

Eigenschaften der Netzschnittstelle für
photovoltaische (PV) Systeme
(IEC 82/266/CD:2001)

DIN
IEC 61727

Einsprüche bis 2002-01-31

ICS 27.160

Characteristics of the utility interface for photovoltaic (PV) systems
(IEC 82/266/CD:2001)

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61727:1996-12

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 an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Das internationale Schriftstück IEC 82/266/CD:2001-07 „IEC 61727: Characteristics of the utility interface for photovoltaic (PV) systems“ ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden.

Fortsetzung Seite 2 bis 26

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält eine nicht autorisierte deutsche Übersetzung des internationalen Norm-Entwurfs [Committee Draft (CD)] IEC 82/266/CD:2001 IEC 61727: Characteristics of the utility interface for photovoltaic (PV) systems,“.

Der Internationale Entwurf wurde vom TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und als CD herausgegeben. Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene entstandener Internationaler Norm-Entwurf im Schlusstadium [Final Draft International Standard (FDIS)] zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Abstimmung gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 2 Monate beträgt, und zum FDIS 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 Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61727:1996-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Anschluss von PV-Systemen an das öffentliche Netz mit dem Ziel der Harmonisierung der weltweit bestehenden Anforderungen eingearbeitet.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60555-2:1982	–	–
–	IEC 60555-3:1982	–	–
EN 61173:1994	IEC 61173:1992	DIN EN 61173:1996-10	–

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61277:1995	IEC 61277:1994	DIN EN 61277:1996-10	–
–	IEC 61836:2001	–	–
–	CIGRE 123:1992	–	–
–	IEEE 929	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise

DIN EN 61173, *Überspannungsschutz für photovoltaische (PV) Stromerzeugungssysteme – Leitfaden* (IEC 61173:1992); Deutsche Fassung EN 61173:1994.

DIN EN 61277, *Terrestrische photovoltaische (PV-) Stromerzeugungssysteme – Allgemeines und Leitfaden* (IEC 61277:1995); Deutsche Fassung EN 61277:1998.

Deutsche Übersetzung

Eigenschaften der Netzschnittstelle für photovoltaische (PV) Systeme

Inhalt	Seite
Einleitung	6
1 Zweck	6
2 Anwendungsbereich	6
3 Normative Verweisungen	6
4 Begriffe	7
5 Energiequalität	8
5.1 Betriebsspannung, Strom und Leistung	8
5.2 Betrieb mit Normalspannung	8
5.2.1 Kleine Systeme (≤ 10 kW)	9
5.2.2 Systeme mit einer Leistung von mehr als 10 kW	9
5.3 Spannungsschwankungen	9
5.4 Frequenz	9
5.5 Oberschwingungen (siehe IEC 60555-2)	9
5.6 Verzerrung der Kurvenform	10
5.7 Leistungsfaktor	11
5.8 Leistungsfaktor	11
6 Schutzeinrichtungen des PV-Systems und Personenschutz	11
6.1 Ausfall der Netzspannung	11
6.2 Verhalten bei außergewöhnlichen Netzzuständen	11
6.3 Über- oder Unterspannung und Über-/Unterfrequenz	12
6.3.1 Über-/Unterspannung (siehe IEC 60555-3)	12
6.3.2 Spannungsstörungen	12
6.3.3 Über-/Unterfrequenz	12
6.3.4 Frequenzstörungen	12
6.3.5 Schutz gegen Inselbildung	13
6.4 Wiederkehr der Netzspannung	13
6.4.1 Wiederanschluss nach einer Störung des öffentlichen Netzes	13
6.5 Einspeisung von Gleichstrom	13
6.6 Erdung	13
6.7 Schutz gegen Überspannungsstoß	13
6.8 Kurzschlusschutz	13
6.9 Sicherheitstrennung	14
6.10 Trennschalter an der Schnittstelle zum öffentlichen Netz	14
Anhang A (informativ) PV-Systeme und Schnittstelle 15	
Anhang B (informativ) PV-Wechselrichter und Schnittstelle zum öffentlichem Netz	17
Anhang C (informativ) Trennschalter und Anwendungsverfahren	20
Anhang D (informativ) Inselbildung bei PV-Anlagen	21
Anhang E (informativ) PV-Wechselrichter bei Fehlerzuständen im öffentlichen Netz	23
Anhang F (informativ) Zweckgebundene Verteilungstransformatoren	26

Bilder

Bild 1 – Blockschaltbild eines netzgekoppelten PV-Systems mit Sicherheitstrennschalter	14
Bild A.1 – Blockschaltbild eines PV-Energiesystems mit Schnittstelle	15
Bild A.2 – Hauptfunktionselemente, Teilsysteme und Leistungsflussdiagramm einer PV-Energieerzeugungsanlage	16
Bild E.1	23
Bild E.2	24
Bild E.3	25

Tabellen

Tabelle 1 – Empfehlungen für Grenzwerte der Verzerrungen nach IEEE 519-1992 für Sechspuls-Wechselrichter	10
Tabelle 2 – Verhalten bei außergewöhnlichen Spannungen	12

Einleitung

Diese Norm enthält Richtlinien für Einrichtungen und Funktionen, die zum Parallelbetrieb photovoltaischer Systeme zum elektrischen Versorgungsnetz erforderlich sind. Dabei werden Aspekte wie die Sicherheit von Personen, der Schutz der Einrichtung, die Energiequalität und der Betrieb des Versorgungsnetzes behandelt.

1 Zweck

In diesem Dokument werden die Anforderungen für den Anschluss von PV-Systemen an das öffentliche Netz mit dem Ziel der Harmonisierung der weltweit bestehenden Anforderungen festgelegt.

2 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für PV-Energieerzeugungssysteme, die parallel zum öffentlichen Netz betrieben werden und statische (Halbleiter-) Wechselrichter zur Umwandlung von Gleich- in Wechselstrom nutzen. Es werden Empfehlungen für Systeme mit einem Bemessungswert von 10 kW oder weniger gegeben, wie sie beispielsweise für einzelne Wohnhäuser verwendet werden. Dabei wird zwischen einphasigen und dreiphasigen Systemen unterschieden.

Systeme mittlerer Größe mit Leistungen von 10 kW bis 500 kW arbeiten nach den gleichen Richtlinien wie kleine Systeme. Abhängig vom Einfluss des PV-Systems auf den Teil des Versorgungssystems, an den es angeschlossen ist, können von den Versorgungsunternehmen einstellbare Sollwerte oder andere Verbrauchermerkmale gefordert werden.

Große Systeme mit einer Leistung von mehr als 500 kW können abhängig vom Einfluss des PV-Systems auf den Teil des öffentlichen Netzes, an den es angeschlossen ist, verschiedene Normleistungsmerkmale sowie Verbraucheranforderungen miteinander verbinden. Bei diesen Systemen ist ein größerer Entwicklungsumfang für die Netzschnittstelle durch den Verbraucher zu erwarten, da die Größe des PV-Systems in Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit des öffentlichen Netzes wächst.

ANMERKUNG Die Anforderungen an die Schnittstelle können sich ändern, wenn Speichersysteme einbezogen werden oder Steuersignale für den Betrieb des PV-Systems vom öffentlichen Netz geliefert werden.

3 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 60555-2:1982, *Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment – Part 2: Harmonics*.

IEC 60555-3:1982, *Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment – Part 3: Voltage fluctuations*.

IEC 61173:1992, *Overvoltage protection for photovoltaic (PV) power generating systems – Guide*.

IEC 61277:1994, *General description of photovoltaic (PV) power generation systems (in Vorbereitung)*.

IEC 61836:2001, *Glossary*.

CIGRE 123:03.1992, *Equipment producing harmonics and conditions governing their connection to the main power supply*.

IEEE 929, *Recommended practice for the utility interface of photovoltaic (PV) systems*.

4 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten folgende Begriffe.

4.1

PV-Generatorfeld

Summe aller zusammengeschalteten photovoltaischen Solarzellenmodule innerhalb eines bestimmten Systems (siehe IEC 61277)

4.2

Gleichstromschnittstelle

Verbindungen zwischen dem PV-Generatorfeld und dem Eingang des Teilsystems zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität

4.3

Elektrizitätsversorgungsunternehmen

im Allgemeinen ein Unternehmen, das die Verantwortung für die Errichtung, den Betrieb und die Wartung von Hauptstromversorgungs- und -verteilungssystemen trägt (siehe IEC 61277)

4.4

Speichersystem

Teilsystem, in dem elektrische Energie gespeichert wird

4.5

Teilsystem zur elektromechanischen Sicherheitstrennung, Steuerung und Überwachung

Teilsystem, das die Bedingungen im öffentlichen Netz überwacht und einen elektromechanischen Sicherheitstrenner öffnet, wenn die Grenzbedingungen nicht eingehalten werden

4.6

Trennschalter an der Schnittstelle zum öffentlichen Netz

Schalter an der Schnittstelle zwischen dem PV-System und dem öffentlichen Netz

4.7

Photovoltaisches System (PV-System)

System, das Licht direkt in elektrische Energie in einer Form umwandelt, die für die Anwendung der vorgesehenen Last geeignet ist

4.8

Teilsystem zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität

Teilsystem, das die Gleichstromleistung des PV-Generatorfeldes in Wechselstrom umwandelt, der den Anforderungen des elektrischen Versorgungsnetzes entspricht

4.9

Wechselrichter

Gerät, das Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt

Synonym: Stromrichter

jeder Stromrichter mit Steuer-, Schutz- und Filterfunktionen, der zum Anschluss einer elektrischen Energiequelle an ein Elektrizitätsversorgungsnetz benutzt wird. Andere Benennungen sind Teilsystem zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität, Leistungsumsetzer, Halbleiter-Stromrichter oder Einheit zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität

ANMERKUNG Da der Wechselrichter ein integriertes Bauteil ist, muss er vom öffentlichen Netz nur für Wartungszwecke vollkommen getrennt werden. Ansonsten bleiben die Steuerschaltungen unabhängig davon, ob der Wechselrichter PV-Energie an das öffentliche Netz liefert oder nicht, zur Überwachung des Zustands des öffentlichen Netzes mit diesem verbunden. In diesem Dokument wird der Satz "Einstellung der Speisung der Versorgungsleitung" benutzt. Damit

wird bestätigt, dass der Wechselrichter nicht vollkommen vom öffentlichen Netz abgetrennt wird, wenn eine Auslösefunktion wie eine Überspannungsauslösung auftritt. Für die Wartung kann der Wechselrichter vollkommen vom öffentlichen Netz abgetrennt werden, indem ein am öffentlichen Netz erforderlicher Wechselstrom-Trennschalter geöffnet wird.

4.9.1

Wechselrichter mit Verhinderung der Inselbildung

Wechselrichter, der die Speisung der Versorgungsleitung innerhalb von 10 Perioden oder weniger einstellt, wenn eine typische Insellast auftritt, für die eine der folgenden Bedingungen zutrifft

1. Zwischen Wirkleistung der Last und Ausgangsleistung des Wechselrichters besteht eine Fehlanpassung von mindestens 50 % (d. h., die Wirkleistung der Last beträgt weniger als 50 % oder mehr als 150 % Ausgangsleistung des Wechselrichters) oder,
2. der Leistungsfaktor der Insellast beträgt weniger als 0,95 (vor- oder nachteilend)

Wenn die Fehlanpassung zwischen Wirkleistung und Last innerhalb von 50 % liegt UND der Leistungsfaktor der Insellast größer als 0,95 ist, wird ein Wechselrichter mit Verhinderung der Inselbildung die Speisung der Versorgungsleitung innerhalb von 2 s einstellen, wenn die Anschlussleitung einen Gütefaktor von 2,5 oder weniger hat.

Die elektrischen Einrichtungen, die benötigt werden, um elektrische Leistung in eine Form oder Formen umzuwandeln, die für Verwendung geeignet ist (sind) (siehe IEC 61277).

4.10

Schnittstelle zwischen PV-System und Versorgungsunternehmen

Verbindung zwischen dem Teilsystem zur Verbesserung der Netzversorgungsqualität, den örtlichen Wechselstromlasten und dem öffentlichen Netz

4.11

Teilsystem zur Überwachung und Steuerung

Logik- und Steuerschaltungen, die den Gesamtbetrieb des Systems überwachen, indem sie das Zusammenwirken aller Teilsysteme steuern (siehe IEC 61277)

5 Energiequalität

Die Qualität der vom photovoltaischen System an die örtlichen Wechselstromlasten gelieferten Energie und des Anteils, der ins öffentliche Netz geliefert wird, wird durch die praktischen Bedingungen sowie durch Normen bezüglich Spannung, Spannungsschwankungen, Frequenz, Oberschwingungen und Leistungsfaktor geregelt. Abweichungen von diesen Normwerten stellen ein Nichteinhalten der Grenzbedingungen dar und können die Trennung des photovoltaischen Systems vom öffentlichen Netz erfordern.

Wenn nicht anders festgelegt, wird vorausgesetzt, dass alle Qualitätskenngrößen (Spannung, Frequenz, Oberschwingungen usw.) an der Schnittstelle zum öffentlichen Netz gemessen werden.

5.1 Betriebsspannung, Strom und Leistung

Für einen bestimmungsgemäßen Betrieb der örtlichen Wechselstromlasten wird die Betriebsspannung des öffentlichen Netzes in bestimmten Grenzen gehalten, die durch örtliche Bestimmungen vorgeschrieben werden.

Die Spannung des photovoltaischen Systems muss mit dem öffentlichen Netz kompatibel sein.

5.2 Betrieb mit Normalspannung

Netzgekoppelte PV-Systeme regeln nicht die Spannung, sondern sie speisen Strom in das Netz ein. Deshalb wird der Betriebsspannungsbereich für PV-Wechselrichter als Schutzfunktion für außergewöhnliche Betriebsbedingungen des Netzes und nicht als Spannungsregelung gewählt.

Eine große Stromeinspeisung besitzt eindeutig mögliche Auswirkungen auf die Netzspannung. Solange die Stromeinspeisung in eine Netzleitung kleiner bleibt als die Last an dieser Leitung, arbeiten die Einrichtungen