Research. Gemeinsam fanden sie Kombinationen von Materialien, deren elektronische Eigenschaften sich nach Belieben einstellen lassen, und zwar mit Licht. Wie in einem Fotolabor werden die dünnen Schichten aus organischen Molekülen unterschiedlich lang belichtet. Fotochemische Reaktionen verändern die Schichten und steuern damit ihre Eigenschaften als Halbleiter. Das wirkt sich auf die damit gebauten Schaltungen aus.

Die Forschungen fanden im Rahmen des Projekts „NIL Austria", einem der Forschungsvorhaben der „Österreichischen Nanoinitiative" statt. Dieses Förderprogramm wird von drei Ministerien finanziert – federführend ist das Infrastrukturministerium (BMVIT) –, dem Wissenschaftsfonds FWF, der Austria Wirtschaftsservice sowie von den Bundesländern. Abgewickelt wird die Initiative von der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

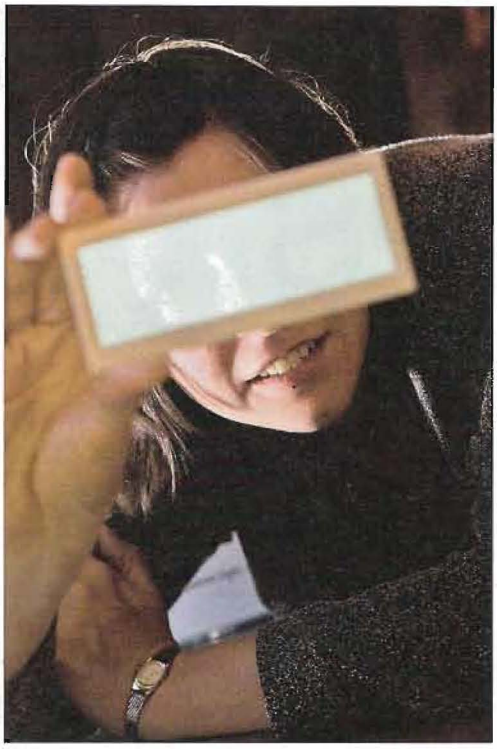
Biegen ohne brechen. **Organische Halbleiter können auf biegsamen, dünnen und großflächigen Unterlagen Vorteile bieten.**

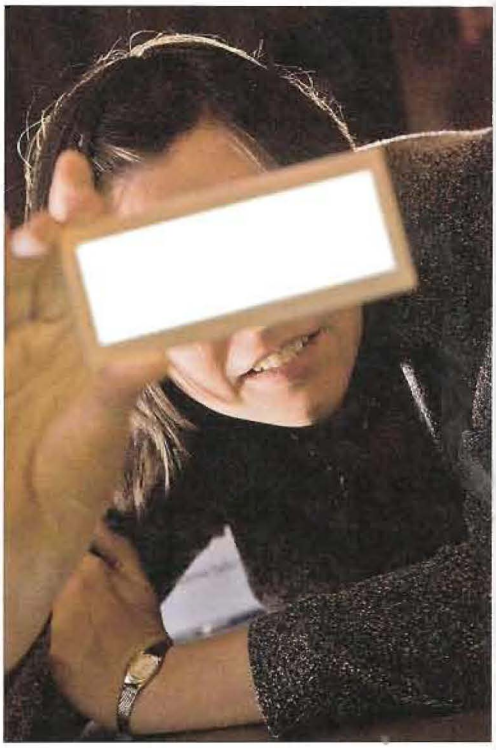
Bisher war die Forschung an organischen Schaltungen oft von **Versuch und Irrtum** geleitet.

Licht einsetzen. Der Zugang über die Belichtung der Materialien ist günstig für künftige Herstellungsmethoden, denn Belichtungsmethoden sind in der Halbleiterindustrie gängig – und gut entwickelt. Dieser sehr praktische Vorteil ist ein Erfolg für die Forscher, war jedoch nicht die Hauptmotivation. „Wir haben einen wissensgetriebenen Zugang verfolgt", so Zojer, „wie sich das für eine Uni ziemt."

Zojer unterstreicht damit die Wichtigkeit der Grundlagenforschung an Österreichs Universitäten, und weiß, wovon er spricht: Die Forscher am Institut für Festkörperphysik sind auf der ganzen Breite zwischen Grundlagen und Anwendung aktiv, von quantenmechanischen Simulationen bis hin zu Patenten. Das Institut, dem Zojers Gruppe angehört, ist bei den Patentanmeldungen der TU Graz führend – jener Universität mit den meisten Patentanmeldungen in Österreich. „Gute Grundlagenforschung ist auch ein Wirtschaftsfaktor", fügt Zojer hinzu. Der Wirtschaftsstandort Österreich profitiert davon nachhaltig.

Welche Vorteile haben organische Halbleiterbauteile gegenüber solchen aus Silizium? Organische Transistoren könnten einerseits günstiger hergestellt werden als ihre Kollegen aus Silizium. Das ist aber nicht das Hauptargument: „Für kleine Chips ist das Preisargument nicht rele- »





Fenster und Leuchte zugleich. **Bei Tag durchsichtig, in der Nacht hell leuchtend. Diese Zukunftsversion verspricht Großes.**

» vant: Dort ist auch Silizium günstig", erklärt Zojer. Doch nicht in jeder Anwendung geht es um Miniaturisierung. Manche Transistoren müssen groß und eher flach sein, etwa wenn es um Steuerelektronik für große Bildschirme oder Fotovoltaik geht. Für solche Chips wird Silizium aber sehr teuer. Organische Chips können etwa mit speziellen Druckern auf Kunststoffoberflächen aufgetragen werden, und das bei niedrigen Temperaturen.

Im Projekt „NILsimtos" soll durch eine Stempeltechnik eine Fläche von 6,3 mal 6,3 Zentimeter erreicht werden – und das mit Strukturen im Nanometerbereich. Parallel dazu werden Simulationsmodelle entwickelt, wie sich Elektronen in diesen Materialien fortbewegen. Und diese werden auch durch Messungen getestet.

Sonnenenergie. Durch die Verwendung von Kunststoff ist es zudem möglich, elektronische Schaltungen auf flexiblen Flächen anzubringen. Sehr dünne falt- oder aufrollbare Displays sind so denkbar. Besonders interessant ist der Bereich der organischen Fotovoltaik, an dem sowohl in Graz als auch in Linz intensiv geforscht wird: Wenn Sonnenenergie in Zukunft einen entscheidenden Beitrag zu unserer Energieversorgung leisten soll, wird es nötig sein, weltweit riesige Flächen mit Solarzellen zu bedecken. Und die werden

„Organische Halbleiter werden neue Anwendungen eröffnen".

EGBERT ZOJER, PHYSIKER, TU GRAZ

günstig sein müssen – organische Halbleiter könnten das ermöglichen. Niyazi Serdar Sariciftci, Leiter des Linzer Instituts für organische Solarzellen, nennt immer wieder als Ziel einen Preis, der um den Faktor 50 unter jenem von herkömmlichen Fotovoltaikzellen liegt.

Zwei wesentliche Probleme sind dabei allerdings noch zu lösen: Zum einen ist der Wirkungsgrad von organischen Solarzellen nicht hoch genug. Und zum anderen ist die Langzeitstabilität der neuen Materialien noch nicht ausreichend. Nicht nur aus diesem Grund meint Zojer: „Organische Halbleiter werden nicht in Konkurrenz zu klassischen Halbleitern stehen, sondern andere Anwendungsgebiete eröffnen."

Zum Teil haben wir sie auch schon direkt vor der Nase: So verfügen manche Highend-Smartphones bereits über Bildschirme aus organischen Leuchtdioden (LED). Diese Technologie wurde auf Messen auch bereits in Bildschirmen gezeigt, und auch die ersten Leuchtkörper auf dieser Basis werden in einigen Jahren marktreif sein. Deren größter Vorteil: Das Licht kommt bei ihnen nicht aus punktförmigen Quellen, sondern ist flächig, was völlig neue Arten der Beleuchtung ermöglicht – etwa Fenster, die am Tag durchsichtig sind und in der Nacht leuchten.

Die österreichische Zumtobel-Gruppe hat im Vorjahr gemeinsam mit deutschen Forschern ein eigenes Tochterunternehmen namens „Ledon OLED Lighting" gegründet. Das Attribut „organisch" bei dieser Technologie bedeutet freilich nicht, dass die Transistoren aus biologischem Material bestehen. „Zwar gibt es bereits Transistoren, die wirklich essbar sind", schmunzelt Zojer. „Für praktische Anwendungen wird das aber nicht wirklich wichtig sein. Die meisten eingesetzten Stoffe sind jedenfalls nicht genießbar." Sie sind Kohlenstoffpolymere, ähnlich wie Plastik.

Allerdings muss das nicht so bleiben: Denn in Linz erforscht man derzeit auch Materialien, die wirklich aus biologischen Halbleitermaterialien bestehen, die dann biokompatibel sind und sogar biologisch abbaubar sein sollen. Als Einsatzgebiet schweben den Forschern Sensoren vor, die für medizinische Untersuchungen in den Körper eingebracht werden und nach getaner Arbeit vom Organismus einfach verdaut werden. ■

NATURELEKTRONIK

PLASTIK. **Derzeit verwendete organische Halbleiter bestehen aus komplizierten organischen Molekülen, sie sind Kunststoffe – daher auch die umgangssprachlichen Bezeichnungen „Plastikelektronik" oder „Plastiksolarzellen". Allerdings suchen Forscher bereits nach natürlichen Materialien, die sich ebenfalls zum Bau von elektronischen Bauteilen eignen – und gleichzeitig vollständig biologisch abbaubar sind.**

SUBSTANZEN. **Fündig wurden sie bei vielen Substanzklassen. Beginnend bei Koffein und manchen Zuckerarten über Beta-Karotin und Indigo-Farbstoff bis hin zu DNA-Molekülen. Als Untergrund für elektronische Schaltungen wurden bereits karamellisierte Glukose oder Gelatine getestet. Diese Forschungen sind freilich noch in einem sehr frühen Grundlagenstadium – den „Naturcomputer", der verspeist werden kann, wird es also nicht so schnell geben.**