



# Test report

## Measurement of a photovoltaic irradiance sensor under STC

*Prüfbericht*

*Messung eines Photovoltaik Einstrahlungssensors bei STC*

Customer  
*Auftraggeber*

**Soluzione Solare  
Calatroni, Andrea  
Via San Pietro Intrigogna 120  
36100 Vicenza  
Italy**

Manufacturer / Type  
*Hersteller / Typ*

SOLUZIONE SOLARE / LM1-C3

Serial number  
*Seriennummer*

B0900

Internal ID / Order No.  
*Interne ID / Auftragsnummer*

SSL005 / 004SSL1017

Test report  
*Prüfbericht*

SSL005-1-004SSL1017-V01

Number of pages  
*Seitenanzahl*

5

Test date  
*Datum der Prüfung*

25.10.2017

This test report may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing testing laboratory. Test reports without signature are not valid.

*Dieser Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürften der Genehmigung des ausstellenden Prüflaboratoriums. Prüfberichte ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.*

Date  
*Datum*

25.10.2017

Deputy head of testing laboratory  
*stellv. Leiterin des Prüflaboratoriums*

*A. Schmid*

Alexandra Schmid

Person in charge  
*Bearbeiter*

*P. Schäljo*

Patrick Schäljo

## Test object

*Prüfgegenstand*

|                                      |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| Object<br><i>Gegenstand</i>          | PV cell          |
| Manufacturer<br><i>Hersteller</i>    | SOLUZIONE SOLARE |
| Type<br><i>Typ</i>                   | LM1-C3           |
| Cell material<br><i>Zellmaterial</i> |                  |
| Serial number<br><i>Seriennummer</i> | B0900            |
| Module area<br><i>Modulfläche</i>    | 114 mm x 70 mm   |

## Test procedure

*Prüfverfahren*

The test is performed under standard test conditions (STC) in accordance with [1] under irradiance with a pulsed solar simulator class A according to [5]. The irradiance is controlled with a reference solar cell during the measurement in order to correct fluctuations.

*Die Prüfung wird gemäß [1] mit einem gepulstem Sonnensimulator Klasse A nach [5] unter Standardtestbedingungen (STC) durchgeführt. Die Bestrahlungsstärke wird mit Hilfe einer Referenzsolarzelle während der gesamten Messdauer aufgenommen und deren Schwankungen bezüglich der Messung korrigiert.*

Before testing, the PV module is stored at  $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$  in the air conditioned laboratory for at least 10 hours.

*Das PV-Modul wird vor der Prüfung mindestens 10 h im klimatisierten Labor bei  $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$  gelagert.*

The measurement result either includes spectral mismatch correction or takes into account the spectral mismatch by increased measurement uncertainty. The spectral mismatch is caused by the deviation of the simulator spectrum from the standard spectrum AM1.5G [2] in combination with the different spectral response of the reference cell and the device under test (DUT). For the spectral mismatch correction the spectral distribution of the solar simulator is measured with a spectroradiometer, the spectral response of the DUT is measured with a filter monochromator according to [4]. The traceability of the measurement of the spectral distribution to SI-Units is achieved using a calibrated irradiance reference lamp for the calibration of the spectroradiometer.

*Das Messergebnis enthält entweder eine Korrektur der spektralen Fehlanpassung (spektraler Mismatch) oder berücksichtigt die Fehlanpassung durch eine erhöhte Messunsicherheit. Die spektrale Fehlanpassung entsteht durch die Abweichung der spektralen Verteilung des Klasse A Simulators vom Standard-Spektrum AM1.5G [2] in Kombination mit den verschiedenen spektralen Empfindlichkeiten von Referenzzelle und Messobjekt [3]. Für die Korrektur der spektralen Fehlanpassung werden die spektrale Verteilung der Bestrahlung (Sonnensimulator) mit einem Spektralradiometer und die spektrale Empfindlichkeit des Messobjektes mit einem Filtermonochromator [4] gemessen. Die Rückführung der Spektralmessung auf SI-Einheiten erfolgt über den Vergleich mit einer kalibrierten Bestrahlungsstärke-Kalibrationslampe.*

The entire inspection equipment used is subject to a controlled quality management system according to ISO 9001:2008.

*Alle verwendeten Prüfmittel unterliegen einer Prüfmittelüberwachung und Kalibrierung nach ISO 9001:2008.*

## Measurement conditions

Messbedingungen

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Total irradiance<br><i>Absolute Bestrahlungsstärke</i>              | (1000 ± 0) W/m <sup>2</sup>   |
| Module temperature<br><i>Modultemperatur</i>                        | (24.9 ± 0.0) °C               |
| Measurement system<br><i>Messsystem</i>                             | h.a.l.m. cetisPV XF2M A080664 |
| Spectral mismatch correction<br><i>Spektrale Mismatch-Korrektur</i> | 1.0079                        |
| Comment<br><i>Kommentar</i>   |                               |

Measurement results were corrected to standard test conditions (STC).  
Spectral irradiance distribution: AM1.5G [2], Total irradiance: 1000 W/m<sup>2</sup>, Temperature: 25 °C  
*Die Messergebnisse wurden korrigiert auf Standardtestbedingungen (STC).  
Spektrale Bestrahlungsstärke: AM1.5G [2], Absolute Bestrahlungsstärke: 1000 W/m<sup>2</sup>. Temperatur: 25 °C*

## Measurement uncertainty

Messunsicherheit

The expanded measurement uncertainty is stated as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor  $k=2$ . It has been determined in accordance with DAkkS-DKD-3. The value of the measurand lies within the assigned value range with a probability of 95%. No part for long term stability of the calibration object is included. Dimensionless parts of the measurement uncertainty are relative values related to the measured value.

*Angegeben ist jeweils die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k=2$  ergibt. Sie wurde gemäß DAkkS-DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Wertintervall. Ein Anteil für die Langzeit-Instabilität des Kalibriergegenstandes ist nicht enthalten. Die dimensionslosen Anteile der Messunsicherheit sind Relativwerte, bezogen auf den Messwert.*

## Measurement results

*Messergebnisse*

Shunt-voltage of the device under standard test conditions (STC)

*Shunt-Spannung des Messobjektes unter Standardtestbedingungen (STC)*

|    | U [mV] |
|----|--------|
| 1  | 68.228 |
| 2  | 68.136 |
| 3  | 68.228 |
| 4  | 68.219 |
| 5  | 68.246 |
| 6  | 68.242 |
| 7  | 68.247 |
| 8  | 68.240 |
| 9  | 68.232 |
| 10 | 68.239 |

Measurement result 68.226

*Messergebnis*

Standard deviation 0.033

*Standardabweichung*

Measurement uncertainty  $\pm 1.3 \%$

*Messunsicherheit*

## Reference standards

Verwendete Bezugsnormale

| Description<br><i>Bezeichnung</i>                                     | Serial number<br><i>Seriennummer</i> | Traceability<br><i>Rückführung</i> | Calibration date<br><i>Kalibrierdatum</i> |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|---|
| WPVS Reference Solar Cell<br><i>Czibula &amp; Grundmann - RS-ID-5</i> | 104-2016                             | 47128-PTB-17                       | 13.02.2017                                |
| IV-Curve Tracer<br><i>h.a.l.m. - cetisPV-CT-L1 (EL3/CTM-L)</i>        | 08010120 / 08010099                  | 000776-D-K-18445-01-00             | 24.08.2016                                |
| Electronic Load<br><i>h.a.l.m. - cetisPV-EL3-M</i>                    | 11090032                             | 000775-D-K-18445-01-00             | 23.08.2016                                |
| DC-Amplifier<br><i>h.a.l.m. - cetisPV-Mon1-Amp</i>                    | 09030003                             | 000769-D-K-18445-01-00             | 23.08.2016                                |
| RTD Input Module<br><i>ICP DAS - ICPCON I-7033D</i>                   | CR00008HEH00244                      | 000773-D-K-18445-01-00             | 24.08.2016                                |
| RTD Input Module<br><i>ICP DAS - ICPCON I-7033D</i>                   | CR00008HEH00245                      | 000772-D-K-18445-01-00             | 24.08.2016                                |
| RTD Input Module<br><i>ICP DAS - ICPCON I-7033D</i>                   | DCR00GTIDD00007                      | 000774-D-K-18445-01-00             | 24.08.2016                                |
| Temperature Sensor<br><i>h.a.l.m. - Pt100/4-L</i>                     | Halm011                              | 293125-D-K-15099-01-00             | 19.08.2016                                |
| Temperature Sensor<br><i>h.a.l.m. - Pt100/4-L</i>                     | Halm021                              | 293121-D-K-15099-01-00             | 19.08.2016                                |
| Temperature Sensor<br><i>h.a.l.m. - Pt100/4-L</i>                     | Halm024                              | 293122-D-K-15099-01-00             | 19.08.2016                                |
| Temperature Sensor<br><i>h.a.l.m. - Pt100/4-L</i>                     | Halm025                              | 293123-D-K-15099-01-00             | 19.08.2016                                |

## Literature

Literatur

- [1] IEC 60904-1 Ed.2 (2006-09):  
Photovoltaic devices - Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics
- [2] IEC 60904-3 Ed.3 (2016-04):  
Photovoltaic devices - Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data
- [3] IEC 60904-7 Ed.3 (2008-11):  
Photovoltaic devices - Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices
- [4] IEC 60904-8 Ed.3 (2014-05):  
Photovoltaic devices - Part 8: Measurement of spectral responsivity of a photovoltaic (PV) device
- [5] IEC 60904-9 Ed.2 (2007-10):  
Photovoltaic devices - Part 9: Solar simulator performance requirements