

## Kurzzusammenfassung

Mischungen aus Polymeren und anorganischen Nanopartikeln (NP) bieten zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der organischen Elektronik und weckten in den letzten Jahrzehnten zunehmendes Interesse. Die optischen und elektrischen Prozesse innerhalb solcher Mischfilme werden durch die Strukturen der beteiligten Materialien dominiert, die im Bereich von wenigen Nanometern liegen. In dieser Größenordnung erreichen viele etablierte Charakterisierungsmethoden (wie zum Beispiel die Elektronenmikroskopie) ihre Grenzen.

In dieser Arbeit werden zerstörungsfreie experimentelle Methoden und Modelle zur Charakterisierung von weniger als 100 nm dicken Mischfilmen aus CdSe-NP mit verschiedenen konjugierten Polymeren und deren Einsatz in organischen Solarzellen dargestellt. Durch Verwendung von spektraler Ellipsometrie, Transmissionsmessungen und deren modellgestützter Auswertung werden die optischen Eigenschaften der dünnen Schichten ermittelt. Diese enthalten zahlreiche Informationen über die Morphologie der reinen und gemischten Polymer- und NP-Filme, wie beispielsweise die Vorzugsausrichtung von Polymerketten im Bezug zur Substratoberfläche oder den Durchmesser der Nanopartikel. Die so bestimmten Eigenschaften werden in der sogenannten *Transfermatrixmethode* genutzt, um die Lichtausbeute realer und hypothetischer Bauteile zu ermitteln.

Mit den vorgestellten Methoden wird der Volumenanteil des Polymers solcher Mischfilme bestimmt. Damit können die optischen Prozesse innerhalb solcher Schichten quantitativ bewertet werden. Zudem können aus dem Vergleich von Simulationen mit realen Bauteileigenschaften Erkenntnisse über die Qualität der Ladungstransportnetzwerke gewonnen werden. Die resultierenden Polymeranteile für optimierte Solarzellen der hier untersuchten Mischungen liegen zwischen 0,16 und 0,26 und damit deutlich unter dem bisher in der Literatur vermuteten Wert von 0,5. Die optische Analyse ergibt zudem, dass die Zusammensetzung nicht konstant über der nur einige zehn Nanometer ausgedehnten Schichtdicke ist. Dies wird mit hochaufgelösten elektronenmikroskopischen Aufnahmen bestätigt. Ein neuer optischer Modellparameter zur Beschreibung der Form gemischter Domänen wird eingeführt und auf Korrelationen mit Solarzellenkenngrößen geprüft. Weiterführende Betrachtungen erlauben es zudem auf experimentellem Weg die Schichtdicke der für die Synthese und Prozessierung notwendigen organischen Hülle auf der NP-Oberfläche quantitativ zu beschreiben.

Die in dieser Arbeit vorgestellten Methoden stellen neuartige Zugänge zum Verständnis der Entstehungs- und Transportprozesse freier Ladungen innerhalb solcher Systeme dar, die auch auf andere Themengebiete übertragbar sind.