

Bestrahlungsstärkesensor SENSOL[®] ohne Kabel?

Dr. C. Bendel, M. Ries, M. Schröder

Institut für Solare Energieversorgungstechnik, Verein an der Universität Kassel

ISET e.V., Königstor 59, 34119 Kassel

Tel.: (0561) 7294-226, Fax: (0561) 7294-200

E-Mail: mrises@iset.uni-kassel.de, Internet: <http://www.pvtestlab.de>

1 Einleitung und Zielsetzung

Photovoltaik-Anlagenbetreiber erwarten beim Betrieb Ihrer PV-Anlage eine einfache, schnelle und zuverlässige Auskunft über die eingespeiste Leistung P_{AC} - über den solaren "Energiegewinn" [1],[2],[3]. Ob die PV-Anlage auch gut funktioniert, darüber gibt die Einspeiseleistung keine ausreichende Antwort, hier bedarf es eines Vergleichsparameters, der z.B. in optimaler Form durch die Bestrahlungsstärke G_I gebildet wird. Vergleicht man die aktuellen Zahlenwerte der Bestrahlungsstärke G_I mit der Einspeiseleistung P_{AC} , in dem man das Verhältnis P_{AC}/G_I bildet, so erhält man einen Quotienten, der der anlagenbeschreibenden „Performance Ratio“ sehr nahe kommt.

Hochwertige Solarzellensensoren z.B. SENSOL[®] nutzen den Kurzschlussstrom über einen Messshunt (beste Korrelation zur Bestrahlungsstärke G_I), um eine Messspannung zu erzeugen, die entsprechend mit Mastersensoren unter STC kalibriert, die Bestrahlungsstärke G_I in W/m^2 darstellt. Um die Messergebnisse korrekt wiederzugeben, wird gleichzeitig noch die Zelltemperatur gemessen und der Messwert mit dem Zellenmaterial typischen Temperaturkoeffizienten korrigiert. Wenn Sensorzellentechnologie und PV-Generatortechnologie übereinstimmen, erhält man die derzeit genaueste Aussage zur o.g. „Performance Ratio“.

Eine neue technische Lösung geht nunmehr davon aus, künftig die Aufwendungen für die Temperaturkorrektur einzusparen und gleich einen Solarzellensensor im MPP- Maximum Power Point (Punkt maximaler Leistung) zu betreiben, weil die Zellspannung die Temperatur beinhaltet. Durch die gleichen Betriebsarten - Sensorleistung im MPP (gemessen in W) und PV-Wechselrichterleistung im MPP (gemessen in W) können beide Parameter ohne Korrektur auf einem Display visualisiert werden. Damit besteht eine wesentlich verbesserte technische Lösung für ein optimiertes Monitoringsystem für PV-Anlagen.

Der Entwicklungsstand wird nachfolgend beschrieben. Basis bilden die Weiterentwicklungsarbeiten des Solarzellensensors SENSOL[®] sowie eine patentierte mikroelektronische Vorrichtung zum MPP-Tracking inkl. Energiemanagement.

2 Lösungsbeschreibung

2.1 Bestrahlungsstärkesensor **SENSOL[®]power**

Die Grundlage für den neuen MPP- geregelten Solarzellensensor **SENSOL[®]power** bildet der bisher marktverfügbare Bestrahlungsstärkesensor **SENSOL[®]** (Bild 1)



Bild 1 Standardlösung **SENSOL[®]**

[5],[6],[7]. Die Neuentwicklung ist eine Erweiterung des bisherigen Konzeptes zur spektralbewerten Energieertragsermittlung und stellt zusammen mit einer Visualisierungseinheit **SENSOL[®]view** ein Gesamtkonzept dar, bei dem technische Innovation und Design gleichberechtigte Rollen spielen. Weitere wichtige Entwicklungskriterien stellen Marktrelevanz, Kosten und nachhaltige Systempflege dar.

Der neue **SENSOL[®]power** (Bild 2 rechts) wird mit zwei in Reihe geschalteten Solarzellen ($U_0 \approx 1,2V$) im gleichen bewährten Standardgehäuse bestückt. Da der bisherige Shuntwiderstand in der bisherigen Größe entfällt, wird eine SMD-Leiterplatte



Bild 2 SMD-Platine (links), **SENSOL[®]power** (rechts)

(Bild 2 links) mit der Messelektronik und dem Versorgungsmodul unter der eigentlichen Sensorzelle im Gehäuseinneren platziert. Ein Low-Power Mikrorechner „organisiert“ einerseits die Messung der Spannung und des Stroms zusammen mit einem entsprechenden Netzwerk. Er regelt die Sensorzelle in den MPP und steuert den wechselnden Ablauf zwischen Speicherladung und Messvorgang. Eine besondere Eigenschaft des **SENSOL[®]power** ist die photovoltaische Eigenversorgung der Messelektronik und des Funkübertragungssystems. Bild 3 zeigt den schematischen Aufbau des neuentwickelten **SENSOL[®]power**. Eine Besonderheit der Neuentwicklung, die unter dem Gesichtspunkt der rationellen Energienutzung entwickelt wurde, unterscheidet auch prioritär zwischen Lade- und Messzyklus. Beim Ladevorgang trifft

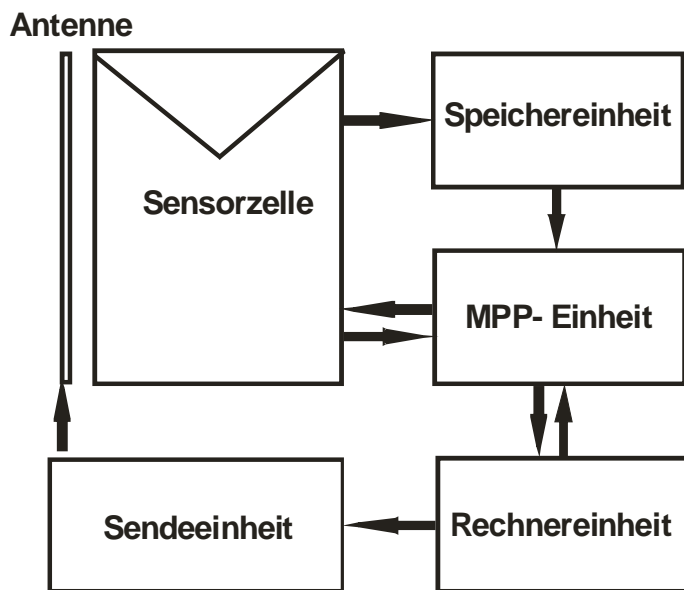


Bild 3 Funktionsschema von SENSOL®power

die Solarstrahlung mit der Bestrahlungsstärke G_1 auf die Sensorzelle. In der Sensorzelle wird ein Strom I mit einer Spannung U generiert. Über einen Wandler in der Speichereinheit wird die Spannung U auf die Ladespannung U_L angehoben. Ein Ladestrom I_L fließt anteilig, in Abhängigkeit von der Ladestromkontrolle, in den Speicher. Vorrangig wird jedoch die Versorgungsspannung U_V für die Rechereinheit sichergestellt, die in den „Schlafzustand“ geht, wenn zu wenig Energie bereitgestellt wird.

Während der Messzyklusphase wird die Ladung des Speichers unterbrochen. Die Versorgungsspannung U_V wird über den Speicher bereitgestellt. Die MPP-Einheit regelt die Sensorzelle in den Punkt der maximalen Leistung (Maximum Power Point – MPP). Mit der Rechereinheit und einem abgestimmten Netzwerk wird die Spannung der Sensorzelle und die Differenzspannung über einen Messwiderstand gemessen und über den Strom I die momentane Leistung ermittelt. Somit kann bei entsprechender Kalibrierung unter Standard Testbedingungen (STC – Standard Test Conditions) auf die Bestrahlungsstärke G_1 geschlossen werden, die als analoger Messwert von der Rechereinheit bereitgestellt wird. Optionell wird ein weiterer digitaler Messwert einer Sendeeinheit zugeführt, die über eine Antenne das Messwertsignal in einem genehmigungsfreien Frequenzband abstrahlt.

Derzeit findet die Laborerprobung statt, die erfolgversprechende Ergebnisse geliefert hat. Anlässlich des 19. Symposiums Photovoltaische Solarenergie wird ein erstes Funktionsmuster vorgestellt.

2.2 Anzeige- und Auswerteeinheit SENSOL®view

Die Anzeige- und Auswerteeinheit SENSOL®view ist vom elektronischen Aufbau her eine Neuentwicklung, in der Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Entwicklung photovoltaischer Kompaktgeräte und Kleinsysteme“ (FKZ 0329807/B, 1997-2001) weiterentwickelt und modifiziert wurden. Die Entwicklung fand in Zusammenarbeit mit der Fa. Kunsch&Schröder GbR (IKS) statt, in der besonderes Augenmerk auf

das Gehäusedesign [4] gelegt wurde. Basis bildet das Strahlungssensorgehäuse^(*).



Bild 3 Anzeige- und Auswerteeinheit SENSOL®view (Designmuster, © IKS)

Die Energieversorgung erfolgt über eine Solarzelle aus amorphem Silizium. Diese Technologie eignet sich besonders für die Umwandlung des diffusen Tageslichtanteils in Gebäuden und von Kunstlicht. Die Energieaufbereitung und Zwischenspeicherung erfolgt prinzipiell auf gleicher schaltungstechnischer Basis wie beim SENSOL®power. Ein monochromatisches Graphikdisplay mit einer Auflösung von 320x240 Pixel auf einer sichtbaren Fläche von 82x62 mm ermöglicht die graphische Darstellung der eingespeisten Leistung im direkten Vergleich mit der aktuellen Bestrahlungsstärke G_I . Die Datenübertragung zwischen dem SENSOL®power, dem Energiezähler bzw. Wechselrichter und SENSOL®view erfolgt über eine Funkstrecke. Eine weitere Option besteht für eine PC-Kopplung über eine USB-Schnittstelle, um Messdaten auslesen zu können. Ein Funktionsmuster wird anlässlich des 19. Symposiums Photovoltaische Solarenergie vorgestellt.

^(*) Geschmacksmuster Nr. 499 05 182.3 vom 27.5.1999

4 Resümee und Perspektiven

Das vorgestellte Monitoringsystem, bestehend aus Bestrahlungsstärkesensor SENSOL[®]power, Energiezählereinheit (OEM) und Anzeige- und Auswerteeinheit SENSOL[®]view, stellt ein Gesamtkonzept aus „einer Hand“ dar, ist aber bei verabredeter Nutzung der Schnittstellen universell nutzbar. Das heißt, dass Sensoren und Energieerfassungseinheiten anderer Hersteller eingesetzt werden könnten.

Der Entwicklungsanspruch „Design“ wurde konsequent weitergeführt, so dass man von einem innovativen technischen Konsumerprodukt sprechen kann.

Das Monitoringsystem ist bei entsprechender Skalierung für alle Leistungsklassen von PV-Anlagen einsetzbar. Künftiger Hersteller wird die Fa. Kunsch&Schröder GbR (IKS) in Söhrewald sein.

Literatur

- [1] Normen : DIN EN 60904-2 / IEC 904-2 , April '95; DIN EN 61724, April 1999
- [2] B.Grimmig et al., ISFH GmbH, Emmerthal, Siliziumzellen als Strahlungssensoren, 12. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Staffelstein 1997
- [3] H. Ossenbrink et al., ESTI, Ispra, DER QUASI-AMORPHE ESTI-SENSOR, 13. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Staffelstein 1998
- [4] R. Wiegmann, Fa. if, Hannover, Gestaltung der Produkte nicht dem Zufall überlassen, INDUSTRIE DESIGN`99, VDI- Nachrichten Nr.14, 9.April 1999
- [5] C. Bendel et al., ISET e.V., Kassel, Solarzellensensor SENSOL[®] - Qualitätsmesstechnik für den Massenmarkt, 15. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Staffelstein 2000
- [6] H. Kunsch et al., Fa. IKS, SENSOL[®] - ein neuer Solarstrahlungssensor für den photovoltaischen Massenmarkt, 16. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Staffelstein 2001
- [7] C. Bendel et al., „Der Einfluss der spektral bewerteten Bestrahlungsstärkemessung auf die Energieertragsprognose – garantierte Energieerträge“, 18. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Staffelstein 2003