

Das CELLO Verfahren

Advanced

"CELLO" - die Kurzform für Solar **Cell Local Characterization** - ist ein am Lehrstuhl entwickeltes Verfahren, das zerstörungsfrei alle Solarzellenparameter lokal mit guter Ortsauflösung bestimmen kann. Man denke sich die Solarzelle in zigtausende von Kleinstsolarzellen (mit Kantenlänge $< 1 \text{ mm}$) zerlegt, die jetzt alle individuell vermessen werden.

Die wesentlichen Parameter sind dabei:

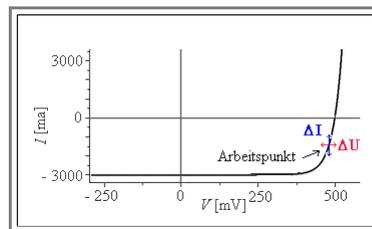
- Kurzschlussstrom I_{SC} (auch mit Konkurrenzmethoden einfach zu messen).
- Leerlaufspannung U_{OC} (praktisch nur mit CELLO erfassbar).
- Serienwiderstand R_{ser} (nur mit einer Konkurrenzmethode zerstörend und mit kleiner Ortsauflösung darstellbar).
- Parallelwiderstand R_{par} (auch mit Konkurrenzmethoden machbar).

Weitere indirekte Parameter, die sich daraus ableiten lassen oder getrennt gemessen werden können sind:

- Komplette lokale Kennlinie, daraus lokaler Wirkungsgrad η und (mit div. Einschränkungen) auch Diodenparameter (Diffusionslänge, Leckstrom, ...).
- Defekte, die nicht unmittelbar mit der "Diode" zu tun haben (abgetrennte Gridfinger, lokale Kurzschlüsse, ...).
- Technologieparameter (Homogenität der Dotierung, Wirksamkeit der Passivierung, Rückseiteneigenschaften, ...).

Das Messprinzip ist einfach - im Prinzip!

Eine mit konstanter Intensität beleuchtete Solarzelle wird an einem beliebigen Arbeitspunkt bei entweder konstanter Spannung oder bei konstantem Strom gehalten. Dann wird mit einem Laser lokal "gestört", d.h. am Ort (x, y) lokal mehr Lichtintensität aufgebracht. Die Intensität des Laserlichtes wird außerdem mit einer (Kreis)frequenz ω moduliert.



Die Solarzelle kann auf diese Störung nur "global" antworten, indem sie entweder den Strom oder die Spannung leicht ändert. Gemessen werden die $\Delta I(x, y, \omega)$ oder die $\Delta U(x, y, \omega)$ an mehreren Arbeitspunkten.

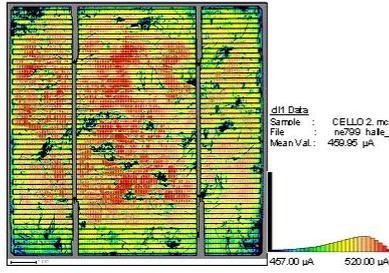
Die Messungen sind nicht ganz einfach, da sehr kleine Signale aus dem Rauschen herausgefischt werden müssen - und das noch möglichst schnell.

Hat man nun ein mathematisches Modell der Solarzelle, können alle interessierenden Größen aus den Messwerten errechnet werden.

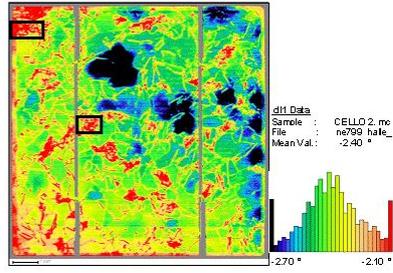
Das ist auch nicht ganz einfach - aber es funktioniert. Hier ein paar Beispiele für Ergebnisse:

Schlechter Emitter-Grid-Kontakt

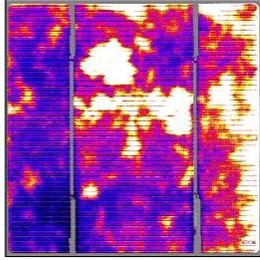
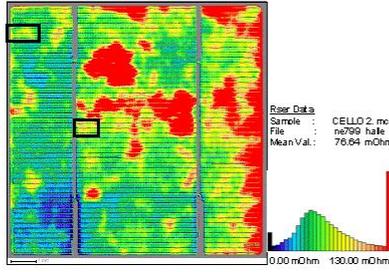
Kurzschlußstrom: Amplitude



Kurzschlußstrom: Phase



Serienwiderstand



Zum Vergleich:
Serienwiderstand
mit dem "Corscan"
Verfahren