

Strom aus Plastik

Organische Solarzellen

Das Schöne an der Wissenschaft ist ja, wenn sich aus einer kleinen, randständigen Entdeckung die Tür für ein ganz neues Forschungsfeld öffnet, das sich dann plötzlich fulminant entwickelt. Ein Beispiel ist Plastik. Generationen von Forschern sahen Kunststoffe noch als prima elektrischen Isolator an. Bis vor einigen Jahrzehnten ein amerikanisch-japanisches Forschertrio zeigte, wie Kunststoffe leitfähig gemacht werden können. Im Jahr 2000 gab es für diese Entdeckung den Chemie-Nobelpreis, und seither stehen Forscher im internationalen Wettbewerb um die besten Materialien und Konzepte für diese sogenannte organische Elektronik. Biessam und billig wie Plastikfolie könnten nämlich dereinst die neuen Produkte sein: Schaltkreise aus Kunststoffen – organische Transistoren, Leuchtdioden und Solarzellen.

Mittendrin im Wettbewerb steht Sabine Ludwigs. Sie biegt eine der ersten kommerziell erhältlichen, organischen Solarzellen zur Anschauung hin und her. „Ganze Solarzellen bauen wir zwar nicht, wir interessieren uns für die Grundsubstanzen“, erklärt die 34-jährige Chemikerin und deutet auf die braunroten Farbstreifen in der Folie. Deutlich macht sie das im Chemielabor der Nachbarräume. Zwischen Reagenzgläsern, Armaturen, Schläuchen und Ständern schwappt in einem Kölbchen eine weinrote Flüssigkeit: „Poly-Drei-Hexyl-Thiophen“, sagt Ludwigs mit Kennerblick. Abgekürzt P3HT.

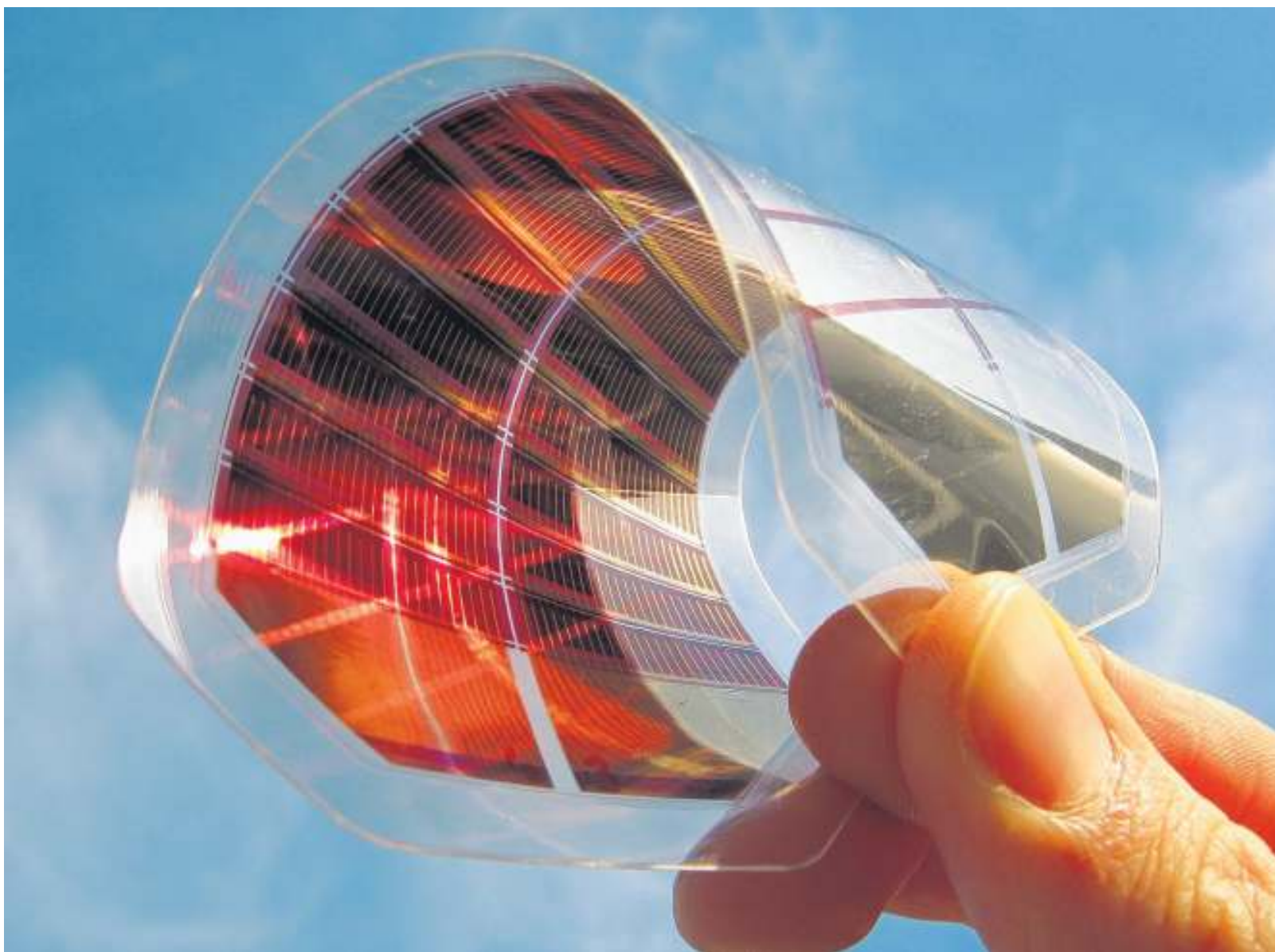
HALBLEITER DANK IOD

Das Polymer P3HT muss man sich wie eine Perlenkette aus vielen Einzelementen vorstellen. Die Einzelemente sind fünfeckige Moleküle mit besonders vielen Elektronen in den Bindungen. Gibt die Chemikerin eine Prise Iod dazu, wird P3HT halbleitend. Und schon die Energie eines Sonnenstrahls reicht aus, um ein Elektron herauszulösen. Zurück bleibt im P3HT ein positiv geladenes Loch.

Das ist auch schon das Grundprinzip einer Solarzelle: Das Sonnenlicht erzeugt im absorbierenden Material Elektron-Loch-Paare. Diese Paare würden sich aber liebend gern wieder vereinen. Dann entstünde Wärme. Die Materialforscher wollen Elektro-Quelle: Stuttgarter Zeitung, 26.06.2012

Biessam und billig wie Plastikfolie könnten in Zukunft Leuchtdioden oder Solarzellen sein, der sogenannten organischen Elektronik sei Dank. An der Universität Stuttgart interessieren sich die Forscher für die Grundsubstanzen organischer Solarzellen – die braunroten Farbstreifen in der Folie.

Foto: Fraunhofer ISE



nen und Löcher aber gesondert den verschiedenen elektrischen Polen der Solarzelle zuführen. Dann entsteht Strom.

Die 16-köpfige Forschergruppe um die Professorin Sabine Ludwigs vom Institut für Polymerchemie hat nun drei Aspekte für effiziente, stromproduzierende Solarzellen im Fokus. Zum einen synthetisieren und modifizieren die Wissenschaftler die Ausgangspolymere. Diese bestehen aus Hunderten bis Zehntausenden Einzelbausteinen, mal linear als Kette, mal in alle drei Raumdimensionen verzweigt. Zweitens bringen sie den Kunststoffketten bestimmte Eigenschaften bei, wie etwa die Leitfähigkeit. Und drittens müssen die Polymere in definierter Weise auf einer Oberfläche abgeschieden werden. Denn fließende Ladungsträger lieben Ordnung. Kettenchaos oder Polymerknäuel hemmen den Stromfluss.

Das Polymer P3HT ist zunächst nicht mehr als eine Modellsubstanz unter mehreren, an denen die Forscher die prinzipiellen Eigenschaften erkennen wollen. Für den praktischen Einsatz kommt P3HT vermutlich nicht infrage, da es einen zu geringen

Teil des Sonnenspektrums absorbiert. Deshalb entwickelt und arbeitet die Gruppe um Ludwigs auch an erfolgversprechenden neuen Polymersystemen mit besseren Absorptionseigenschaften.

Eine weitere Herausforderung ist das geordnete Abscheiden der Polymere aus der Lösung auf ein festes Substrat. Die Forscher erzeugen beispielsweise eine dünne Polymerschicht, indem sie die Flüssigkeit auf einer rotierenden Scheibe fein verteilen. Mit einer Zugabe von Lösungsmitteln bringen sie die feste Schicht zum Aufquellen. Wird das Lösungsmittel dann wieder entzogen, ordnen sich die Polymerketten neu.

GRUNDLAGENFORSCHUNG FÜR NEUE ZELLTYPEN

„Wir haben dann kristalline und amorphe Bereiche im Polymerfilm“, erklärt Ludwigs. Längs der Polymerketten in den kristallinen Bereichen bewegen sich die Ladungsträger schneller als quer dazu, hat Ludwigs Anfang Juni auf einer Konferenz in Shang-

hai berichtet. Die Ordnungsphänomene auf der Skala von Nanometern (Millionstel Millimeter) sind mitentscheidend dafür, wie gut eine Solarzelle funktioniert.

Nach ihrer Tätigkeit als frisch promovierte Wissenschaftlerin im englischen Cambridge und einer Nachwuchsforscherstelle am Freiburg Institute for Advanced Studies der Universität Freiburg hat Ludwigs seit April 2011 ihre Zelte an der Universität Stuttgart aufgeschlagen. Die Labore im achten Stockwerk des Chemiegebäudes sind nun weitestgehend eingerichtet. Nur ein Raum hat noch eine gähmend leere Mitte. „Dahin bekommen wir in den nächsten Wochen noch einige Glove-Boxes geliefert“, erklärt die Forscherin. In solche Glaskästen können die Forscher von außen nur über fest eingepasste Handschuhe greifen. Die Luft innerhalb der Experimentierkästen ist frei von Wasserdampf und Sauerstoff. Beide Gase stören die Synthese und Präparation der empfindlichen Materialien. „In den Glove-Boxes können wir erste Solarzellentests im eigenen Labor durchführen – sozusagen vom Material bis zur fertigen Zelle.“

Ludwigs ist Grundlagenforscherin mit ganzem Herzen: „Mich faszinieren diese chemischen Strukturen.“ Doch sie schätzt auch das interdisziplinäre, anwendungsorientierte Umfeld in Stuttgart. Das Max-Planck-Institut für Festkörperforschung mit seiner Arbeitsgruppe Organische Elektronik ist nur einen Steinwurf entfernt. Und sobald es in die technische Anwendung geht, sind die Kollegen aus den Ingenieursdisziplinen gefragt.

Der Bauingenieur und Professor Jan Knippers von der Universität Stuttgart hat beispielsweise die Vision, seine bionischen Sonnenrollen, die gerade auf der Expo in Südkorea einen riesigen Gebäudekomplex verschatten, mit aufgedruckten Solarzellen zu betreiben. Andere Forscher träumen von Kleidung, Taschen oder ganzen Schiffsegeln mit stromspendenden Solarzellen. Die heutigen organischen Solarzellen sind allerdings noch zu empfindlich und mit wenigen Prozent Wirkungsgrad noch zu leistungsschwach – viel Spielraum also für neue Ideen, grundlegende Chemie und interessante Kettenmoleküle. Martin Schäfer