

# „Solargeneratoren im Inselbetrieb“

## Gefahr für Mensch und Maschine

### Der Normenbezug:

EN 50530

IEC/EN 61683

IEC/EN 61727

**IEC/EN 62116**

VDE 0126-2

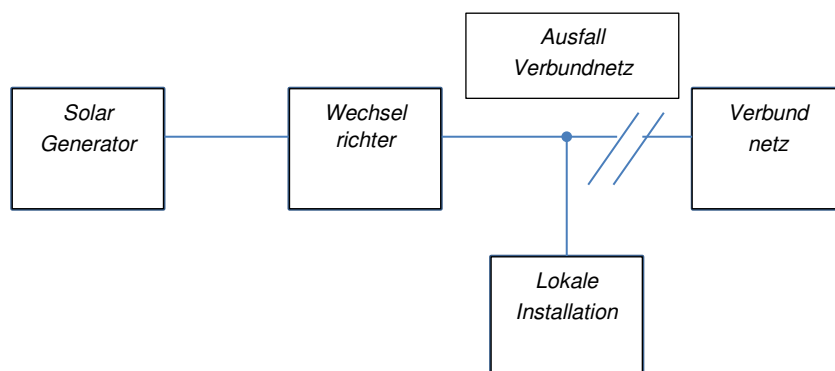
IEEE 1547

und viele herstellerspezifische  
Prüfvorschriften

Im normalen Betrieb speist der Ausgang des Solar-Wechselrichters die Last, die üblicherweise vom Stromnetz versorgt wird. Je nach Umfang der erzeugten Energie liefert der Wechselrichter dabei Energie in das angeschlossene Verbundnetz oder das Verbundnetz liefert zusätzliche Energie für die angeschlossenen Lasten.

Dabei müssen alle Funktionen während des Tests und des Betriebs der im Verbund geschalteten Komponenten (Verbundnetz, ein oder mehrere Wechselrichter) den Vorschriften nach IEEE1547 entsprechen. Um einen Wechselrichter in geeigneter Weise zu testen, sollte die Kopplung der Wechselrichter mit dem Verbundnetz simuliert werden.

Ein geeigneter Simulator wie zum Beispiel die PVS Serie von Spitzenberger & Spies muss in der Lage sein, anormale Vernetzungs-Bedingungen und Situationen zu erzeugen, mit denen real überprüft werden kann, ob die Wechselrichter tatsächlich die Anforderungen der Norm erfüllen.



Einer von mehreren möglichen Problemfällen ist eine Störung der Kopplung zwischen Verbundnetz und Solarwechselrichter.

Diese erhebliche Störung wird als „Islanding“ oder „Inselnetz-betrieb“ bezeichnet.

Bild 1: Prinzip des Inselnetzbetriebes

Dies ist der Zustand, wenn im abgeschalteten Stromnetz oder bei einem Stromnetzausfall durch Wechselwirkungen zwischen Verbrauchern und Erzeugern eine Inselnetzbildung entstehen kann, die dem PV-Wechselrichter ein funktionierendes Stromnetz vortäuscht.

Das größte Problem hierbei sind folgende zwei Szenarien:

1. Bei einem Ausfall des Verbundnetzes oder der Verbindung dazu befinden sich keine frequenz- und spannungsüberwachenden Komponenten seitens der EVU mehr im Verbund – Frequenz und Spannung können so deutlich von den Verbundnetzvorgaben abweichen, so dass die angeschlossenen Lasten beschädigt oder gar zerstört werden können.
2. Personenschäden können auftreten, wenn das Verbundnetz z.B. für Wartungsarbeiten vom lokalen System getrennt wird. Während das Bedienpersonal „Spannungsfreiheit“ wähnt, liefert der lokale Wechselrichter immer noch Energie und setzt das lokale Netz unter Spannung.

## ANTI ISLANDING MASSNAHMEN PRÜFEN

Dieser Gefährdung für Mensch und Maschine möchte die **IEC/EN 62116** vorbeugen. Sie definiert **Prüfverfahren für Maßnahmen zur Verhinderung der Inselbildung**.

Praktisch gesehen muss jeder Wechselrichter über eine Anti-Islanding Funktion verfügen, die im Fehlerfall den Wechselrichter vom lokalen Netz trennt und damit das lokale Netz spannungsfrei schaltet.

*Prüfequipment gemäß IEC/EN 62116:*

1. *Wellenformspeicher und Leistungsmesser*
2. *Gleichstromquelle, die das Verhalten einer realen photovoltaischen Quelle simuliert*
3. *Wechselstromquelle*
4. *Wechselstromlasten – RLC Lasten*

Genau diese Anti-Islanding Funktion prüft die IEC/EN 62116.

**Als Gleichstromquelle** für diese Prüfungen bietet sich ein gemäß EN50530 arbeitender PV Simulator an. Der PV Simulator **PVS von Spitzenberger & Spies** erfordert alle Anforderungen an diese Quelle sowohl gemäß IEC/EN 50530 als auch gemäß IEC/EN62116.

## SIMULATION DES VERSORGUNGSNETZES – GRID SIMULATION

Für die für die Simulation des Versorgungsnetzes benötigte Wechselstromquelle sind Anforderungen hinsichtlich Spannungs- und Frequenzstabilität und Oberschwingungsgehalt definiert. Bei Verwendung eines **Spitzenberger & Spies EMV Basis Systems als AC Quelle** können alle Anforderungen erfüllt werden. Darüber hinaus können auch gezielt Störungen des Versorgungsnetzes sowie Spannungs- und Frequenzschwankungen simuliert werden. Bei dreiphasigen EUT kann zusätzlich die Phasenlage überwacht und simuliert werden. Außerdem sollte diese unbedingt programmierbar sein, um auch global verkaufte Produkte entsprechend den nationalen Stromnetz-Gegebenheiten testen zu können.

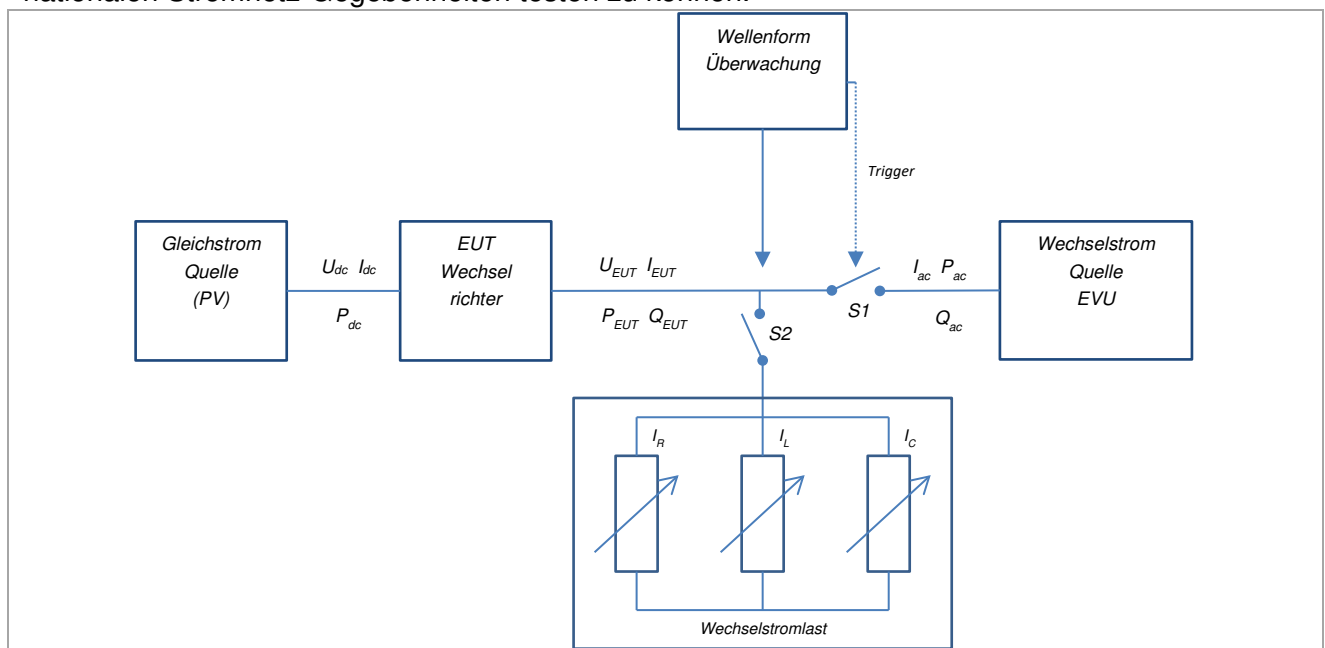


Bild 2: Prüfaufbau für die IEC/EN 62116

## RLC LAST ALS LEISTUNGSSCHWINGKREIS IN RESONANZ

Um reelle Verhältnisse für die Überprüfung heranzuziehen, wird eine typische Netzlast als Kombination einer RLC Last definiert.

Diese RLC Last soll der Ausgangsleistung des zu prüfenden Wechselrichters angepasst sein und sich bei der Nennfrequenz in Resonanz befinden. Die Güte  $Q_f$  der RLC Last sollte  $1,0 \pm 0,05$  betragen. Für die Durchführung der einzelnen Prüfabschnitte muss die RLC Last optional angepasst werden.

*Drei Prüfbedingungen für die Ausgangsleistung des Wechselrichters sind definiert:*

- A:  $P_{EUT}$  100%
- B:  $P_{EUT}$  50%
- C:  $P_{EUT}$  25%

Die geforderten drei Prüfbedingungen A, B und C werden durch Einstellung der EUT Eingangsspannung auf 90%, 50% und 10% der Nenn Eingangsspannung eingestellt. Im ersten Schritt wird die RLC Last so eingestellt, dass die Grundfrequenzanteile der Wirk- und Blindleistung bzw. der Grundfrequenzanteil des Stromflusses am Trennschalter zum Versorgungsnetz auf Null zurückgeht. Der Parallelschwingkreis ist damit in Resonanz.

Zum Beginn der Prüfung wird der Trennschalter zum Einspeisenetz geöffnet.

Für die Prüfbedingung A muss die RLC Last gezielt gemäß nebenstehender Tabelle in Wirkleistung und Blindleistung verändert werden.

Prozentuale Veränderung der Wirklast, Blindlast vom Nennwert		
-5,+5	0,+5	+5,+5
-5,0		+5,0
-5,-5	0,-5	+5,-5

*Prüftabelle für Prüfbedingung A*

Für die Prüfbedingungen B und C reicht es, nur die Blindlast (entweder L oder C) bei konstanter Wirklast zu verändern.

Überprüft wird nun die Nachlaufzeit  $t_R$ , d.h., die Dauer, für die der Zustand einer unbeabsichtigten Insel existiert. Sie ist definiert als die Zeitdauer zwischen dem Öffnen des Schalters S1 (Trennschalter zum Einspeisenetz) und dem Wegfall des Ausgangsstromes des EUT.

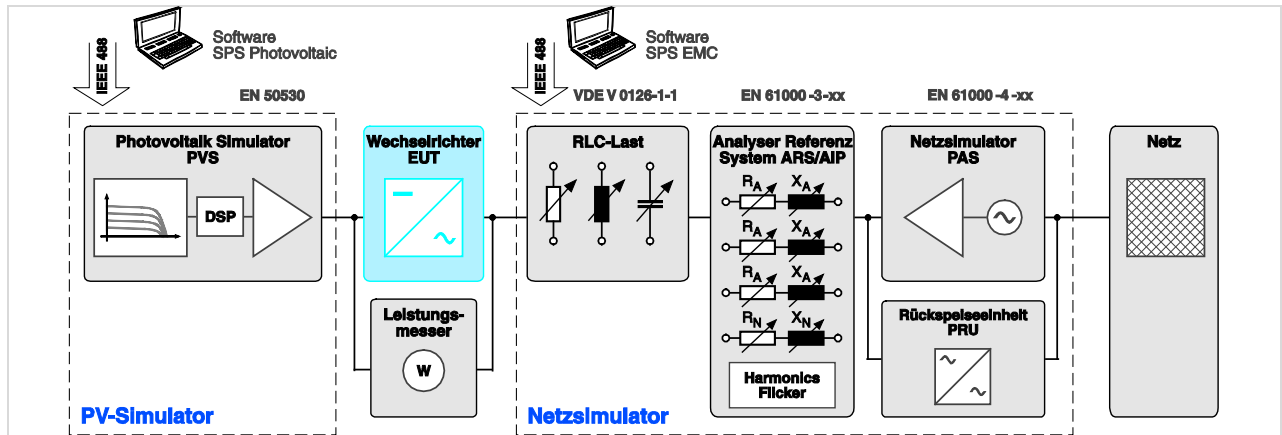
Für alle Kombinationen der Prüfbedingungen A, B und C wird nun die Nachlaufzeit  $t_R$  gemessen. Überschreitet die Nachlaufzeit die jeweilige maximale Dauer (vom jeweiligen EVU bzw. nationalen Normenwerk vorgegeben) wird der Prüfling als fehlerhaft deklariert.

Fasst man alle diese Anforderungen an eine RLC Prüflast gemäß IEC/EN 62116 zusammen, ergibt sich ein komplexes Anforderungsprofil an eine solche Prüfeinheit.

## PRÜFSYSTEMERWEITERUNG RLC LAST

Spitzenberger & Spies hat für seine PV Simulatorenserie PVS eine Erweiterung RLC Last entwickelt, die alle Anforderungen gemäß IEC/EN 62116 erfüllt und vollautomatisch arbeitet. In Verbindung mit den entsprechenden Messgeräten kann damit eine komplette normgerechte Prüfung analog EN 50530 und der IEC/EN 62116 durchgeführt werden.

Ein Blockschaftbild einer solchen kompletten Prüfeinrichtung ist im folgenden Bild dargestellt:



Mit einem Komplettsystem von Spitzenberger & Spies kann nicht nur im Bereich Photovoltaik normgerecht geprüft werden, es ist auch bestens als EMV Basis System zur Prüfung gemäß den Emissions- (IEC/EN61000-3-xx) und Immunitätsnormen (IEC/EN61000-4-xx) geeignet.

## VIELE MÖGLICHKEITEN WEIT ÜBER DIE NORMEN HINAUS

Auf der PV Simulator Seite kann über die IEC/EN 50530 hinaus jeder Solar Wechselrichter mit beliebigen Solarmodulen und mit dem Strahlungsverlauf eines beliebigen Ortes der Erde gespeist werden. Dazu muss der PV Simulator PVS nur mit den entsprechenden Daten programmiert werden. Somit wird im Laborbetrieb eine beliebige reale Situation vor Ort nachgebildet.

Auf der Ausgangsseite des Solar Wechselrichters bildet das EMV Basis System als frei programmierbarer Grid-Simulator das „vor Ort Einspeisenetz“ eines beliebigen Energieversorgers nach. Dieser Grid-Simulator kann nicht nur den Normalbetrieb simulieren, sondern auch viele bekannte Störfälle wie Spannungsschwankungen, Spannungsausfälle, Frequenzschwankungen, Unsymmetrien usw., die in der Normenreihe IEC/EN 61000-4-xx beschrieben sind.