

Bestimmung des Wirkungsgrades durch Strom-Spannungs-Messungen

Motivation

Die Messung der Strom-Spannungs-Charakteristik stellt die elementare Methode zur Bestimmung des Energiewandlungswirkungsgrades einer Solarzelle dar. Die Methode eignet sich einerseits zur Bestimmung der technischen Solarzellenparameter, wie z.B. maximale Leistungsabgabe unter Beleuchtung, Photospannung und Photostrom, andererseits können aus den Charakteristika Verlustfaktoren, sowie elementare Kenngrößen der verwendeten Halbleitermaterialien bestimmt werden.

Wirkungsgradbestimmung

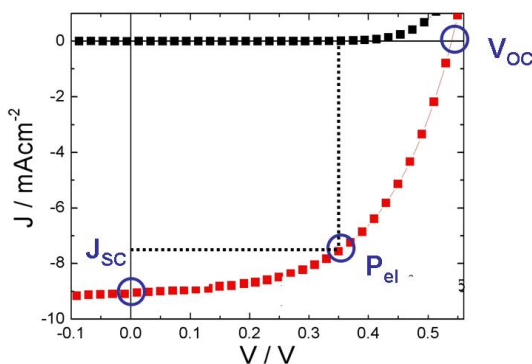


Abb. 1: Strom-Spannungs-Kennlinie einer organischen Solarzelle im Dunkeln (schwarz) und unter Beleuchtung (rot). Auf der Kennlinie lassen sich die technischen Zellenparameter zur Effizienzbestimmung ablesen.

Der integrale Wirkungsgrad einer Solarzelle wird durch die Vermessung der Strom-Spannungs (*IV*) Charakteristik unter definierter Beleuchtung ermittelt. Abb. 1 zeigt den typischen Verlauf der *IV*-Kennlinie einer Polymer-Fulleren Solarzelle im Dunkeln (■) unter Beleuchtung (■). Aus der Hellkennlinie werden die für die Effizienzbestimmung relevanten Solarzellenparameter Leerlaufspannung (V_{oc}), Kurzschlußstromdichte (J_{sc}) und der Punkt maximaler Leistungsabgabe (P_{el}) bestimmt. Bei bekannter Beleuchtungsintensität (P_L) errechnet sich der Energiewandlungswirkungsgrad (η) aus

$$\eta = \frac{P_{el}}{P_L} = \frac{V_{oc} J_{sc} FF}{P_L}$$

wobei $FF = P_{el} / V_{oc} J_{sc}$ den sogenannten Füllfaktor der Solarzelle repräsentiert. Für die Beurteilung der Solarzelleneffizienz unter realen Bedingungen wird die zu vermessende Probe thermostatisiert ($T=50^\circ C$) und durch eine Lichtquelle mit sonnenähnlichem

Spektrum und konstanter Lichtintensität (1000 W/m^2) beleuchtet.

Die Vermessung der *IV*-Kennlinie im Dunkeln liefert weitere Informationen über die internen Verlustmechanismen, wie zum Beispiel Rekombination von Ladungsträgern, lokale Kurzschlüsse und ohm'sche Verluste. Diese Größen werden mit den Eigenschaften der Solarzelle unter Beleuchtung korreliert und zur Verlustanalyse herangezogen.

Erweiterte Charakterisierung

Die beschriebene Meßmethode wird durch intensitäts- ($P_L=0-1000 \text{ mW/cm}^2$) und temperaturabhängige Messungen ($T=15-350 \text{ K}$) erweitert. Aus den intensitätsabhängigen Messungen wird der Skalierungsexponent α des Kurzschlußstromes mit der Lichtintensität ($J_{sc} \sim P_L^\alpha$) bestimmt und auf die unter Beleuchtung auftretenden Rekombinationsmechanismen (Mono- und Bimolekulare Rekombination) zurückgeführt.

Weiterhin lassen sich aus den temperaturabhängigen Messungen wichtige Parameter, wie zum Beispiel die Ladungsträgerbeweglichkeit und elektronische Barrieren an Metall-Halbleiter-Grenzflächen bestimmen.

Spezifikationen (IV)

- Messgröße:** Leerlaufspannung, Photostrom, Füllfaktor, Wirkungsgrad, Sperrsättigungsstrom, Idealität, Parallel- und Serienwiderstand
- Anregung:** Weißlicht (AM 1.5G-Spektrum), variable Intensität
- Temperatur:** Raumtemperatur, $T=15-350 \text{ K}$
- Atmosphäre:** Inertgasatmosphäre (N_2) (1000 mbar), oder He-Kontaktgas bzw. Vakuum
- Probenformen:** Solarzellen aller Art mit zugänglichen Kontakten, keine Anforderungen an die Geometrie

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