

# PV-Wechselrichter für den Anschluss an das Stromversorgungsnetz

**VERHINDERUNG DER INSELBILDUNG** Die als Ersatz für die DIN EN 62116 (VDE 0126-2):2012-01 neu herausgegebene Norm beschreibt Prüfverfahren von Maßnahmen zur Verhinderung der Inselbildung bei Photovoltaikanlagen. Die Norm gibt einen Leitfaden zur Umsetzung von automatischen Verhütungsmaßnahmen gegen Inselbildung.



## AUF EINEN BLICK

**DIE INSELBILDUNG BEIM BETRIEB VON PV-ANLAGEN**, die am Stromversorgungsnetz angeschlossen sind, soll durch geeignete Maßnahmen verhindert werden

**DIE NEUE NORM DIN EN 62116** beschreibt diese Maßnahmen und stellt einen Leitfaden zur Verfügung, um die Wirksamkeit von automatischen Verhütungsmaßnahmen gegen Inselbildung einzuschätzen

Die Inselbildung in der Photovoltaik ist ein Zustand, bei dem ein Teil des Stromversorgungsnetzes bei Belastung und auch bei der Erzeugung vom Stromversorgungsnetz getrennt ist. Dieser Zustand stellt für die Stromversorgungsunternehmen häufig ein Problem dar.

In manchen Fällen wird eine Insel durch den Versorger bewusst erzeugt. Man bezeichnet diesen Vorgang als eine beabsichtigte Insel. Hierbei schaltet das steuernde Versorgungsunternehmen große Abschnitte des Versorgungsnetzes ab. Als Gegensatz dazu gibt es die unbeabsichtigte Insel. Dabei spricht man von einem Segment eines Versorgungsnetzes, welches nur kundeneigene Energie enthält und von der Netzsteuerung getrennt ist.

Üblicherweise fordert der Versorger von dem Kunden eine automatische Erkennung, sobald keine Einspeisung aus einer Erzeu-

gungsanlage in das Netz erfolgt. Zum Beispiel wenn eine Erzeugungsanlage vorübergehend abgeschaltet ist. Die Forderung basiert dabei auf folgender Grundlage. Ist die Erzeugung und Belastung vor dem Zeitpunkt des Abschaltens gut ausgeglichen, liefert das Versorgungsunternehmen eine kleine Leistung an das entsprechende Netzsegment. Dadurch wird die Erfassung, ob die Erzeugungsanlage abgeschaltet ist, für das Versorgungsunternehmen erschwert. Durch eine Veränderung der üblichen Bedingungen für die Spannung und der Frequenz können Schäden an den kundenseitigen Einrichtungen erfolgen.

Eine Schädigung auf der Kundenseite und dem Versorger entsteht dann, wenn das Hauptnetz unsynchronisiert auf die Insel zurück geschaltet wird. Die Gefährdung des elektrischen Schlages ist hierbei für eventuelle Arbeiten am Leitungsnetz innerhalb der Insel sehr groß. Leitungen stehen unter Spannung, obwohl Leitungsmonteuere der Meinung sind die Anlage abgeschaltet zu haben.

Viele versorgungsseitig vernetzte PV-Wechselrichter besitzen Technologien zur Erkennung und Verhinderung von Inselbildungen. Die Wechselrichterhersteller haben Prüfverfahren entwickelt um die Wirksam-

keit dieser Techniken nachzuweisen. Sie werden als EUT, Wechselrichter mit Verhinderung der Inselbildung, bezeichnet. Die Prüfverfahren sind Hauptbestand dieser Norm.

## Prüfausrüstung

Zur Durchführung der Prüfungen sind entsprechende Messgeräte einzusetzen. Um die Wellenform der erzeugten Energie festzustellen, ist entweder mit einem Speicher- oder Digitaloszilloskop zu arbeiten. Die Wellenform ist vom Beginn der Inselbildung bis zum Zeitpunkt der Beendigung durch den Wechselrichter aufzuzeichnen. Bei mehrphasigen Wechselrichtern sind alle Außenleiter, sowie die Außenleiter-Neutralleiter-Ströme und -Spannungen zu erfassen.

Als Gleichstromquelle zur Einspeisung des Wechselrichters, kann für die Prüfungen eine strom- und spannungsbegrenzende Gleichstromquelle eingesetzt werden. Hat der Wechselrichter auf der Eingangsseite eine Speicherbatterie integriert, darf diese zur Prüfung ebenfalls verwendet werden. Die Gleichstromquelle muss die maximale Eingangsleistung des Wechselrichters bei der kleinsten und größten Eingangsbetriebsspannung bereitstellen können.

## PRÜFBEDINGUNGEN

Betreff	Bedingungen
Spannung	Nennwert +/- 2,0%
Oberschwingungsgehalt der Spannung	< 2,5%
Frequenz	Nennwert +/- 0,1 Hz
Phasenwinkelabstand bei drei Phasen	120° +/- 1,5%

**Tabelle 1:** Anforderungen an die Wechselstromquelle



## INFOS

**IEC 62116:2014; Deutsche Fassung EN 62116:2014**

[www.vde-verlag.de](http://www.vde-verlag.de)

Die DIN EN 62116 (VDE 0126-2:2014-11) kann online für 55,91 € erworben werden.

**PRÜFBEDINGUNGEN**

Bedingung	EUT-Ausgangsleistung $P_{EUT}$	EUT-Eingangsspannung Beruhend auf den Bemessungs-Eingangsbetriebsbereich. Der EUT darf keinesfalls außerhalb des zulässigen Eingangsspannungsbereichs betrieben werden	EUT-Auslöseeinstellungen Der Hersteller muss die Auslöseeinstellungen, mit denen zu prüfen ist, festlegen. Diese können variabel sein, um allen Anforderungen der Netzversorger gerecht zu werden. Die Auslöseeinstellungen sind in der Tabelle 3 aufgezeigt.
A	Der Höchstwert der Ausgangsleistung sollte mit der maximal zulässigen Eingangsleistung erreicht werden. Der Istwert der Ausgangsleistung darf den Nennwert der Bemessungs-Ausgangsleistung überschreiten	>75% des Bemessungs-Eingangsspannungsbereichs	Spannungs- u. Frequenzauslöseeinstellung nach den nationalen Normen oder gültigen Bestimmungen
B	50% bis 66% des Höchstwertes	50% des Bemessungs-Eingangsspannungsbereichs +/- 10%	Spannungs- u. Frequenzauslöseeinstellung nach den nationalen Normen oder gültigen Bestimmungen
C	25% bis 33% des Höchstwertes Kleinster zulässiger EUT-Ausgangswert, falls größer als 33%	<20% des Bemessungs-Eingangsspannungsbereichs	Spannungs- u. Frequenzauslöseeinstellung nach den nationalen Normen oder gültigen Bestimmungen

**Tabelle 2:** Bedingungen für die Prüfungen von ein- oder mehrphasigen Wechselrichtern

Bei Wechselrichtern, die zur Prüfung direkt von einer PV-ähnlichen Quelle gespeist werden, sind die Strom-Spannungs-Kennlinie und das Zeitverhalten einer Photovoltaik Anlage nachzubilden. Der Strom ist dabei auf das 1,5-fache des photovoltaischen Bemessungseingangsstromes zu begrenzen. Die PV-Anlage muss die maximale Eingangsleistung des Wechselrichters bei der kleinsten und größten Betriebseingangsspannung bereitstellen können.

Auf der Wechselstromseite werden für die Prüfung einstellbare Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten als Lasten zwischen dem Wechselrichter und einer angeschlossenen Wechselstromquelle eingesetzt. Alle Wechselstromlasten sind für die Prüfbedingungen aus der **Tabelle 1** auszulegen.

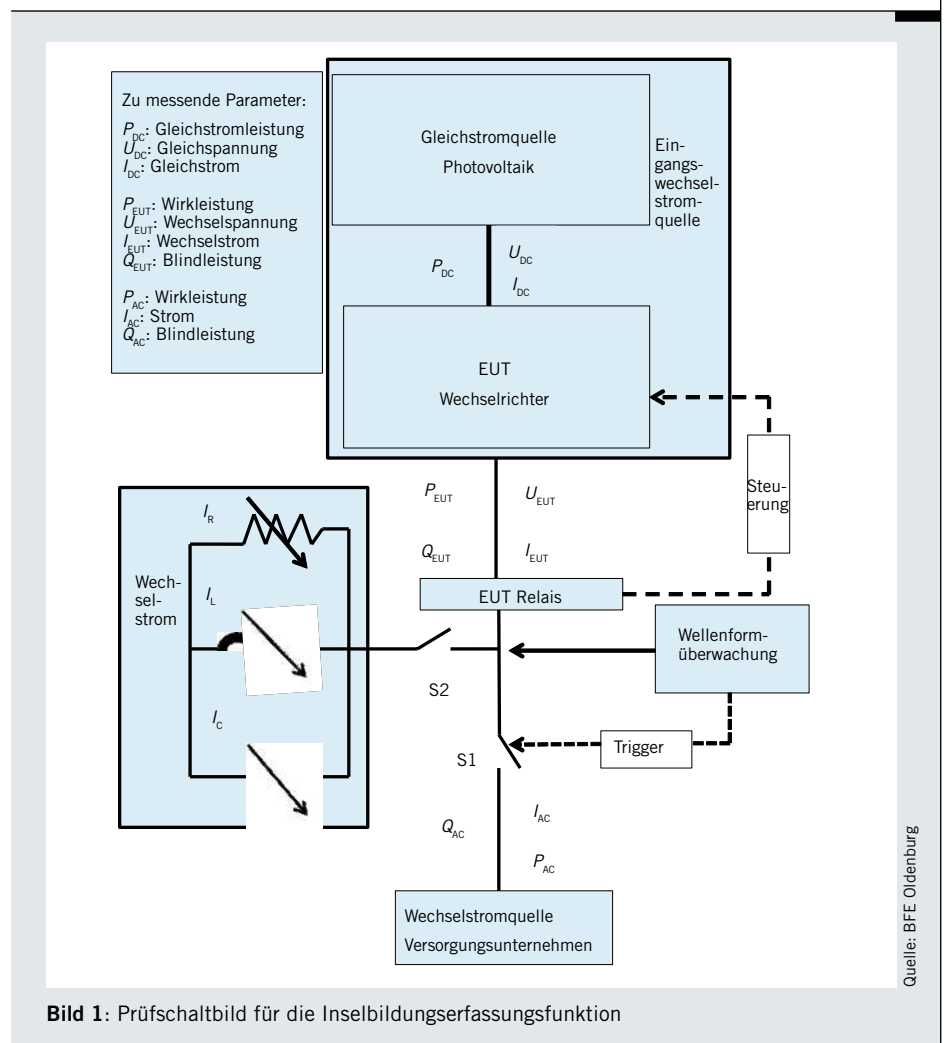
**Prüfung von ein- oder mehrphasigen Wechselrichtern**

Nachfolgende Bedingungen sind für die Prüfungen von ein- oder mehrphasigen Wechselrichtern einzuhalten. Wie schon beschrieben wird eine RLC-Last an den Wechselrichter bei einer Nennfrequenz des EUT von 50 Hz / 60 Hz angeschlossen. Bei mehrphasigen Wechselrichtern ist die Last auf alle Phasen symmetrisch zu verteilen. Alle Phasen müssen allpolig vom Netz abschaltbar sein.

Größe und Zeitpunkt für die Spannungs- und Frequenzauslösung sind am EUT einstellbar und können die gemessene Nachlaufzeit beeinflussen. Die Frequenzauslöseeinstellung am EUT sollte während der Prüfung auf +/- 1,5% des Nennwertes bei einer angenommenen Nachlaufzeit von +/- 0,5 Hz

eingestellt werden. Besteht der Wechselrichter die Prüfung bei diesen Werten, bietet dieser einen angemessenen Schutz gegen die Inselbildung. **Tabelle 2** beschreibt weitere

Prüfbedingungen der Wechselrichter, **Tabelle 3** gibt die Auslöseeinstellungen an. In **Bild 1** wird die Prüfschaltung gezeigt, nach der die Prüfung durchgeführt wird.



**Bild 1:** Prüfschaltbild für die Inselbildungserfassungsfunktion

## AUSLÖSEEINSTELLUNGEN

Parameter	Größe	Zeitpunkt S
Überspannung	115 % der Niederspannung	2
Unterspannung	85 % der Nennspannung	2
Überfrequenz	1,5 Hz über der Nennfrequenz	1
Unterfrequenz	1,5 Hz unter der Nennfrequenz	1

**Tabelle 3:** Auslöseeinstellungen der Hersteller

Das Prüfverfahren dient der Bewertung einer Inselbildungs-Erfassungseinrichtung. In diesem Schaltbild erfolgt die Umsetzung mit einem Relais. Dabei wird ein Resonanzkreis aufgebaut, der an den Ausgang des PV-Systems angepasst ist. Da der EUT in diesem Fall selbst keine Fähigkeit der Erzeugung hat, ist eine gesonderte Wechselstromquelle zu verwenden, welche die EUT-Seite des Schalters S1 versorgt (Bild 1). Diese Wechselstromquelle muss die Bemessungsleistung zur Verfügung stellen, die durch die EUT-Bemessung vorgegeben ist. Wenn der EUT durch Steuerung der Wechselstromquelle das Inselbildungs-Erfassungsmerkmal beeinflusst, dann muss der Prüfaufbau eine entsprechende Funktionalität in der Wechselstromquelle und der

Verbindung zwischen der Quelle und dem EUT haben.

## Dokumentation

Nach Abschluss der Prüfungen ist eine entsprechende Dokumentation anzufertigen. In dieser Dokumentation sind Angaben über die Spezifikationen des Wechselrichters zu vermerken. Unter anderem zählen dazu die maximale Ausgangsleistung, Wechselstrom- und Gleichstromwerte, sowie Auslöseeinstellungen. Selbstverständlich sind auch die erarbeiteten Messergebnisse einzutragen.

Das Blockschaltbild der Prüfschaltung ist beizufügen. Spezifikationen der Prüfeinrichtung, wie z. B. Spannungs-/Strombereich bei Gleichstromquellen, Ausgangsanschlüsse

und Ausgangskapazität bei Wechselstromquellen, sowie die Spannungsstabilität erläutern noch detailliertere Eigenschaften zu den Prüfeinrichtungen.

Weitestgehend müssen Einzelheiten zum Prüfaufbau oder dem Prüfverfahren, wie das Erreichen der festgelegten Lastbedingungen und der EUT-Ausgangsbedingungen dokumentiert werden. Zuletzt sind noch alle weiteren Angaben, die durch die Akkreditierung des Prüflabors gefordert sind, festzuhalten.



## LINKS

Demoversion von DIS, dem Dokumenten-Informationen-System für Technische Regeln:  
<http://demo.bfe.de/dis>



## DOWNLOADS

Aufstellung der Normen, Entwürfe und Spezifikationen, die speziell für PV-Anwendungen entwickelt wurden: [www.dke.de](http://www.dke.de)

## AUTOR

**Dirk Maske**  
BFE Oldenburg