

	DIN IEC 62116 (VDE 0126-2)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 27.160		
Einsprüche bis 2006-05-31		
Entwurf		
Prüfverfahren für Maßnahmen zur Verhinderung der Inselbildung für Versorgungsunternehmen in Wechselwirkung mit Photovoltaik-Wechselrichtern (IEC 82/402/CD:2005)		
Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters (IEC 82/402/CD:2005)		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 40 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 82/402/CD:2005 „Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
—	IEC 61836-1:1997	—	—
—	IEC 61836-2:2000	—	—
—	IEC 62109: in Vorbereitung	—	—

**Prüfverfahren für Maßnahmen zur Verhinderung der Inselbildung für
Versorgungsunternehmen in Wechselwirkung mit Photovoltaik-Wechselrichtern**

Inhalt

	Seite
Einleitung	6
1 Zweck	7
2 Anwendungsbereich	7
3 Normative Verweisungen	7
4 Begriffe	7
5 Prüfschaltung	8
6 Prüfausrüstung	10
6.1 Messgeräte	10
6.2 Gleich- und Wechselstromquelle	10
6.3 Wechselstromlasten	11
7 Prüfverfahren	12
7.1 Prüfung von ein- oder mehrphasigen Wechselrichtern	12
7.2 Kriterien für Annahme/Rückweisung	14
8 Dokumentation	14
Anhang A (informativ) Für PV-Anlagen geltende Inselbildung	17
A.1 Einleitung	17
A.2 Einfluss der Verzerrung auf die Inselbildung	18
Anhang B (informativ) Prüfung für eine unabhängige Inselbildungs-Erfassungseinrichtung (Relais)	19
B.1 Einleitung	19
B.2 Prüfschaltung	19
B.3 Prüfeinrichtung	19
B.3.1 Eingangs-Wechselstromquelle	19
B.4 Prüfverfahren	20
B.5 Dokumentation	20
Anhang C (informativ) Schätzung des Ergebnisses von Q_F unter Versorgungsbedingungen in Japan	21
C.1 Einleitung	21
C.2 Ergebnisschätzung des Q_F -Wertes	21
Bild 1 – Prüfschaltung für die Inselbildungserfassungsfunktion in einer Einrichtung zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität (Wechselrichter)	10
Bild B.1 – Prüfschaltung für eine unabhängige Inselbildungs-Erfassungseinrichtung (Relais)	19
Bild C.1 – Q_F -Frequenzverteilung zur Anlagenanzahl	21
Bild C.2 – Q_F -Frequenzverteilung zur Anlagenanzahl	22

Bild C.3 – Beziehung zwischen Q_f und akkumuliertem Verhältnis von Anlagenanzahl und Anlagenkapazität.....	23
Tabelle 1 – Parameter, die in Echtzeit zu messen sind	9
Tabelle 2 – Spezifikation des Array-Simulators (Prüfbedingungen).....	11
Tabelle 3 – Prüfbedingungen PV-Array.....	11
Tabelle 4 – Anforderungen an die Wechselstromquelle	11
Tabelle 5 – Prüfbedingungen	12
Tabelle 6 – Last-Unsymmetrie (Wirklast, Blindlast) für die Prüfbedingung A (100 %).....	13
Tabelle 7 – Spezifikation des EUT (Beispiel) nach der Spezifikation eines Lieferanten entsprechend dem Datenblatt des Herstellers	14
Tabelle 8 – Zusammenstellung der geprüften Bedingungen und der Weiterlaufzeiten (% der EUT-Bemessung) (Beispiel)	15
Tabelle 9 – Spezifikation der Prüfeinrichtung (Beispiel).....	16
Tabelle C.1 – Q_f -Wert für das akkumulierte Verhältnis von Anlagen und Kapazität.....	22

Einleitung

Inselbildung ist ein Zustand, bei dem ein Teil eines Stromversorgungsnetzes, sowohl Belastung und Erzeugung, vom Übrigen des Stromversorgungsnetzes getrennt ist. Mit derartigen Betriebszuständen haben die Stromversorgungsunternehmen (Versorgungsunternehmen) regelmäßig zu kämpfen. Wenn eine Insel absichtlich von einem steuernden Versorgungsunternehmen erzeugt wird – beispielsweise, um große Abschnitte des Versorgungsnetzes abzuschalten – so wird dies als beabsichtigte Insel bezeichnet. Im Gegensatz dazu kann eine unbeabsichtigte Insel erzeugt werden, wenn ein Segment eines Versorgungsnetzes, welches nur kundeneigene Erzeugung und Belastung enthält, von der Netzsteuerung getrennt ist.

Üblicherweise erfordert die kundeneigene Erzeugung das Erkennen, dass die versorgungsseitig gesteuerte Erzeugung nicht besteht und die Speisung des Netzes eingestellt ist. Wenn jedoch die Erzeugung und Belastung vor dem Ereignis des Abschaltens gut ausgeglichen sind, liefert das Versorgungsunternehmen eine kleine Leistung an das Netzsegment und erschwert damit die Erfassung, ob eine Abschaltung erfolgt ist. Die kundenseitigen Einrichtungen können beschädigt werden, wenn die Erzeugung in der Insel, die nicht mehr unter der Steuerung des Versorgungsunternehmens steht, außerhalb der üblichen Bedingungen für Spannung und Frequenz arbeitet. Die Einrichtungen des Kunden und des Versorgungsunternehmens können beschädigt werden, wenn das Hauptnetz unsynchronisiert wieder auf die Insel zurückgeschaltet wird. Die unter Spannung stehenden Leitungen innerhalb der Insel stellen eine Gefährdung durch elektrischen Schlag für nichtsaahende Leitungsmonteure dar, die glauben, dass die Leitungen freigeschaltet sind.

Die Photovoltaik-Industrie hat Schrittmacherarbeit bei der Entwicklung des Nachweisens einer Inselbildung und für Verhütungsmaßnahmen geleistet. Um die Besorgnisse der Stromversorgungsunternehmen zu befriedigen, besitzen kommerziell verfügbare netzverbundene PV-Wechselrichter eine Vielzahl realisierter Techniken gegen die Inselbildung. Ebenso hat die Industrie Prüfverfahren entwickelt, um die Wirksamkeit dieser Techniken gegen die Inselbildung nachzuweisen; diese Verfahren sind Gegenstand dieser Norm.

Die vorliegende Norm enthält ein abgestimmtes Prüfverfahren für die Bewertung der Verhütungsmaßnahmen gegen die Inselbildung, die in der Einheit zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität von netzverbundenen PV-Anlagen realisiert sind. Es ist zu beachten, dass dieses Schriftstück spezifisch für Wechselrichter in PV-Anlagen gilt, jedoch können Aufbau und Verfahren auch zur Bewertung von Wechselrichtern herangezogen werden, die im Zusammenhang mit anderen Erzeugungsquellen eingesetzt werden, oder auch zur Bewertung gesonderter Einrichtungen gegen die Inselbildung, die in Verbindung mit PV-Wechselrichtern oder anderen Erzeugungsquellen eingesetzt werden und die für diese Quellen als oder unterstützende Einheiten gegen die Inselbildung wirken.

Wechselrichter und andere Einrichtungen, welche die Anforderungen dieser Norm erfüllen, können als nicht-inselbildend angesehen werden, was unter annehmbaren Bedingungen bedeutet, dass die Einrichtung Inselbedingungen feststellt und die Speisung eines öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzes einstellt.

1 Zweck

Der Zweck dieser Norm besteht in der Beschreibung von Prüfverfahren für die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Verhütungsmaßnahmen gegen Inselbildung, die im Zusammenhang mit netzverbundenen PV-Anlagen angewendet werden.

2 Anwendungsbereich

Dieses Schriftstück beschreibt einen Leitfaden für die Prüfung der Leistungsfähigkeit von automatischen Verhütungsmaßnahmen gegen Inselbildung, die in oder im Zusammenhang mit ein- oder mehrphasigen interaktiven PV-Wechselrichtern von Versorgungsunternehmen installiert und an das Versorgungsnetz angeschlossen sind. Die beschriebenen Prüfverfahren und -kriterien sind Mindestanforderungen, die eine Wiederholbarkeit zulassen. Zusätzliche Anforderungen oder strengere Kriterien können festgelegt werden, wenn ein nachweisbares Risiko gezeigt werden kann.

Dieses Schriftstück kann für andere Typen netzverbundener Anlagen angewendet werden (z. B. auf Wechselrichter gestützte Mikroturbinen und Brennstoffzellen, Induktions- und Synchronmaschinen). Für andere als auf Wechselrichter gestützte PV-Systeme kann eine technische Überprüfung erforderlich sein.

3 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 61836-1:1997, *Solar photovoltaic energy systems – Terms and symbols*

IEC 61836-2 (Working Draft):2000-10, *Solar photovoltaic energy systems – Part 2: Terms and symbols*

IEC 62109 (Working Draft), *Electrical safety of Statistic Inverters and Charge Controllers for Use in Photovoltaic Power Systems*

4 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in IEC 61836 angegebenen und die folgenden Begriffe.

4.1

PV-Arraysimulator

Gleichstromquelle, die zur Nachbildung des Ausgangs eine PV-Arrays verwendet wird

4.2

EUT

Abkürzung für zu prüfende Einrichtung (en: EUT – Equipment Under Test). EUT bedeutet Wechselrichter oder Einrichtung gegen Inselbildung, mit dem bzw. der die Prüfungen durchgeführt werden

4.3

MPPT

Abkürzung für Nachführen auf den Punkt der maximalen Leistung (en: MPPT – Maximum Power Point Tracking). MPPT ist eine Steuerstrategie für PV-Arrays, die angewendet wird, um die Ausgangsleistung des Systems unter den vorherrschenden Bedingungen möglichst hoch werden zu lassen

4.4

Insel

ein Zustand in einem Stromversorgungsnetz, welches Erzeugung und Belastung enthält, in dem der vom Systems getrennte Rest weiterhin versorgt wird. Die Erzeugung und die Lasten können jede Kombination aus kundeneigenen und versorgereigenen Einrichtungen sein

4.5

beabsichtigte Insel

eine Insel, die absichtlich erzeugt wird, üblicherweise um das von einer Störung beeinflusste Versorgungsnetz wieder mit Strom zu versorgen oder um die Versorgung aufrechtzuerhalten. Die Erzeugung und die Lasten dürfen mit jeder Kombination von kundeneigenen und versorgereigenen Einrichtungen erfolgen, jedoch gibt es für diese Situation eine unausgesprochene oder ausdrückliche Vereinbarung zwischen dem steuernden Versorgungsunternehmen und den Bedienungspersonen in der kundeneigenen Erzeugungsstelle

4.6

unbeabsichtigte Insel

ein Inselzustand, in dem die Erzeugung innerhalb der Insel, die als abgeschaltet angenommen wird, weiter fortgesetzt wird

4.7

Weiterlaufzeit

t_R

die Dauer, für die der Zustand einer unbeabsichtigten Insel existiert. Die Weiterlaufzeit (en: run-on time) ist definiert als die Zeitspanne zwischen dem Öffnen des Schalters S1 (Bild 1) und dem Fortfall des Ausgangsstromes der EUT

4.8

Güte

Q_f

ein Maß für die Resonanzfestigkeit der Inselbildungsprüflast

ANMERKUNG In einem Parallelresonanzkreis, wie einer Last an einem Stromversorgungssystem ist

$$Q_f = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

Dabei ist

Q_f die Güte;

R der Wirklastwiderstand;

C die Blindlastkapazität (einschließlich Parallelkondensatoren);

L die Blindlastinduktivität.

In einem Stromversorgungssystem, in dem die Wirkleistung P und die Blindleistungen P_{qL} für die induktive Last und P_{qC} für die kapazitive Last sind, kann Q bestimmt werden mit:

$$Q_f = \frac{1}{P} \sqrt{P_{qL} \cdot P_{qC}}$$

Dabei ist

P die Wirkleistung, in W;

P_{qL} die induktive Last, in VAR_L;

P_{qC} die kapazitive Last, in VAR_C.

5 Prüfschaltung

Die in Bild 1 gezeigte Prüfschaltung ist anzuwenden. Für dreiphasige Ausgänge sind ähnliche Schaltungen anzuwenden.

Die zu messenden Parameter sind in Tabelle 1 und Bild 1 angegeben. Parameter, die in den Prüfbericht aufzunehmen sind, werden in Abschnitt 8 (Dokumentation) diskutiert.

Tabelle 1 – Parameter, die in Echtzeit zu messen sind

Parameter	Symbol	Einheiten
Gleichstromeingang des EUT ^{1, 2)}		
Gleichspannung	U_{DC}	V
Gleichstrom	I_{DC}	A
Gleichleistung	P_{DC}	W
Wechselstromausgang des EUT		
Wechselspannung ^{2, 3, 4)}	U_{EUT}	V
Wechselstrom ^{2, 3, 4)}	I_{EUT}	A
Wirkleistung ²⁾	P_{EUT}	W
Blindleistung ²⁾	P_{qEUT}	Var
Wellenform der Spannung ^{3, 4, 5, 6)}		
Wellenform des Stromes ^{3, 4, 5, 6)}		
Steuersignal am EUT-(Relais-)Ausgang ³⁾		
Weiterlaufzeit ⁷⁾	t_R	s
Prüflast ²⁾		
Widerstandslaststrom	I_R	A
Induktiver Laststrom	I_L	A
Kapazitiver Laststrom	I_C	A
Wechselstromquelle (Versorgungsunternehmen) ²⁾		
Wirkleistung (Versorgungsunternehmen)	P_{AC}	W
Blindleistung (Versorgungsunternehmen)	P_{qAC}	Var
Strom (Versorgungsunternehmen)	I_{AC}	A
¹⁾ Wenn anwendbar. ²⁾ Die gemessenen Werte sind aufzuzeichnen, bevor Schalter S1 geöffnet wird. Empfohlen wird eine Mittelungszeit von 1 s bei einer Abtastrate von ≥ 10 kHz. ³⁾ Die Ansprechdauer der Spannungs- und Stromwandler muss kleiner als 1 ms sein. ⁴⁾ Die Wellenform, Wechselspannung und -strom sind an allen Phasen zu messen. ⁵⁾ Die Wellenformdaten müssen vom Beginn der Inselbildungsprüfung bis zum Fortfall des Ausgangssignals des EUT aufgezeichnet werden. Alternativ darf ein Wellenform-Monitor verwendet werden, der für die Erfassung und Berechnung der Weiterlaufzeit ausgelegt ist. Die Messunsicherheit für die Messung der Zeit muss in jedem Fall kleiner als 1 ms sein. ⁶⁾ Beim Aufzeichnen der Wellenform kann gleichzeitig das Synchronsignal des Öffnens von S1 und das Stopp-Signal der Einrichtung zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität aufgezeichnet werden. ⁷⁾ Die Weiterlaufzeit ist definiert als die Zeitspanne zwischen dem Öffnen des Schalters S1 und dem Fortfall des Ausgangsstromes des EUT.		

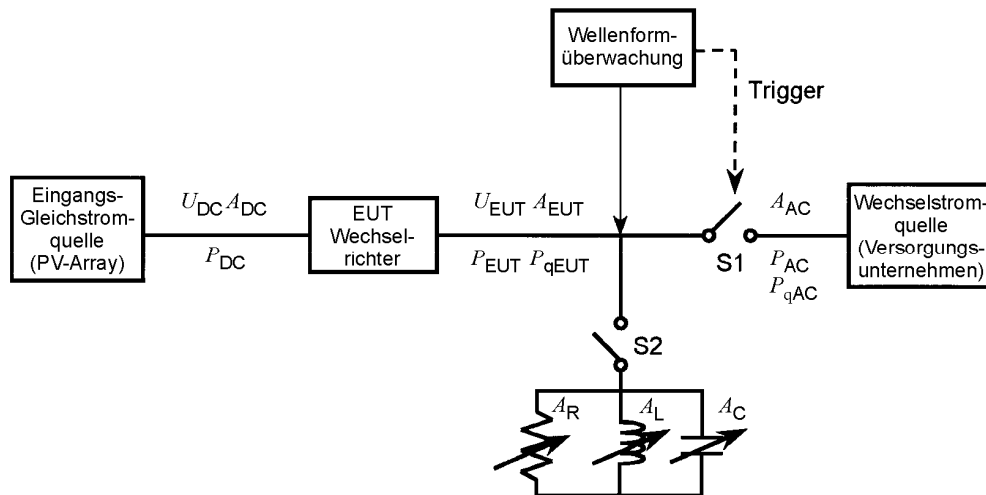


Bild 1 – Prüfschaltung für die Inselbildungserfassungsfunktion in einer Einrichtung zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität (Wechselrichter)

6 Prüfausrüstung

6.1 Messgeräte

Für die Messung dürfen analoge oder digitale Messgeräte eingesetzt werden. Die Messunsicherheit der Messgeräte muss 1 % oder besser sein.

Die Wellenform muss mit einer Einrichtung mit Speicherfunktion gemessen werden, beispielsweise mit einem Speicher- oder Digitaloszilloskop oder einem sehr schnellen Datenerfassungssystem. Die Wellenformmessung/Erfassungseinrichtung muss die Wellenform von Beginn der Inselbildungsprüfung bis zu dem Zeitpunkt aufzeichnen können, an dem der EUT die Versorgung der Insel beendet. Bei Mehrphasen-EUT sind alle Phasen zu überwachen.

6.2 Gleich- und Wechselstromquelle

Es kann ein PV-Array oder ein PV-Array-Simulator verwendet werden. Wenn der EUT bei Netzanschluss aus einer Speicherbatterie arbeiten kann, darf die Gleichstromquelle, die die Batterie nachbildet, nicht die begrenzende Einrichtung für den maximalen Eingangsstrom des EUT sein.

6.2.1 Gleichstromquelle

a) PV-Array-Simulator

Eine Einheit, die direkt von der photovoltaischen Quelle gespeist werden soll, muss von einer Stromquelle gespeist werden, die die Strom-Spannungs-Kennlinie und das Zeitverhalten eines photovoltaischen Arrays nachbildet. Die Prüfungen sind bei der Eingangsspannung durchzuführen, mit der die ungünstigsten Bedingungen erzeugt werden, und der Strom muss auf das 1,5fache des photovoltaischen Bemessungseingangsstromes begrenzt werden, sofern in den Prüfanforderungen nicht anders festgelegt.

Empfohlen wird ein PV-Array-Simulator, jedoch darf jede Stromquelle zum Einsatz kommen, sofern sie keinen Einfluss auf die Prüfergebnisse hat.

Die Gleichstromquelle muss die Spannung und den Strom zur Verfügung stellen können, die in den Prüfanforderungen nach Abschnitt 7 gefordert werden.

Tabelle 2 – Spezifikation des Array-Simulators (Prüfbedingungen)

Betreff	Bedingungen
Ausgangsleistung	Bemessungsausgangsleistung des EUT
Ansprechgeschwindigkeit	Etwa 1 ms
ANMERKUNG Die Ansprechgeschwindigkeit ist angegeben, um einen Einfluss vom MPPT-Steuersystem, Welligkeitsfrequenz an der Gleichstromseite eines Prüflings oder aktive Verfahren der Anti-Inselbildung zu vermeiden.	
ANMERKUNG Für die Anwendung dieser Norm wird angenommen, dass die Zellentechnologie keinen Einfluss auf die Feststellung der Inselbildung hat.	

b) Strombegrenzte Gleichstromquelle mit Reihenwiderstand

Die als Eingangsquelle für den EUT verwendete Gleichstromquelle muss die maximale Eingangsleistung des EUT bei der kleinsten und größten Eingangsbetriebsspannung des EUT bereitstellen können.

Der Reihenwiderstand sollte so ausgewählt werden, dass ein U - I -Anstieg erzeugt wird, der dem des vorgesehenen PV-Arrays ähnlich ist: für die Bestimmung des U - I -Anstieges ist eine Anzahl von Modulen in Reihenschaltung anzunehmen und der Spannungsfall bei voller Leistung ist zu schätzen.

c) PV-Array

Es ist unbedingt zu beachten, dass bei Verwendung eines PV-Arrays die Ausgangsleistung schwanken kann.

Tabelle 3 – Prüfbedingungen PV-Array

Betreff	Bedingungen
Ausgangsleistung	Ausreichend für Prüfzwecke
Klimatische Bedingungen	Bestrahlungsstärke, Umgebungstemperatur usw.
Zum Erreichen einer symmetrischen Lastbedingung muss die Ausgangsleistung des PV-Arrays stabil sein. Es ist also wichtig, die Prüfung nur während Zeitspannen mit stabiler Bestrahlungsstärke durchzuführen (d. h. klarer Himmel, etwa Sonnenhöchststand).	

6.2.2 Wechselstromquelle

Die Ausgangsspannung und -frequenz der Wechselstromquelle muss auf jede in Tabelle 4 festgelegte Bedingung einstellbar sein.

Tabelle 4 – Anforderungen an die Wechselstromquelle

Betreff	Bedingungen
Spannung	Nennwert $\pm 2 \%$
Gesamt-Oberschwingungsverzerrung der Spannung	$< 2,5 \%$
Frequenz	Nennwert $\pm 0,1 \%$
Phasenwinkelabstand ¹⁾	$120^\circ \pm 1,5^\circ$
¹⁾ Nur bei drei Phasen.	

6.3 Wechselstromlasten

Auf der Wechselstromseite des EUT, müssen einstellbare(r) Widerstand, Kapazität und Induktivität parallel als Lasten zwischen dem EUT und der Wechselstromquelle angeschlossen werden.¹⁾

¹⁾ In Anhang B wird eine freigestellte Prüfung mit Motorlast angegeben.

Alle Wechselstromlasten müssen dafür ausgelegt und für alle Prüfbedingungen einstellbar sein.

7 Prüfverfahren

7.1 Prüfung von ein- oder mehrphasigen Wechselrichtern

Die folgende Prüfung ist für EUT ausgelegt, die aus einem Einphasen- oder Mehrphasen-Wechselrichter bestehen.²⁾ Für diese Prüfung wird eine *RLC*-Last verwendet, die bei der Nennfrequenz des EUT (50 Hz oder 60 Hz) in Resonanz und an die Ausgangsleistung des EUT angepasst ist. Bei Mehrphasen-EUT muss die Last symmetrisch für alle Phasen sein und der Schalter S1 muss alle Phasen ausschalten.³⁾

Diese Prüfung muss unter den folgenden Lastbedingungen und EUT-Ausgangsbedingungen durchgeführt werden, wobei beide Werte als Prozentsatz des vollen Ausgangsbemessungswertes des EUT angegeben werden.

Tabelle 5 – Prüfbedingungen

Bedingung	EUT-Ausgangsleistung P_{EUT}
A	100 % bis 105 % ¹⁾
B	50 % bis 66 %
C	25 % bis 33 % ²⁾
¹⁾ Oder maximal zulässiger Ausgangswert, falls kleiner als 100 %.	
²⁾ Oder kleinster zulässiger Ausgangswert, falls größer als 33 %.	

- Die nach Tabelle 5 anzuwendende EUT-Prüfausgangsleistung P_{EUT} ist zu bestimmen. Die Prüfbedingungen A, B und C dürfen in jeder für die Prüfung geeigneten Reihenfolge angewendet werden.
- Der EUT ist bei der ausgewählten P_{EUT} durch Einstellung der Gleichstromeingangsquelle zu betreiben und die Ausgangsblindleistung des EUT P_{qEUT} ist zu messen. Der Schalter S1 für die Trennung vom Versorgungsnetz sollte geschlossen sein. Ohne angeschlossene lokale Last (d. h., S2 ist offen, so dass die *RLC*-Last zu diesem Zeitpunkt nicht angeschlossen ist und der EUT mit dem Versorgungsnetz verbunden ist (S1 ist geschlossen), wird der EUT eingeschaltet und bei den Ausgangswerten betrieben, die in Schritt a) bestimmt worden sind. Am Messpunkt sind die Wirk- und Blindleistung zu messen. Die Wirkleistung sollte gleich P_{EUT} sein. Die in diesem Schritt gemessene Blindleistung wird als P_{qEUT} bezeichnet.
- Der EUT ist auszuschalten und der Schalter S1 ist zu öffnen.
- Der *RLC*-Kreis ist nach den folgenden Schritten so einzustellen, dass sich $Q_f = 1,0^{4)}$ ergibt:
 - Die Größe des Blindwiderstandes ist mit der Beziehung $P_{\text{qL}} = Q_f \cdot P_{\text{EUT}}$ zu bestimmen, die für den *RLC*-Resonanzkreis erforderlich ist.
 - Als erstes Element ist die Spule an den *RLC*-Kreis anzuschließen. Die Induktivität ist auf P_{qL} einzustellen.
 - Parallel zur Spule ist ein Kondensator zu schalten. Der kapazitive Blindwiderstand ist so einzustellen, dass sich $P_{\text{qC}} + P_{\text{qL}} = -P_{\text{qEUT}}$ ergibt.

²⁾ In Anhang B wird die Prüfung für eine unabhängige Inselbildungs-Erfassungseinrichtung (Relais) beschrieben.

³⁾ Der Ausfall einer Phase in einem Dreiphasennetz ist keine Inselbildung.

⁴⁾ Siehe Anhang C „Schätzung des Ergebnisses von Q_f unter Versorgungsbedingungen in Japan“.