

## Solarinverter

# Auch die EMV muss stimmen

Die Energiegewinnung mittels Photovoltaik boomt, der Anteil in Deutschland liegt aber noch bei bescheidenen 3 %. Aber die Wachstumsraten sind beachtlich. Neben den Solarzellen sind die Solarinverter wichtiger Bestandteil einer Photovoltaikanlage, übernehmen sie doch die Einspeisung ins Netz. Auch hier muss die EMV stimmen. Ein Prüfsystem für Solarinverter sowie den Stand der Normung, zeigt unser Beitrag.

Neben der Nutzung der Windenergie nimmt der Einsatz von Photovoltaik stark zu. Aus der Sicht der EMV stellen die in der Photovoltaik notwendigen Wechselrichter, auch Solarinverter genannt, eine kritische Komponente dar. Deshalb gibt es für die Messung der EMV dieser Komponenten, besonders wegen der auftretenden hohen Leistungen, spezielle Messaufbauten, die im Folgenden näher betrachtet werden.

### Solarinverter und EMV – ein Problem

Entwickler von Solarinvertern müssen einen Kompromiss finden zwischen dem Wirkungsgrad und der EMV, da Maßnahmen zur Erhöhung der EMV zulasten des Wirkungsgrads gehen. Umgekehrt bewirkt ein hoher Wirkungsgrad z. B. durch schnelle Schaltvorgänge steile Flanken mit den entsprechenden Störungen. Zusätzlich führen Einsparpotentiale bei Solarinvertern zu Topologien, die ohne Transformator und mit hohen Spannungen arbeiten. Dies kann auch zu steilen Spannungsspitzen mit unerwünschten EMV-Effekten führen.

### Defizite in der Normengebung

EMV-Messungen an Solarinvertern sind durch die Normungsbehörden noch nicht ausreichend spezifiziert. Auch ist eine eindeutige Zuordnung nicht möglich. Man kann Solarinverter als Haushaltsgeräte, als ISM-Gerät oder als informationstechnisches Gerät auffassen. Entsprechend kämen die Normen EN55014, EN 55011 oder EN 55022 zur Anwendung.

Derzeit werden vom IEC Normen speziell für Solaranlagen erarbeitet. Die laufenden Normungsprojekte des Komitees K 373 (Photo-

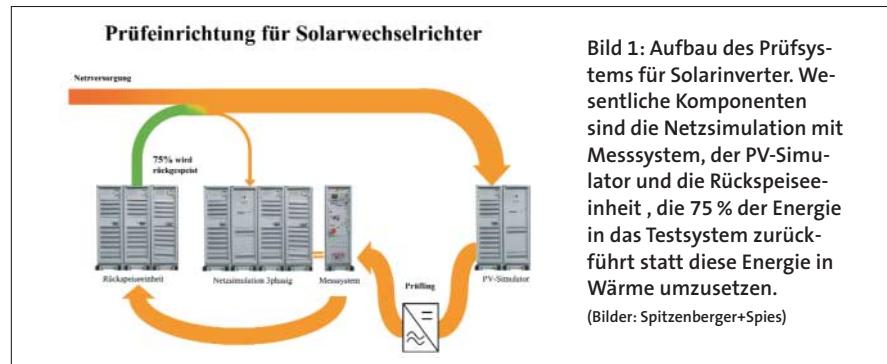


Bild 1: Aufbau des Prüfsystems für Solarinverter. Wesentliche Komponenten sind die Netzsimulation mit Messsystem, der PV-Simulator und die Rückspeiseeinheit, die 75 % der Energie in das Testsystem zurückführt statt diese Energie in Wärme umzusetzen.  
(Bilder: Spaltenberger+Spies)

tovoltaische Solarennergie-Systeme) sind:

- ▶ Norm für Solarzellen,
- ▶ Norm für Solarscheiben,
- ▶ Norm zur Verifizierung von Simulationsprogrammen,
- ▶ Norm für Steckverbinder für PV-Systeme,
- ▶ Norm für Photovoltaik im Bauwesen.

Hersteller von Solarinvertern geben heute an, dass ihre Geräte folgenden Normen entsprechen und kennzeichnen sie mit dem CE-Zeichen:

- ▶ Gerätesicherheit nach EN 60950-1:2003-08 sowie EN 50178:1998-04,
- ▶ Störaussendungen nach EN 61000-6-3:2002-08 sowie EN 61000-6-4:2002-08,
- ▶ Netzrückwirkungen nach EN 61000-3-2:2001-12.

### Prüfsystem für Solarinverter

Die Firma Spaltenberger+Spies bietet mit dem neuen Komplettsystem bestehend aus Netzsimulation mit Rückspeiseeinheit und PV-Simulator ein passendes Prüfsystem für Solarinverter (Bild 1). Das Bild zeigt den Aufbau des Systems, das sich in zwei Bereiche einteilen lässt. Der PV-Simulator bildet aufgrund seiner schnellen Regelung das Verhalten der Solarpanels nach. Durch die Möglichkeit der freien Programmierung der Charakteristik lassen sich verschiedene Solarzellentypen simulieren. Es können sowohl gleichbleibende als auch sich ändernde Wet-

terbedingungen vorgegeben werden (Bild 2). Dadurch stehen für EMV-Messungen reproduzierbare Bedingungen zur Verfügung. Der Ausgang des Solarinverters ist an die Netzsimulation mit dem Messsystem für die Emissions- und Immunitätstests nach den EN-Standards angeschlossen. Die Rückspeiseeinheit sorgt für eine erhebliche Minderung der Wärmeerzeugung und damit eignet sich das Prüfsystem für Tests von Invertern von einigen kW bis zu > 100 kW.

### Das EMV Basis System

Als Netzsimulation dient der 4-Quadranten-Verstärker der Serie PAS mit seinen besonderen Merkmalen:

- ▶ extrem geringe harmonische Verzerrungen, auch unter sehr nichtlinearen Bedingungen,
- ▶ schnelle Anstiegsrate von > 52 V/μs (Anstiegszeit < 5 μs bei 230 V<sub>eff</sub>) nach EN 61000-4-11,
- ▶ hohe Bandbreite von DC bis 5 kHz (-3 dB), die optional auf bis zu 30 kHz erweitert werden kann,
- ▶ Kleinsignalbandbreite bis 50 kHz oder 100 kHz,
- ▶ geringer Innenwiderstand von 2 mOhm.

Als Messsystem kommt das Analysator-Referenz-System ARS für die Harmonischen- und Flickeranalyse entsprechend IEC 61000-3-2/-12 und IEC 61000-3-3/-11 zum Einsatz.

#### AUTOR



Siegfried W. Best,  
Redaktion  
elektronik industrie



# all-electronics.de

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante  
Artikel und News zum Thema auf  
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



Das digitale Flickermeter entspricht IEC 61000-4-15 und der Echtzeit Harmonischen Analysator ist IEC 61000-4-7 konform. Die Flickermessung erfolgt mit zwei Kanälen und verfügt über ein kalibriertes Leitungs-impedanznetzwerk. Speziell für Ströme > 16 A ist die einstellbare Netzinnenwiderstands-nachbildung AIP verfügbar.

### Die Rückspeiseeinheit

Zur normengerechten Messung von Solarinvertern, aber auch von anderen Quellen, die Leistung in das Netz einspeisen – wie Windgeneratoren, Kraft-Wärmekopplung, usw. – muss die Netzsimulation auch hohe Ströme aufnehmen können. Im Gegensatz zum Quellenbetrieb addiert sich beim Betrieb als Senke zu den eigenen Verlusten die eingespeiste Leistung hinzu. Damit ist bereits bei 30 % der Nennleistung die maximale Erwärmung erreicht. Um die Einspeiseleistung zu erhöhen, d. h. die Verluste im Verstärker zu verkleinern, wurden bisher Lastwiderstände parallel zum Verstärkerausgang geschaltet, welche die eingespeiste Leistung in Wärme umsetzen.

Die Rückspeiseeinheit dagegen bewirkt eine Erhöhung der Senkenleistung mit Energie-rückgewinnung. Sie ersetzt die Lastwiderstände indem sie wie ein Widerstand wirkt, der immer gerade so groß ist, dass er die Einspeiseleistung des Prüflings aufnehmen kann. Diese Anpassung an den optimalen Wert erfolgt in weniger als 1 ms.

Vorteile:

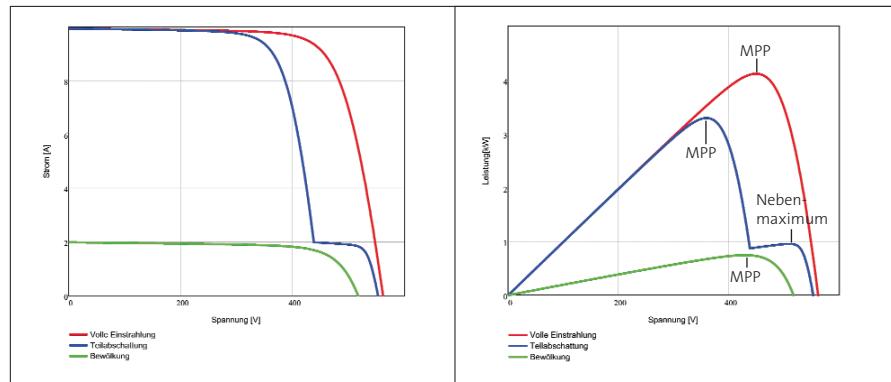


Bild 2: Der PV-Simulator kann Kennlinien von Solarpanelen bei beliebigen Wittersituationen nachbilden. Bild links zeigt den Stromverlauf über die Spannung, Bild rechts den Leistungsverlauf mit den Maximalen Power Points (MPPs) und einem Nebenmaximum bei Teilabschaltung.

- ▶ wirksamer Widerstand hat immer den optimalen Wert,
- ▶ ideal für schnell wechselnde Einspeiseleistungen,
- ▶ Leistung wird nicht in Wärme umgesetzt,
- ▶ Leistung wird mit hohem Wirkungsgrad ins Netz eingespeist.

Angeschlossen wird die Rückspeiseeinheit parallel zum 4-Quadranten-Verstärker.

Im Quellenbetrieb des Verstärkers ist die Rückspeiseeinheit inaktiv und der Verstärker arbeitet unbeeinflusst. Sobald Strom eingespeist wird, übernimmt sie diesen unmittelbar und führt ihn am 4-Quadranten-Verstärker vorbei ins Netz. Dabei wird diese Energie mit einem Wirkungsgrad von ca. 75 % zurückgewonnen. Wichtig ist hier, dass dies in Echtzeit geschieht und jede beliebige Stromform übernommen werden kann. Der Verstärker gibt nach wie vor die simulierte Netzspannung vor und wird nicht von der

Rückspeiseeinheit beeinflusst. Insgesamt vergrößert diese Anordnung dank reduzierter Verluste die Leistungsfähigkeit des Verstärkers im Senkenbetrieb um den Faktor 5.

### Schlussbemerkung

Mit dem vorgestellten Prüfsystem kann das EMV-Verhalten von Solarinvertern bei den unterschiedlichsten Eingangsbedingungen und bei den verschiedensten Netzbedingungen ermittelt werden. Der PV-Simulator bietet weitergehende Simulationsmöglichkeiten, um auch andere Eigenschaften von Solarinvertern, wie die Effizienz des MPP-Trackings, zu testen. Darüber wird elektronik industrie in dem Sonderheft Photovoltaik im Sommer berichten.