

Optimales Zusammenspiel von Solarmodulen und Wechselrichtern

Dipl.-Ing. (FH) Christian Buchholz, Leiter Produktmanagement
Heribert Schmidt, Wechselrichter-Experte



Abb. 1: SUNWAYS NT 3700
Abstimmung von Solarmodul und Wechselrichter
in einem Gerät

SPANNUNGSVERLAUF AM SOLAR-MODUL

Heribert Schmidt, Wechselrichter-Experte am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg, charakterisiert die Spannungsverläufe am Solar-Modul folgendermaßen: In Abb. 2 sind die am Eingang eines Wechselrichters auftretenden Spannungen gegenüber dem Erdpotential (Neutral- oder Schutzleiter [PE]) dargestellt.

Zwischen den beiden Anschlüssen ist die Solargeneratorspannung U_{SG} zu messen. Dieser Gleichspannung ist bei einphasig einspeisenden Geräten typischerweise eine kleine, nahezu sinusförmige Wechselspannung (Ripple) mit doppelter Netzfrequenz, also 100 Hz, überlagert. Deren Amplitude ist abhängig vom Gerätedesign, der Dimensionierung und auch von der momentan übertragenen Leistung. Sie sollte bei Nennlast die Größenordnung weniger Prozent der MPP-Spannung nicht überschreiten, da sonst merkliche Energieverluste durch Verschiebung des

Aufgrund der steigenden Anzahl verschiedener Modultechnologien wie z.B. der Dünnschichttechnologie wird es immer wichtiger, bereits in der Planungsphase einer Solaranlage die Besonderheiten von Modulen und Wechselrichtern zu berücksichtigen. Ausschlaggebend für die Bewertung, ob bestimmte Solarmodule an einem Wechselrichter laufen dürfen, ist der Spannungsverlauf zwischen den Solargeneratorpolen und dem Erdpotential. Dieser Spannungsverlauf wird durch die verwendete Wechselrichterschaltung bestimmt.

Arbeitspunktes aus dem MPP (Maximum-Power-Point) auftreten. Bei dreiphasigen Geräten ist dieser Spannungsripple im Idealfall Null, in der Praxis tritt zumeist ein geringer Ripple mit der dreifachen oder sechsfachen Netzfrequenz auf.

Der Plus- und der Minuspol des Solargenerators weisen gegenüber dem Erdpotential die Spannungen U_{Plus} und U_{Minus} auf. Diese Spannungen können nahezu reine Gleichspannungen sein, ihnen können aber auch größere sinus- oder rechteckförmige Wechselspannungen überlagert sein. Hierin liegen die größten Unterschiede zwischen den nachfolgend dargestellten Wechselrichtertopologien. Allen Spannungen am Eingang sind wei-

terhin geringe hochfrequente Anteile überlagert. Diese resultieren überwiegend aus der Taktung der Leistungselektronik, weisen also z.B. Frequenzen von 16 kHz und einem Vielfachen davon auf. Hinzu kommen weitere hochfrequente Störspannungen aus geräteinternen Schaltnetzteilen sowie Prozessoren.

Da die Wechselrichter auch auf der DC-Seite (Direct Current) die einschlägigen EMV-Normen (Elektromagnetische Verträglichkeit) mit sehr niedrigen Grenzwerten (z. B. $< 80 \text{ dB}\mu\text{V} = 10 \text{ mV}$) einhalten müssen, ist davon auszugehen, dass diese hochfrequenten Anteile keinen Einfluss auf das Verhalten des angeschlossenen Solargenerators haben.

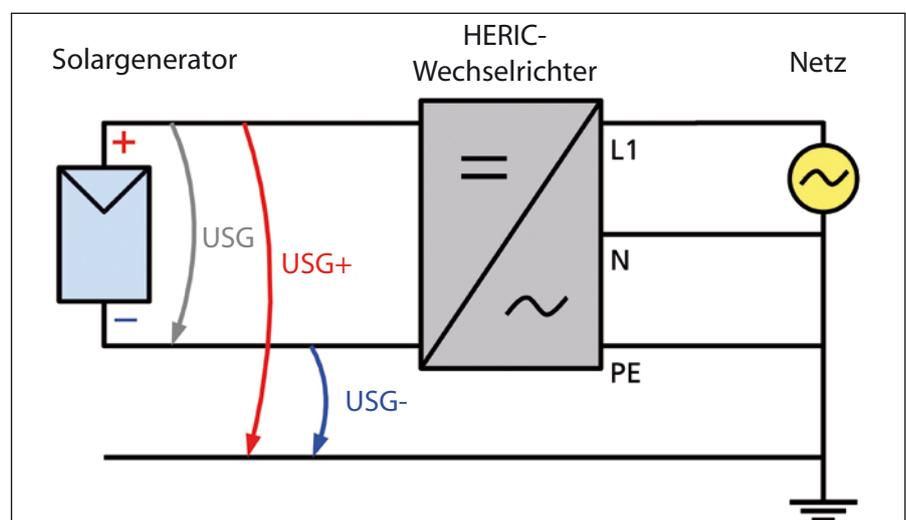


Abb. 2: Definition der Potenziale am Eingang eines Wechselrichters

ICH HAB IMMER STROM.



TESTSIEGER

1
No.

PHOTON MODUL-TEST
2008

Die unabhängige Photon-Redaktion bestätigt: SolarWorld® ist Testsieger. Bis zu 10% mehr Ertrag!

TESTSIEGER

1
No.

PHOTON MODUL-TEST
2009

Die unabhängige Photon-Redaktion bestätigt: SolarWorld® ist Testsieger. Bis zu 12% mehr Ertrag!

ÖKO-TEST
RICHTIG GUT LEBEN

Sunmodule Plus
SW 225 poly

sehr gut

Ausgabe 05/2010

STROM VOM EIGENEN DACH.

Stabile Preise, saubere Energieversorgung: Gewinnen Sie den Strom auf Ihrem eigenen Dach und setzen Sie auf das Plus an Unabhängigkeit. Mit einer leistungsstarken Solarstromanlage vom mehrfachen Testsieger. Und mit den SolarWorld Suntrol Produkten zur Anlagensteuerung können Sie Stromproduktion und Stromverbrauch optimal aufeinander abstimmen und so die Effizienz Ihrer Anlage maximieren. Eigenstrom: intelligent und unabhängig.

www.solarworld.de



Mit uns wird Sonne Strom.

DARSTELLUNG AM BEISPIEL VON SUNWAYS WECHSELRICHTERN

AT-Serie (2,7 bis 5,0 kW

Ausgangsleistung)

Die AT-Serie besteht aus einem DC-Steller mit nachgelagertem HERIC-Wechselrichter. Der Minuspol des Solargenerators ist mit N im Netz verbunden. Das Gerät speist einphasig ein, enthält aber eine dreiphasige Netzüberwachung.

NT-Serie (2,5 bis 5,0 kW

Ausgangsleistung)

Die NT-Serie besteht aus einem direkt einspeisenden HERIC-Wechselrichter. Das Gerät speist einphasig ein, enthält aber eine dreiphasige Netzüberwachung. Die Geräte NT 8000 und NT 10000 bestehen aus drei unabhängig geregelten Wechselrichtern, wobei jede Leistungseinheit auf eine eigene Phase einspeist.

PT-Serie (30 und 33 kW

Ausgangsleistung)

Die Zentralwechselrichter der PT-Serie bestehen aus einem DC-Steller mit nachgelagertem HERIC-Wechselrichter. Der Pluspol des Solargenerators wird stets auf ca. 400 V fixiert. Die Spannungshöhe des Minuspols ist abhängig von der Solargeneratorspannung (Systemspannung). Das Gerät speist symmetrisch dreiphasig ein und enthält eine dreiphasige Netzüberwachung.

ERMITTLUNG DER MÖGLICHEN KOMBINATIONSMÖGLICHKEITEN MIT SOLARMODULEN

Wenn Sie eine Photovoltaikanlage planen, informieren Sie sich am besten individuell bei ihrem Modulhersteller über den geforderten Spannungsverlauf am Solargenerator. Ermitteln Sie dann anhand der auf der nächsten Seite abgedruckten Liste die möglichen Einsatzgebiete. Es können grundsätzlich fünf Fälle unterschieden werden:

- 1) Herkömmliche Solarmodule auf Siliziumbasis haben in der Regel keine speziellen Anforderungen an den Wechselrichter. In diesem Fall können alle Solar-Inverter wie z.B. die Serien NT, AT und PT verwendet werden.
- 2) Es gibt Dünnschichtmodule oder Silizium-Module, bei denen eine Leistungsdegradation auftritt, wenn negative

Spannungen am Solargenerator anliegen. Diese Degradation kann je nach Modultechnologie dauerhaft oder reversibel ausfallen. Solche Module verlangen eine Erdung des Solargenerator-Minuspols, wie das z.B. bei der AT-Serie erfolgt.

- 3) Bei der Zelltechnologie der Firma Sunpower kann durch positive Spannungen am Solargenerator eine reversible Leistungsdegradation auftreten. Module mit diesen Zellen verlangen eine Erdung des Solargenerator-Pluspols. In diesem Fall ist ein positiv geerdetes Transformatorgerät einzusetzen.
- 4) Es gibt auch Solarmodule, bei denen aufgrund ihres Aufbaus bei einer generatorseitigen Wechselspannung hohe Ableitströme entstehen, die zum Abschalten des Wechselrichters führen

können. Diese Ableitströme entstehen vor allem durch metallische Rückseiten und eine Wechselspannung am Solargenerator.

- 5) Wenn ein Modulhersteller auf einem Wechselrichter mit galvanischer Trennung (Transformator) besteht, so kommt es auf den zugrunde liegenden Spannungsverlauf an, den der Hersteller am jeweiligen Modul vorschreibt.

WERDEN SOLARMODULE DURCH BESTIMMTE WECHSELRICHTER IN IHRER FUNKTION ODER LEBENS-DAUER BEEINTRÄCHTIGT?

Die langjährige Erfahrung mit zahlreichen Anlagen lässt die eindeutige Antwort zu, dass bei Modulen mit konventionellen kristallinen Solarzellen keinerlei Zusammenhang zwischen einer etwaigen Modul-

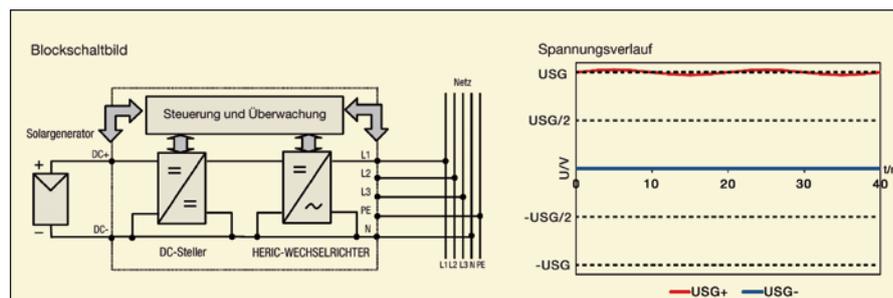


Abb.3: Prinzipskizze und Spannungsverlauf Sunways Solar-Inverter AT

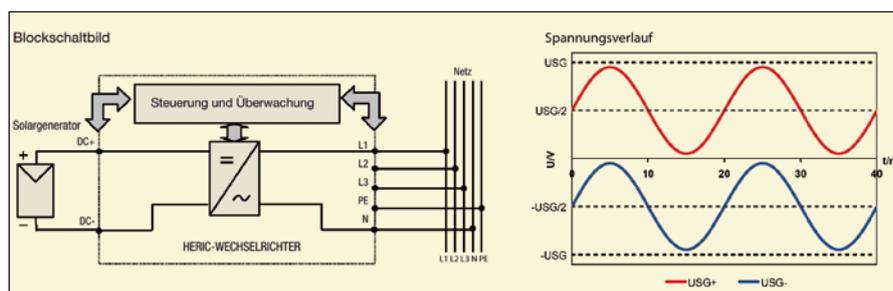


Abb.4: Prinzipskizze und Spannungsverlauf Sunways Solar-Inverter NT

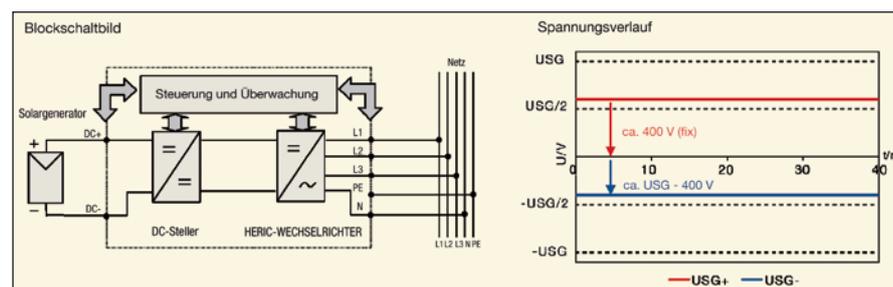


Abb.5: Prinzipskizze und Spannungsverlauf Sunways Solar-Inverter PT

Forderung des Solarmodul-Herstellers	Mögliche Wechselrichter-Technologie aus dem Hause Sunways
1) keine Forderung	AT-Serie, NT-Serie, PT-Serie
2) keine negativen Spannungen am Solargenerator	AT-Serie
3) keine positiven Spannungen am Solargenerator	keine
4) keine Wechselspannung am Solargenerator	AT-Serie, PT-Serie
5) nur Transformatorgerät	möglicherweise AT-Serie

degradation und dem verwendeten Wechselrichterprinzip besteht. Es können also alle oben aufgeführten Wechselrichterkonzepte ohne Einschränkungen eingesetzt werden. Bisher werden Dünnschicht-Module selten an trafolose Wechselrichter angeschlossen. Grund ist die allgemeine Verunsicherung, ob diese beiden Technologien miteinander kompatibel sind. Technisch gesehen existieren dafür zwei Anhaltspunkte:

1) Es gibt Anzeichen dafür, dass negative Spannungen der Solarzellen gegenüber Erdpotenzial einen Degradationseffekt bei Dünnschichtmodulen erzeugen können. Beispielsweise zeigten amorphe Dünnschichtmodule bei Anlagen einer negativen Spannung von 600 V nach 200 Std. eine sogenannte Bar-Graph-Korrosion.

2) Weiterhin können an Modulen mit metallischen Rückseiten erhöhte Ableitströme auftreten und damit die einschlägigen Sicherheitsnormen überschritten werden. Trafolose Wechselrichter überwachen nämlich zur Gewährleistung des Personenschutzes gemäß der DIN VDE 0126-1-1 Ableitströme auf der DC-Seite. Wird ein plötzlicher Sprung um 30 mA oder ein dauerhafter Ableitstrom von 300 mA gemessen, müssen die Geräte innerhalb von 20 ms abschalten. Die Vorteile trafoloser Wechselrichter-Topologien mit ihren potentiell höheren Wirkungsgraden bleiben somit bisher der sich verbreitenden Dünnschichttechnologie vorbehalten. Die neuartige HERIC®-Topologie mit FP-Schaltung berücksichtigt die Vorteile potenzialgetrennter Wechselrichter beim Einsatz mit Dünnschichtmodulen

und kombiniert diese mit den Vorteilen trafoloser Konzepte. Der Schaltungsaufbau verhindert einen Potenzialunterschied zwischen dem negativen Pol des Solargenerators und Erdpotenzial und minimiert die Ableitströme gegen Erde. Die neue Topologie ist serienmäßig in allen Wechselrichtern der Sunways AT-Serie integriert. Die Geräte werden in vier Leistungsklassen von 2,7 bis 5 kW AC-Leistung angeboten.

Die neue, einsatzoptimierte AT-Serie ergänzt das aktuelle Wechselrichter-Portfolio und verfügt im Vergleich zu den direkt einspeisenden, hocheffizienten und ertragsoptimierten Geräten mit HERIC®-Topologie (NT-Serie) über einen nach unten erweiterten Eingangsspannungsbereich (150 V bis 680 V). Weiterhin sind die neuen Wechselrichter serienmäßig mit zahlreichen Funktionen ausgerüstet, wie zum Beispiel einer Ethernet-Schnittstelle, integriertem Webserver, Aktiver E-Mail-Alarmierung und vielen weiteren Features.

Autor

*Dipl.-Ing. (FH) Christian Buchholz,
Leiter Produktmanagement,
SUNWAYS, Konstanz
Heribert Schmidt,
Wechselrichter-Experte
am Fraunhofer-Institut
Foto / Grafik: SUNWAYS*