



# Umweltverträgliche Hocheffiziente Organische Solarzellen (UOS)

Prof. Dr. Christoph J. Brabec, Lehrstuhl i-MEET: Materials for Electronics and Energy  
Technology, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

gemeinsam mit

Prof. Dr. Vladimir Dyakonov, Lehrstuhl für Experimentelle Physik VI, Julius-Maximilians  
Universität Würzburg

Organische Solarzellen (OSZ) basieren auf halbleitenden Kohlenwasserstoffverbindungen und können kostengünstig via Rolle-zu-Rolle Tintendruckverfahren hergestellt werden. Die Vorteile dieser Technologie sind eine Herstellung bei geringen Temperaturen, auf flexiblen Trägermaterialien und mit hohem Durchsatz. Dadurch werden neue architektonische Anwendungen ermöglicht, wie z.B. das Integrieren von semitransparenten OSZ in Fensterfassaden oder das Einkleiden von gebogenen Oberflächen. Jedoch werden OSZ bisher hauptsächlich mittels toxischer Halbleitertinten hergestellt. Diese sind nicht nur eine Belastung für Mensch und Umwelt, sondern erfordern auch aufwendige und teure Sicherheitsstandards. Ziel des Projektvorhabens war es, eine Herstellung zu entwickeln, welche auf umweltfreundlichen und nachhaltigen organischen Photovoltaik (OPV)-Tinten basiert. Dadurch sollen großtechnische Druckprozesse attraktiver und die OPV näher an die industrielle Herstellung gebracht werden.

Auf dem Gebiet der OPV haben sich Polymerblendsolarzellen bestehend aus Polymeren und Fullerenen etabliert. Sie beruhen auf nasschemischen Verfahren und haben mittlerweile den Sprung zu hohen Wirkungsgraden von über 11 % geschafft. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden hocheffiziente OPV-Funktionsschichten und Solarzellen mit umweltfreundlichen Formulierungen („grüne“ Lösungsmittel) entwickelt und umfassend charakterisiert. Dabei spielt die Morphologie der Absorberschicht eine herausragende Rolle. Auf Grund der unterschiedlichen Löslichkeit organischer Halbleiter entstehen Domänen, deren Größe von vielen Faktoren abhängig ist und typischerweise im Nanometerbereich (kleiner als 50 nm) liegt. Elektrische Leitfähigkeit, optische Absorption, effiziente Ladungsträgergeneration, sowie geringe Rekombinationsverluste bestimmen dabei die Eignung der Nanomorphologie<sup>1</sup>.

Es konnte eine Klassifizierung von Additiven nach ihrem Siedepunkt, ihrer Flüchtigkeit und ihrer Löslichkeit vorgeschlagen werden. Die größten Verbesserungen ergaben sich durch die Verwendung von hochsiedenden Additiven mit selektiver Löslichkeit für den Elektronenakzeptor. Diese führten zu einer gröberen Mikrostruktur und einer Erhöhung der Phasenseparation. Basierend auf diesen Erkenntnissen konnten durch verschiedene Kombinationen umweltfreundlicher Lösungsmittel vergleichbare Wirkungsgrade erzielt werden wie aus „toxischen“ halogenierten Lösungsmitteln. Desweiteren wurden Simulationen entwickelt, welche geeignete Lösungsmittel- und Materialkombinationen vorhersagen können<sup>2</sup>, um so Materialkosten und Messaufwand zu verringern. Als weiteres Standbein hat sich die wasser- und alkoholbasierte Herstellung OSZ mittels organischer Nanopartikel entwickelt. Dabei kann die Phasenseparation der Domänen über die Partikelgröße gesteuert werden.

<sup>1</sup> A. Baumann et al., *Advanced Materials* 24, 4381, 2012.

<sup>2</sup> J.D. Perea, Stefan Langner et al., *The Journal of Physical Chemistry B*, 120 (19), 4431-4438, 2016