

PV-Stromversorgung nach Norm

ERSATZ FÜR DIE DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712):2006-06 Diese Norm beschreibt die Errichtung von Photovoltaiksystemen, die elektrische Energie in ein öffentliches Stromversorgungsnetz oder in Verbraucheranlagen einspeisen. Die Anforderungen aus dieser Norm gelten für PV-Anlagen, die nicht an ein öffentliches Stromverteilungsnetz oder parallel bzw. alternativ zu einem öffentlichen Stromversorgungsnetz angeschlossen sind. Dabei ist auch eine Kombination der genannten Aufzählungen möglich.



AUF EINEN BLICK

DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712): 2016-10 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme

SCHUTZ DER ANLAGE Bei PV-Anlagen gelten Einschränkungen hinsichtlich der allgemein üblichen Schutzmaßnahmen. Dem Blitzschutz und Potentialausgleich ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen

Die elektrische Anlage eines PV-Systems beginnt bei den PV-Modulen, die mit den vom Hersteller vorgesehenen Anschlusskabeln und -leitungen miteinander verbunden sind. Sie endet am Netzanschlusspunkt des öffentlichen Stromverteilungsnetzes oder an der Verbraucheranlage.

Änderungen zur Vorgängernorm

Der Anwendungsbereich der Norm wurde an den Stand der Technik angepasst und präzi-

siert den Umfang der Anforderungen. Ob und zu welchen Bedingungen Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs) in ein PV-System integriert werden müssen, ist in den Beschreibungen der DIN EN 62305-3 Beiblatt 5 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 5) definiert und diesen gesondert zu entnehmen.

Auf der DC-Seite sind nur noch die Schutzmaßnahmen »Schutz durch Doppelte oder verstärkte Isolierung« und »Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV« erlaubt. Das Anbringen eines Hin-

weisschildes, um auf das Vorhandensein einer PV-Anlage hinzuweisen, ist zwingend vorgeschrieben.

In Gebäuden oder Objekten in denen PV-Anlagen installiert sind, müssen Hinweisschilder auf die Anlagen hinweisen. Dieser Hinweis ist zwingend vorgeschrieben, er darf niemals entfallen.

Einige geläufige Schutzmaßnahmen sind nicht zugelassen

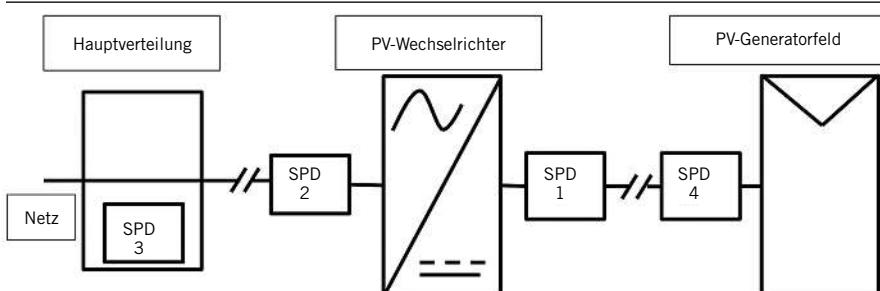
Auch für Photovoltaikanlagen gelten in Bezug auf Schutzmaßnahmen zunächst die Anforderungen aus der DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007-06. Diese Norm behandelt den grundsätzlichen Schutz gegen den elektrischen Schlag. Grundregel zum Schutz gegen den elektrischen Schlag sind die Anforderungen an den Basis- und an den Fehlerschutz.

Explizit für PV-Anlagen gilt auch hierbei, dass elektrische Betriebsmittel auf der Gleichspannungsseite als unter Spannung stehend angesehen werden. Dazu zählen alle Einrichtungen die zum PV-Generatorfeld gehören. Diese Regel gilt auch, wenn die Wechselspannungsseite der Anlage vom Netz oder der Wechselrichter von der Gleichspannungsseite getrennt sind.

Die Schutzmaßnahme des Basisschutzes »Schutz durch Hindernisse« oder »Schutz durch die Anordnung außerhalb des Handbereichs« darf bei Photovoltaikanlagen nicht angewendet werden. Verboten sind ebenfalls die Schutzmaßnahmen »Schutz durch nicht leitende Umgebung«, »Schutz durch den erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich« und die »Schutztrennung für die Versorgung von mehr als einem Verbrauchsmittel«.

Wie schon bei den Änderungen angesprochen, darf auf der Gleichspannungsseite zum Schutz gegen den elektrischen Schlag nur die doppelte oder verstärkte Isolierung

BEISPIEL FÜR DIE INSTALLATION VON SPDs IN VERSCHIEDENEN EINBAUORTEN



	Einbauort 1-4	Einbauort 2	Einbauort 3
SPD ohne Blitzschutz	SPD Typ 2	SPD Typ 2	SPD Typ 2
SPD Blitzschutz mit Trennungsabstand	SPD Typ 2	SPD Typ 2	SPD Typ 2
SPD Blitzschutz ohne Trennungsabstand	SPD Typ 1	SPD Typ 1	SPD Typ 1

und der Schutz durch Kleinspannung (SELV oder PELV) angewendet werden. Dazu müssen alle Betriebsmittel der Schutzklasse II entsprechen und die Spannung auf der Gleichspannungsseite darf 120 V nicht übersteigen.

Thermische Einflüsse – Bränden vorbeugen

Für PV-Anlagen sind die Anforderungen zum Schutz gegen thermische Einflüsse nach der DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420): 2016-02 einzuhalten. Auch hier gelten die anwendbaren nationalen oder örtlichen Forderungen an den Brandschutz. Zum Beispiel ist es nicht zulässig, Wechselrichter und deren Verteilungen in feuergefährdeten Bereichen zu installieren.

Auch für PV-Anlagen gilt, dass durch die abgegebene Wärme eines Betriebsmittels keine Gefahr oder schädliche Auswirkung auf benachbarte Materialien ausgehen darf. Von einer PV-Anlage darf natürlich auch keine Brandgefahr ausgehen.

Häufige Ursache für eine eventuelle Brandgefahr sind dabei Isolationsfehler auf der Gleichstromseite der Anlage. Hier ist es empfohlen, Isolationsfehler so schnell wie möglich zu beseitigen. Um diese Empfehlung umzusetzen, ist eine Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD) zu installieren. Die IMD überprüft den Zustand der Isolierungen auf der Gleichspannungsseite fortlaufend. Sie kann auch innerhalb des Wechselrichters integriert sein.

Schutz bei Überstrom ist wesentlicher Bestandteil

Im PV-Generatorfeld sind bei parallelen PV-Strängen zum Schutz für jeden PV-Strang gegen Überstrom entsprechende Schutzeinrichtungen vorzusehen. Alle parallel angeschlossenen Stränge müssen dabei die gleiche Bemessungsspannung aufweisen. Das bedeutet in der Praxis, dass in jedem Strang die gleiche Anzahl von in Reihe geschalteter Module vorhanden sein muss.

Jeder Strang ist einzeln durch eine Schutzeinrichtung zu schützen. Bei Verwendung von Überstromschutzeinrichtungen auf der Gleichspannungsseite müssen beide Pole geschützt sein. Sperrdioden, die in parallelen PV-Strängen eingesetzt werden, dürfen nicht als Schutz bei Überstrom verwendet werden.

Zur Auslegung des Bemessungsstroms der Überstrom-Schutzeinrichtung für die PV-Versorgungskabel auf der Wechselspannungs-



Bild 1: Hinweisschild auf einem Zählerschrank

seite muss der maximale Ausgangsstrom des Wechselrichters betrachtet werden.

Als maximaler Ausgangsstrom des Wechselrichters gilt zunächst der vom Hersteller des Wechselrichters angegebene maximale Wechselstrom. Wenn keine aussagefähige Angabe des Herstellers vorliegt, ist das 1,1-fache des Wechselrichter-Bemessungswechselstroms anzunehmen.

Zum Schutz vor Kurzschlussströmen sind PV-Versorgungsleitungen auf der Wechselspannungsseite durch Schutzeinrichtungen für den Schutz gegen Kurzschluss oder durch eine Überstromschutzeinrichtung zu schützen.

DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443): 2016-10 eräutert die Anforderungen für den Schutz gegen Überspannungen im Detail. Überspannungen treten infolge atmosphärischer Einflüsse, die über das Stromversorgungsnetz übertragen werden oder durch Blitzeinschläge in einem System auf. Die Entscheidung, ob man in PV-Anlagen Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPDs) integriert, werden durch die Anforderungen der DIN 62305-3 Beiblatt 5 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 5) beschrieben. Dieses Regelwerk empfiehlt, PV-Anlagen gegen Überspannungen zu schützen.

Sollte auf einem Gebäude eine Blitzschutzanlage vorhanden sein, so ist das PV-System zu integrieren, indem die Blitzschutzanlage entsprechend auf das PV-System abgestimmt wird. Dadurch werden Schäden am Gebäude und am PV-System verhindert. Zusätzlich sollen Maßnahmen des inneren

Blitzschutzes Auswirkungen von Blitzeinschlägen und Potentialunterschiede auf und im Gebäude verhindern.

Zugänglichkeit zu sämtlichen Komponenten

Schon bei der Auswahl und Errichtung eines PV-Systems ist eine spätere Zugänglichkeit zu den Komponenten der Anlage sicherzustellen. Es sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen, damit spätere Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten ohne Gefahren ausgeführt werden können.

An jedem Zugangspunkt zu aktiven Teilen auf der Gleichspannungsseite – wie Verteiler und Verbindungsdose – muss eine dauerhafte Kennzeichnung angebracht sein. Diese warnt vor aktiven Teilen, die auch nach der Trennung noch unter Spannung stehen könnten. Zum Beispiel durch den Text: »PV-Gleichspannung – Aktive Teile können nach dem Trennen unter Spannung stehen«

Ein Hinweisschild ist am Speisepunkt der elektrischen Anlage, am Zählerplatz oder am Stromkreisverteiler an der Versorgungsseite des Wechselrichters dauerhaft anzubringen.

Bild 1 zeigt ein Hinweisschild für das Vorhandensein einer PV-Anlage auf einem Gebäude.

Alle Wechselrichter sind mit einer Kennzeichnung zu versehen, die darauf hinweist, dass vor einer Instandhaltungs- oder Wartungsmaßnahme der Wechselrichter auf der Gleichspannungsseite und auf der Wechsel-



Quelle: BFE

Bild 2: Trenneinrichtungen in PV-Anlagen

spannungsseite elektrisch getrennt werden muss.

Kabel- und Leitungssysteme

Bei der Verlegung von Kabel und Leitungen auf der Gleichspannungsseite ist darauf zu achten, dass das Risiko für Erdschlüsse und Kurzschlüsse möglichst gering ist. Diese Forderung lässt sich erreichen durch das Verwenden einadriger Leitungen mit einem nichtmetallischen Mantel oder isolierten einadrigen Leitungen, die in Installationsrohren oder Kabelkanälen verlegt sind. Eine direkte Verlegung von Kabeln und Leitungen auf der Dachoberfläche ist nicht zulässig.

Um induzierte Spannungen durch Blitzeinwirkungen niedrig zu halten, ist die Fläche aller Kabel- und Leiterschleifen zu minimieren. Dies gilt insbesondere bei der Verkabelung der PV-Stränge. Gleichspannungsleitungen und Potentialausgleichsleiter sollten nebeneinander verlegt sein.

Aufgrund direkter Wärmeeinwirkung durch die Module auf die Strangleitungen, ist für die Querschnittsdimensionierung der Leitungen eine Umgebungstemperatur von 70 °C anzunehmen. Die Leitungen der PV-Stränge werden mit Steckverbindungen an den Modulen angeschlossen. Dabei muss jede Steckverbindung elektrisch und mechanisch kompatibel sein und sich für die einwirkenden Umwelteinflüsse eignen.

Verbinder in Bereichen mit Zugänglichkeit für Personen, die nicht Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen sind, müssen von einer bestimmten Bauart sein. Sie dürfen nur mit Hilfe eines Schlüssels

oder Werkzeugs gelöst werden können oder müssen in einem Gehäuse installiert sein, das nur mit Hilfe eines Schlüssels oder eines Werkzeugs geöffnet werden kann.

Schutz der elektrischen Betriebsmittel

In Photovoltaikanlagen sind – wie in anderen elektrischen Anlagen auch – Schalt-, Steuer- und Überwachungsgeräte zu integrieren. Verwendete Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) für den Schutz der PV-Wechselstrom-Versorgungsstromkreise müssen vom Typ B sein. Diese Forderung gilt nicht, wenn der Wechselrichter mindestens eine einfache Trennung zwischen der Wechselspannungs- und der Gleichspannungsseite sicherstellt. Weiterhin kann auf eine RCD verzichtet werden, sobald die Anlage mindestens eine einfache Trennung zwischen dem Wechselrichter und der RCD durch einen Transformator mit getrennten Wicklungen aufweist. Sobald der Hersteller des Wechselrichters keine RCD vom Typ B fordert, kann darauf ebenfalls verzichtet werden. Als Überstrom-Schutzeinrichtungen werden auf der Gleichspannungsseite gPV-Sicherungen, Lasttrennschalter, Leistungsschalter oder Leitungsschutzschalter verwendet.

Für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten am Wechselrichter müssen Einrichtungen zum Trennen des Wechselrichters von beiden Spannungsseiten vorgesehen werden **Bild 2**. Auf der Gleichspannungsseite ist ein Lasttrennschalter oder ein geeigneter Leistungs- oder Leitungsschutzschalter vorzusehen.

Bei der Auswahl einer Trenneinrichtung auf der Wechselspannungsseite ist die Anschlussrichtung der Trenneinrichtung zu beachten. Es ist dabei zu überprüfen, dass das öffentliche Stromversorgungsnetz an den Netzklemmen und der Wechselrichter an den Lastklemmen angeschlossen sind.

Ausführung von Erdungsanlage und Schutzleiter

Erdungsanlagen dürfen für Schutz- und für Funktionszwecke, entsprechend der Anforderungen der elektrischen Anlage, gemeinsam oder getrennt verwendet werden. Die Anforderungen für Schutzzwecke müssen immer Vorrang haben. Ist in einer Anlage ein Erder vorhanden, so ist dieser durch einen Erdungsleiter mit der Haupterdungsschiene zu verbinden.

Sollte ein Potentialausgleich nötig sein, müssen alle Teile einer Metallkonstruktion für die Module und metallische Kabelpitschen miteinander verbunden werden. Der Potentialausgleichsleiter ist dabei an eine geeignete Erdungsklemme anzuschließen. Für Metallkonstruktionen aus Aluminium ist auf geeignete Verbindungseinrichtungen zu achten.

Auf der Gleichspannungsseite wird ein Funktionspotentialausgleich hergestellt. Aktive Leiter des Wechselrichters dürfen nur dann einbezogen werden, wenn zwischen Gleichspannungs- und Wechselspannungsseite eine galvanische Trennung besteht. Dieser Funktionspotentialausgleichsleiter darf nicht grün-gelb gekennzeichnet sein. Der Leitungsquerschnitt beträgt dabei mindestens 4 mm² Cu.

Fazit

Diese Norm beschreibt die Errichtung von Photovoltaikanlagen, die elektrische Energie erzeugen und in ein Netz zum Verbrauch einspeisen. Zusammen mit weiteren Normen aus dem Bereich der DIN VDE 0100 und Produktnormen beschreibt das Regelwerk entscheidende Anforderungen in Bezug auf Anlagen- und Personensicherheit.



www.bfe.de

AUTOR

Dirk Maske,
BFE Oldenburg