



Bessere Effizienz und Stabilität organischer Halbleiterschichten

Prof. Dr. Mukundan Thelakkat, Angewandte Funktionspolymere
Universität Bayreuth

Ziel des Projekts war es, die Verträglichkeit von Polymer und Fulleren-Komponenten für die organische Photovoltaik zu verbessern. Zusätzlich sollte die Morphologie in Organischen Solarzellen und Hybridsolarzellen kontrolliert und damit deren Wirkungsgrad und Langzeitstabilität erhöht werden. Die umweltverträgliche Verarbeitung aus nicht-chlorierten Lösungsmitteln lag dabei besonders im Fokus.

Polymerblendsolarzellen bestehend aus einem Halbleiterpolymer und Fullenderivaten, zeigen vergleichsweise hohe Wirkungsgrade im Bereich von 11 %. Diese hohen Effizienzen wurden nur in kleinflächigen Solarzellen (< 1cm²) durch Optimierung der Nanostrukturen in Halbleiterschichten mittels Prozessadditiven erzielt. Allerdings besitzen solche Schichten eine nur begrenzte morphologische Stabilität. Dies führt mit der Zeit zu einer Abnahme der Effizienz. Außerdem bereitet die Optimierung und Einstellung der Morphologie auf der Nanoskala Probleme bei der großflächigen Herstellung von Solarzellen. Darüber hinaus sind die hohen Effizienzen im Labor nur durch die Verarbeitung der Halbleiterschichten aus chlorierten Lösungsmitteln zu erreichen. Eine Verarbeitung aus chlorierten Lösungsmitteln ist für eine technologierelevante, großflächige Beschichtung von Halbleiterschichten ungeeignet. Hierfür sollten umweltverträgliche Verarbeitungsmethoden ermöglicht werden.

Folgende praxisrelevante Fragestellungen wurden bearbeitet, um die oben genannten Probleme zu lösen:

- a) Materialien für umweltverträgliche Verarbeitungsmethoden
- b) Synthese und Anwendung maßgeschneiderter Blockcopolymere als Verträglichkeitsvermittler,
- c) Technologische Voraussetzungen („scale-up“) für die Materialherstellung.

Im Rahmen des Projektes konnte die Synthese und Charakterisierung von wasserlöslichen konjugierten Polyelektrolyten als Donormaterialien erfolgreich durchgeführt werden¹. Zusätzlich wurden in THF, Aceton und Ethylacetat gut lösliche Fullenderivate synthetisiert und charakterisiert, die eine mit PC₆₁BM vergleichbare Elektronenmobilität aufweisen. Außerdem wurde eine Reihe von Kathodenzwischenschichten in Polymerblendsolarzellen eingesetzt, um die Effizienz und die Stabilität zu erhöhen². Für eine Morphologie-Stabilisierung wurde eine Reihe von vernetzbaren Polymeren synthetisiert und deren Stabilität untersucht³. Außerdem wurden neue Fulleren-Blockcopolymere synthetisiert und als Verträglichkeitsvermittler verwendet^{4,5}. Für ein "Scale-up" der Materialien wurde ein Flowreaktor verwendet, um die Reaktionsbedingungen zu optimieren und erfolgreich die Stille und Suzuki-Polymerisationen von „Low bandgap“ Polymeren durchzuführen.

¹ J. C. Brendel, M. M. Schmidt, G. Hagen, R. Moos, M. Thelakkat, *Chem. Mater.* **2014**, 26, 1992

² C. R. Singh, C. Li, C. J. Mueller, S. Hüttner, M. Thelakkat, *Adv. Mater. Interfaces* **2016**, 3, 1500422

³ C. J. Mueller, T. Klein, E. Gann, C. R. McNeill, M. Thelakkat, *Macromolecules* **2016**, 49 (10), 3749

⁴ M. Hufnagel, M. Fischer, T. Thum-Albrecht, M. Thelakkat, *Macromolecules* **2016**, 49 (5), 1637

⁵ M. Hufnagel, M. Thelakkat, *J. Polym. Sci. Pt. B-Polym. Phys.* **2016**, 54 (12), 1125