

---

## Abstract

---

Organic-inorganic hybrid solar cells combine a polymeric electron-donating component and an inorganic nanocrystalline electron-accepting component into solution-processed bulk-heterojunction solar cells. This work focusses on the post-production heat treatment and the morphology control of such devices.

Hybrid solar cells are fabricated and optimized by initially using spherical CdSe nanocrystals (NC). The impact of thermal annealing is studied in detail, applying various microscopic techniques, as well as optical and electrical characterization methods. Overall device efficiencies of 2.8 % are achieved. The limitations to the performance enhancement through thermal annealing are emphasized, and a detailed description of the resulting system changes are given.

Furthermore, CdSe NC of different geometries are blended together with a polymer for the first time in a solar cell. A peak efficiency of 3.6 % is obtained for the optimized blend composition, which is attributed to improved morphological and charge transfer properties within the system. The small spherical NC turned out to be an effective tool for energy level tuning, when thermal annealing is applied. Additionally, by introducing elongated 1D quantum rods, which provide excellent charge transport pathways, an effective performance enhancement is observed, owing to the quantum dot/quantum rod property interplay.

The use of nontoxic  $\text{CuInS}_2$  NC results in promising device performances when an inverted planar-heterojunction set-up is applied. Device performances up to 0.25 % are achieved, when using the polymer/ $\text{CuInS}_2$  NC combination.

The last chapter describes the successful implementation of the photovoltaic ink system *PV1000* (Plextronics Inc.) as a useful reference system for the every day research on organic photovoltaic devices.

---

## Kurzzusammenfassung

---

Organisch-anorganische Hybrid-Solarzellen bestehen aus einem Elektronen-Donor (Polymer) und einem anorganischen nano-kristallinen Elektronen-Akzeptor in lösungsmittelprozessierten Mischschicht-Solarzellen. Zur Effizienzsteigerung wurden in der vorliegenden Arbeit deren Temperatur-Nachbehandlung und ihre Morphologiekontrolle untersucht.

Zunächst wurden hybride Solarzellen basierend auf sphärischen CdSe NC hergestellt und optimiert. Der Einfluss der Temperatur-Nachbehandlung ist durch eine Vielzahl mikroskopischer Verfahren sowie optischer und elektrischer Methoden detailliert untersucht, und Effizienzen von 2.8% wurden erreicht. Die Limitierungen des Systems in Bezug zur Temperatur-Behandlung sind hervorgehoben und eine detaillierte Beschreibung der resultierenden System-Veränderungen ist gegeben.

Außerdem wurden erstmals CdSe NC verschiedener Geometrien mit einem Polymer in einer Solarzelle kombiniert. Hohe Effizienzen von 3.6% wurden erreicht, was auf eine vorteilhafte Morphologie und verbesserte Ladungstransfer-Eigenschaften zurückgeführt wird. Die sphärischen NC erweisen sich dabei als effektives Werkzeug, um mit thermischer Behandlung die Energieniveaus abzugleichen. Ergänzend bieten 1D NC hervorragende Transporteigenschaften, was zu einem vorteilhaften Zusammenspiel beider Komponenten-Eigenschaften führt.

Die Anwendung ungiftiger CuInS<sub>2</sub> NC ergibt vielversprechende Effizienzen in invertierten Zweischicht-Solarzellen von 0.25%.

Das letzte Kapitel beinhaltet die erfolgreiche Implementierung des photovoltaischen Tinten-Systems *PV1000* (Plextronics, Inc.) als brauchbares Referenz-System für die tägliche Forschung an organischen photovoltaischen Bauteilen.