

# 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:

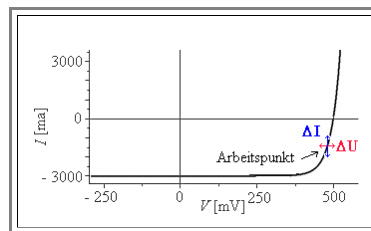
- Kurzschlussstrom  $I_{SC}$  (auch mit Konkurrenzmethoden einfach zu messen).
- Leerlaufspannung  $U_{OC}$  (praktisch nur mit CELLO erfassbar).
- Serienwiderstand  $R_{ser}$  (nur mit einer Konkurrenzmethode zerstörend und mit kleiner Ortsauflösung darstellbar).
- Parallelwiderstand  $R_{par}$  (auch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

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

- Komplette lokale Kennlinie, daraus lokaler Wirkungsgrad  $\eta$  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  $\omega$  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.

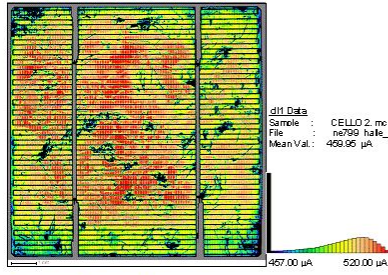
Die Messungen sind nicht ganz einfach, da sehr kleine Signale aus dem Rauschen herausgefischt werden müssen - und das noch möglichst schnell.

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

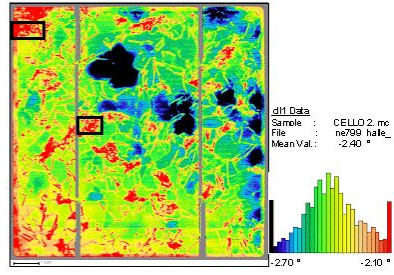
Das ist auch nicht ganz einfach - aber es funktioniert. Hier ein paar Beispiele für Ergebnisse:

# Schlechter Emitter-Grid-Kontakt

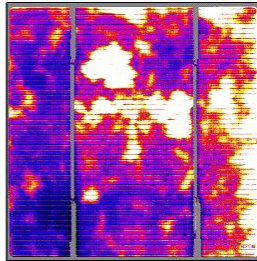
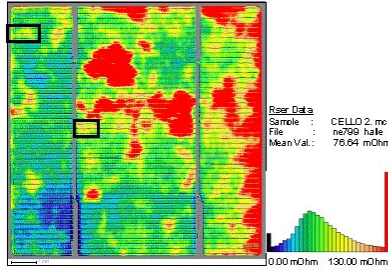
Kurzschlußstrom: Amplitude



Kurzschlußstrom: Phase



Serienwiderstand



Zum Vergleich:  
Serienwiderstand  
mit dem "Corscan"  
Verfahren