

Messung des spektral aufgelösten Photostromes in Solarzellen

Motivation

Die Messung spektral aufgelöster Photoströme stellt ein elementares Hilfsmittel zur Charakterisierung und Optimierung organischer Solarzellen dar. Diese Messungen werden zur Beurteilung der spektralen Empfindlichkeit organischer Solarzellen herangezogen und können zudem zur Analyse von Verlustmechanismen verwendet werden.

Externe Quantenausbeute

Messprinzip

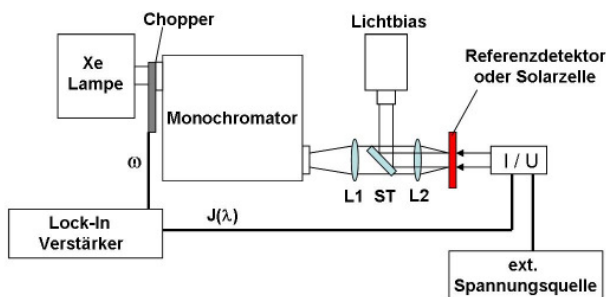


Abb. 1: Schema der externen Quantenausbeutemessung.

Durch die Messung des spektral aufgelösten Photostromes einer Solarzelle lässt sich die externe Quantenausbeute (EQE) bestimmen. Die EQE wird aus der Messung des spektral aufgelösten Photostromes ermittelt und gibt das Verhältnis der Zahl extrahierter Elektron-Loch-Paare zur Anzahl eingestrahelter Photonen wieder. Hierzu wird das Licht einer Weißlichtquelle in einem Monochromator spektral zerlegt und dessen spektraler Leistungsfluss mit einer auf die spektrale Empfindlichkeit kalibrierten Photodiode vermessen. Das am Detektor gemessene Signal wird über einen Strom-Spannungs-Wandler an den Lock-In Verstärker (Referenz: Modulationsfrequenz ω) geleitet. In gleicher Weise wird anschließend der spektral aufgelöste Photostrom der zu untersuchenden Solarzelle gemessen. Aus der spektralen Empfindlichkeit $SR_{sz}(\lambda)$ [A/W μ m] der Solarzelle erhält man die externe Quantenausbeute (h : Planck-Wirkungsquantum, c : Lichtgeschwindigkeit, e : Elementarladung, λ : Wellenlänge):

$$EQE = SR_{sz}(\lambda) \frac{hc}{e\lambda}$$

Abb. 2 zeigt typische EQE-Spektren zweier organischer Polymer-Fulleren Solarzellen mit unterschiedlicher Zusammensetzung der Absorberschicht. Durch den Vergleich der EQE-Spektren können die relativen Beiträge der einzelnen Absorberschichtmaterialien zum Photostrom bestimmt werden. Auf diese Weise kann die optimale

Zusammensetzung der Absorberschicht in Bezug auf maximalen Photostrom ermittelt werden.

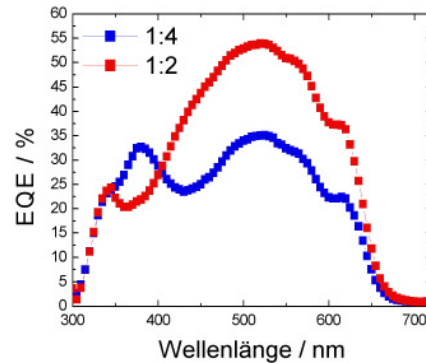


Abb. 2: EQE-Spektrum zweier organischer Solarzelle mit unterschiedlichen Zusammensetzungen der Absorberschicht. Blau: 1:4 Polymer-Fulleren-Gemisch; Rot: 1:2 Polymer-Fulleren-Gemisch.

Die EQE kann zur Abschätzung des Photostroms J_{sc} einer Solarzelle unter voller Lichteinstrahlung und beliebiger spektraler Strahlungsverteilung $P(\lambda)$ verwendet werden.

$$J_{sc} = \frac{e}{hc} \int_0^{\infty} d\lambda (\lambda * EQE(\lambda) * P(\lambda))$$

Aus der externen Quantenausbeute kann durch die Berücksichtigung optischer Verluste auf die interne Quantenausbeute (IQE) geschlossen werden. Diese gibt das Verhältnis der extrahierten Elektron-Loch-Paare und der Zahl absorbiertes Photonen wieder. Die interne Quantenausbeute liefert Informationen über die in der Zelle vorherrschenden Generations- und elektronischen Transportverluste.

Spezifikationen (EQE)

- Messgröße:** Externe Quantenausbeute
- Anregung:** monochromatisches Licht
Wellenlänge: 350 nm - 1200 nm
- Temperatur:** T=15-350 K
- Detektion:** Kalibrierter Photodetektor, Lock-In Technik
- Atmosphäre:** Inertgasatmosphäre (N₂) (1000 mbar), oder He-Kontaktgas bzw. Vakuum
- Probenformen:** Solarzellen aller Art

Ansprechpartner

Dr. Ingo Riedel
Tel.: ++49 931 888-5894
Fax.: ++49 931 705-6460
e-mail: riedel@zae.uni-wuerzburg.de
<http://www.zae-bayern.de>

Anschrift:

ZAE Bayern
Am Hubland
97074 Würzburg