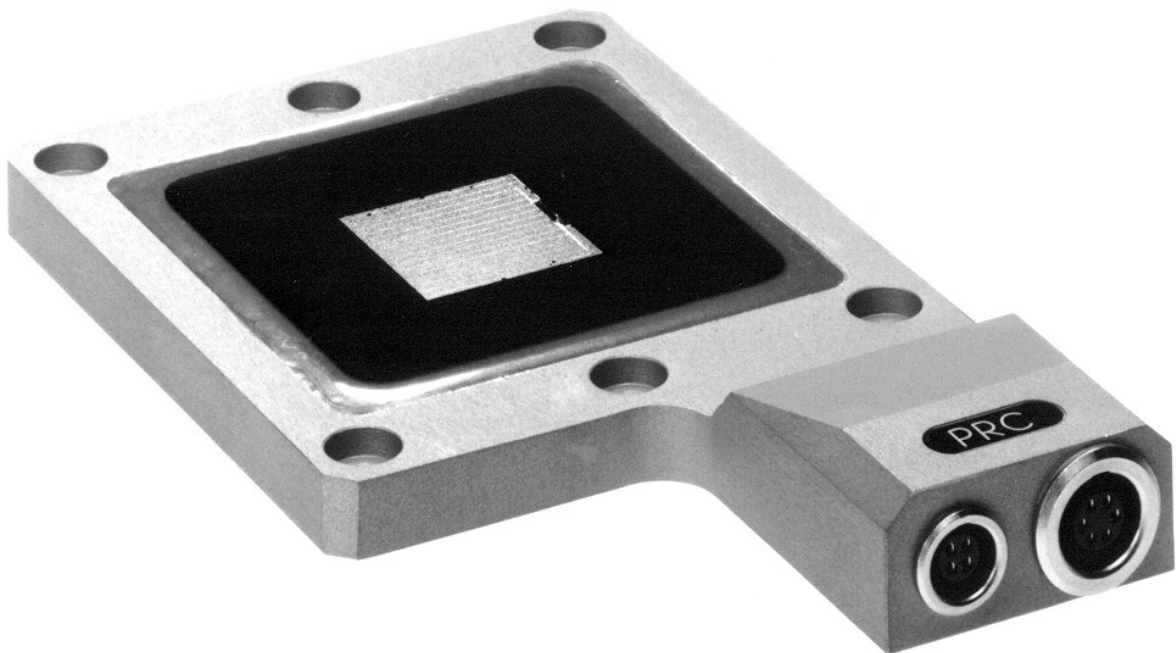


Referenz - Solarzelle



Einleitung

Die Referenz-Solarzellen von PRC Krochmann entsprechen den Spezifikationen nach IEC 904-2 und sind hochpräzise Normale zur Messung der effektiven Bestrahlungsstärke. Sie werden überall dort eingesetzt, wo genaue Aussagen über den Wirkungsgrad von photovoltaischen Generatoren gemacht werden müssen. Dieses betrifft Anwender von photovoltaischen Systemen bei Prüfung der Langzeitstabilität genauso wie Hersteller bei der Qualitätssicherung oder Produktbeschreibung.

Wegen der unterschiedlichen Erfordernisse werden die Referenz-Solarzellen von PRC in verschiedenen Ausführungen geliefert. Sonderbauformen - auch als Einzelstücke - können kundenspezifisch gefertigt werden.

Das Anzeigegerät Solar 2000 gestattet eine direkte Anzeige der Solarzellentemperatur und der Bestrahlungsstärke bzw. des Photostromes der Referenz-Solarzelle im Kurzschlussbetrieb.

1 Aufbau

In den Referenz-Solarzellen von PRC Krochmann werden wegen der hohen Anforderungen bezüglich Linearität und Langzeitstabilität besonders erprobte monokristalline Solarelemente¹⁾ eingesetzt.

Das Solarelement wird auf eine spezielle Grundplatte aufgelötet. Diese Grundplatte besitzt eine hohe thermische Leitfähigkeit und einen Ausdehnungskoeffizienten, der dem von Silizium entspricht. Ein Block aus Aluminium dient als Gehäuse und kann thermostatisiert werden.

Zwischen Grundplatte und Gehäuse, die thermisch gut gekoppelt sind, ist ein PT 100 Temperaturfühler zur Temperaturmessung eingesetzt.

Um zu vermeiden, dass durch auftreffende Strahlung eine unnötige Erwärmung des Gehäuses erfolgt, ist es aluminium-naturfarben eloxiert.

Zum Schutz vor Umwelteinflüssen wird das Solarelement in einer speziellen Vergussmasse blasenfrei gekapselt. Diese Vergussmasse besitzt im Bereich der terrestrischen Solarstrahlung einen nahezu konstanten spektralen Transmissionsgrad. Alterungserscheinungen sind bisher nicht bekannt geworden.

Als Fenster dient entweder Klarglas oder ein spezielles Filter, das gleichzeitig eine Spektralanpassung bewirkt.

2 Spektrale Empfindlichkeit

Damit eine präzise Aussage über den Wirkungsgrad der zu prüfenden photovoltaischen Zelle bzw. Moduls gemacht werden kann, sollte die spektrale Empfindlichkeit der Referenz-Solarzelle mit der des Prüflings etwa übereinstimmen.

Um dem Rechnung zu tragen, sind die Referenz-Solarzellen mit unterschiedlichen spektralen Empfindlichkeiten lieferbar. Die Anpassung wird durch spezielle Farbfilter erreicht, die fester Bestandteil der Referenz-Solarzelle sind.

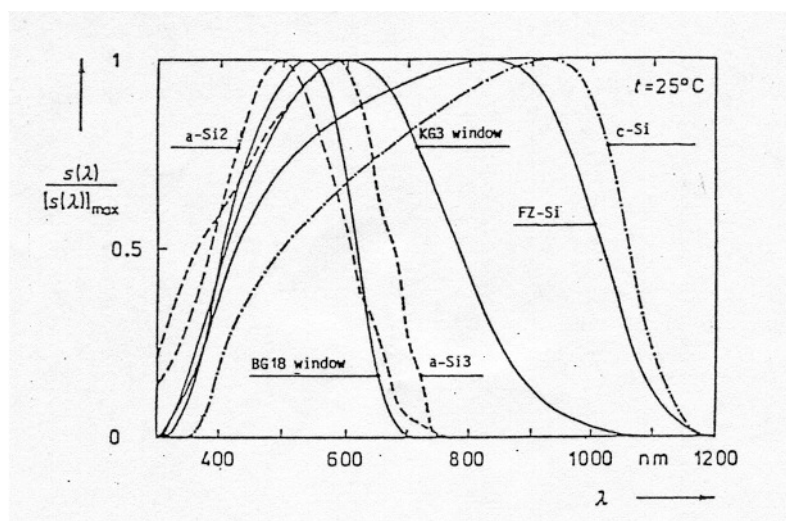


Bild 2 Vergleich²⁾ der relativen spektralen Empfindlichkeit des verwendeten Solarelementes (FZ-Si), mit unterschiedlichen Filtern (BG 18, KG 3) und monokristallinem (c-Si) bzw. amorphem Silizium (a-Si2 und a-Si3)

Standardmäßig wird die Referenz-Solarzelle mit folgenden Fenstern versehen:

- mit Glasfenster: für terrestrische Anwendungen mit monokristallinem Silizium (c-Si)
- mit BG 18 Filter: zur Simulation der schmalbandigen Spektralfunktion von amorphen Silizium (a-Si₂)
- mit KG 3 oder KG 5 Filter: zur Simulation der Spektralfunktion von amorphen Silizium (a-Si₃) mit flacherem Abfall der Empfindlichkeit im langwelligen Spektralbereich

Bei der Bestellung ist **unbedingt anzugeben**, mit welchem Fenster die Referenz-Solarzelle geliefert werden soll. Auf Wunsch können auch andere spektrale Anpassungen realisiert werden.

3 Bauformen

In den meisten Fällen ist eine Thermostatisierung der Referenz-Solarzelle erforderlich, da das Solarelement naturgemäß einen Temperaturkoeffizienten besitzt. Um den unterschiedlichen Anforderungen beim Anwender bezüglich der Möglichkeiten einer Thermostatisierung Rechnung zu tragen, bietet PRC unterschiedliche Bauformen an.

3.1 Referenz-Solarzelle RS1

Die Referenz-Solarzelle RS1 besitzt eine besonders niedrige Bauhöhe. Sie ist besonders für solche Anwendungen geeignet, in denen beim Anwender eine temperierte Unterlage zur Verfügung steht.

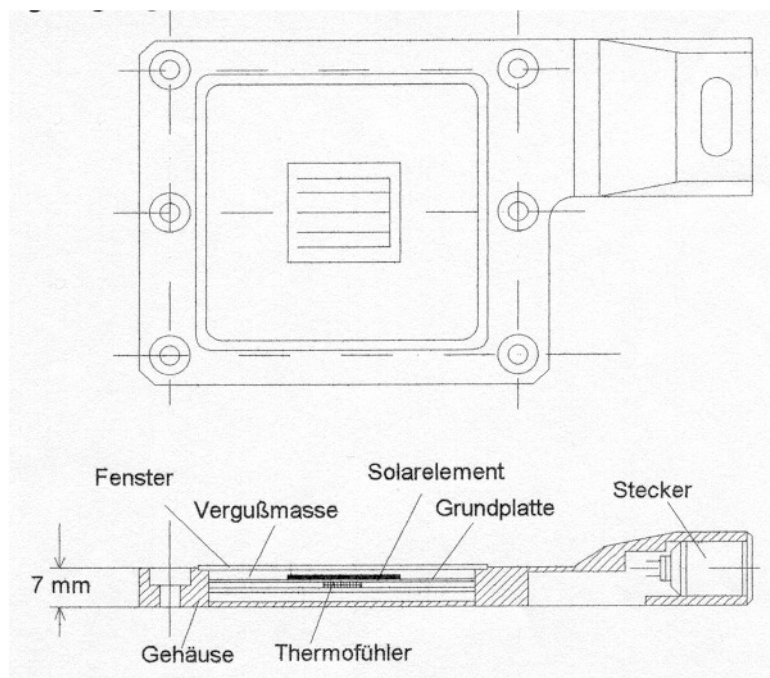


Bild 3: Referenz-Solarzelle RS1 in Aufsicht und Schnitt

Als Zubehör für die RS1 ist eine Unterlage erhältlich, die eine Wasserthermostatisierung erlaubt. Sie besitzt einen Zu- und Ablauf, die miteinander durch einen mäanderförmigen Wasserkanal im Inneren verbunden sind. Die Unterlage kann mit der Referenz-Solarzelle verschraubt werden.

Ebenfalls ist ein Wasserthermostat mit Umlaufpumpe erhältlich.

3.2 Referenz-Solarzelle RS1 W

Die Referenz-Solarzelle RS1 W ist ähnlich aufgebaut wie die RS1, jedoch ist in ihrem Gehäuse der Wasserkanal zur Wasserthermostatisierung gleich integriert. Der Vorteil dieser Lösung besteht in einer etwas niedrigeren Bauhöhe, verglichen mit der RS2 plus zusätzlicher Unterlage.

3.3 Referenz-Solarzelle RS2

In Anwendungsbereichen, in denen eine Wassertemperaturung nicht möglich ist, kann die RS2 mit eingebautem Peltierelement benutzt werden. Jedoch muss die Abwärme durch Anschluss an einen Kühlkreislauf (Wasser) abgeführt werden.

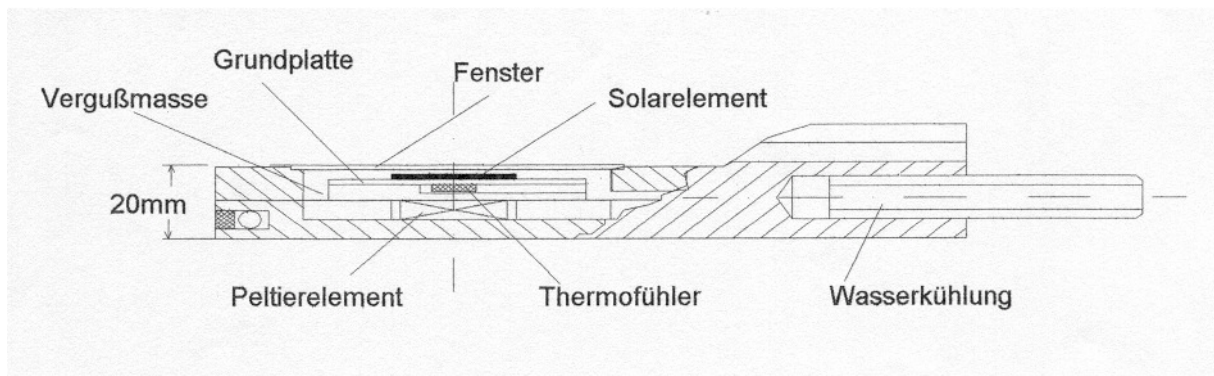


Bild 4: Referenz-Solarzelle RS2 mit Peltier-Wasserkühlung im Schnitt

Die Regelelektronik für das Peltierelement ist in dem Anzeigegerät Solar 2000 eingebaut, kann aber auf Wunsch auch getrennt geliefert werden.

4. Kalibrierung

Die messtechnisch charakterisierenden Eigenschaften der Referenz-Solarzelle gehören nicht zum Lieferumfang und müssen separat bestellt werden.

Folgende Messungen können durchgeführt werden:

- Aufnahmen der I/U Kennlinie bei 1000W/m^2 Bestrahlungsstärke (AM 1.5 äquivalent) mit Angabe der Leerlaufspannung U und Kurzschlussstrom I_{sc}
- Messung der spektralen Empfindlichkeit mit Hilfe eines Gittermonochromators
- Angabe der absoluten Empfindlichkeit für AM 1.5 (oder anderer)
- Berechnung von Wirkungsgrad η und Füllfaktor FF

5. Lieferumfang

Zum Lieferumfang jeder Referenz-Solarzelle gehört neben der Bedienungsanleitung ein Kabelsatz. Ein Kabel dient der Temperaturmessung und ggf. der Regelung, ein weiteres der Strom- und Spannungsmessung in 4-Leitertechnik.

6. Anzeigegerät Solar 2000

Zum Anschluss der Referenz-Solarzelle kann ein Anzeigegerät geliefert werden. Dabei wird das Solarelement im virtuellen Kurzschluss (Photoelement-Betrieb), d.h. ohne Vorspannung, betrieben. So ist strenge Linearität zwischen Bestrahlungsstärke und abgegebenem Photostrom gewährleistet. Da bei hohen Bestrahlungsstärken auch große Photoströme fließen, erfolgt der elektrische Anschluss in 4-Leitertechnik. Damit werden Spannungsabfälle eliminiert und die Solarzelle tatsächlich ohne Bürdenspannung betrieben.

Das Solar 2000 umfasst einen Anzeigebereich von 1 μA bis 2 A, der in drei dekadisch gestufte Messbereiche unterteilt ist. Das Gerät hat eine automatische oder wahlweise manuelle Bereichsumschaltung. Auf Wunsch erfolgt die Kalibrierung auf Bestrahlungsstärke.

Im Anzeigegerät ist außerdem eine separate Temperaturanzeige für die Temperatur des Solarelements eingebaut.

Für rechnergestützte Messwerterfassung kann das Solar 2000 mit einer RS 232 Schnittstelle ausgerüstet werden.

7. Technische Daten

7.1 Referenz-Solarzelle

Verwendetes Solarelement: FZ-Si
 Aktive Fläche: 20 mm x 20 mm
 Linearität: besser als 1 % über 8 Dekaden der Bestrahlungsstärke
 Abmessungen:

Typ	Breite / mm	Länge / mm	Höhe / mm	Gewicht / g
RS1	70	120	8	150
RS1+Unterlage	70	120	18	300
RS1 W	70	120	15	250
RS2	75	125	22	350

7.2 Solar 2000 Anzeigegerät

Anzeigebereich: 1 μA bis 2A, wahlweise erfolgt die Kalibrierung auf Bestrahlungsstärke mit einer dazugehörenden Referenz-Solarzelle

Gerätefehler: (T = 25° \pm 1°)

Bereich [A]	Auflösung [μA]	Genauigkeit Messwerte \pm LSD	Stabilität *)	Temperatur- koeffizient
2	100	0,2 % \pm 2	0,4 %	100 ppm
200	10	0,2 % \pm 2	0,1 %	100 ppm
20		0,2 % \pm 2	0,1 %	100 ppm

*) gemessen beim Messbereichsendwert

Linearität:	0,1 %
Umsetzrate:	2,5/s
Auflösung:	1 μ A
Anzeige:	4 1/2-stellige LCD-Anzeige, Messbereich in mA oder A
A/D-Wandler:	Dual-Slope-Verfahren
Messbereichumschaltung:	automatisch oder manuell
Schnittstellen:	RS 232 Analogausgang
Versorgungsspannung:	230 V \pm 10 % / 50 Hz

8 Zubehör und Optionen

8.1 Referenzsolarzelle

Optionen:

- Glasfenster
- BG 18 Filter
- KG 3 Filter
- andere Filter auf Anfrage
- andere Temperaturfühler auf Anfrage

Zubehör:

- Aufbewahrungsetui für Referenzsolarzelle
- Wasserdurchflussmodul als Unterlage für RS 1
Zur Wasserthermostatisierung der Referenzsolarzelle
- Aggregat zur Wasserthermostatisierung für RS 1
- Aggregat für Wasserumlauf für RS 2
- Thermostat für Peltierelement

8.2 Solar 2000

- Solar 2000 für RS 1
- Solar 2000 mit Temperaturanzeige für RS 1
- Solar 2000 mit Peltier-Regelelektronik und Temperaturanzeige für RS 2

Optionen:

- RS 232 Schnittstelle
- USB-Adapter
- Kalibrierung der Bestrahlungsstärke

Zubehör:

- Transportkoffer für Solar 2000 und Referenzsolarzelle
- Schnittstellenkabel für RS 232

9 Garantie

1 Jahr auf fertigungsbedingte Fehler

Literatur:

- 1) J. Metzdorf, T. Wittchen, K. Heidler, K. Dehne, R. Shimokawa, H. Ossenbrink, L. Fornarini, C. Goodbody, M. Davis, K. A. Emery, R. De Blasio:
The Results of the PEP'87 Round-Robin Calibration of Reference Solar Cells and Modules; Final Report; PTB-Opt-31 (1990) S. 174 ff
- 2) J. Metzdorf, H. Kaase:
Optoelektronik in der Technik; Laser 85, Springer Berlin, Heidelberg, New York (1986) S. 250 – 253

Änderungen vorbehalten.

Nutzen Sie die kostenlose Beratung durch PRC-Experten bei allen Fragen der Photometrie, Radiometrie und Colorimetrie.