



© Bender



Mittels Solarzellen wandeln Photovoltaik-Anlagen Sonnenenergie direkt in elektrische Energie um. Um diesen Vorgang über Jahre hochverfügbar zu halten, empfiehlt sich die Einbindung einer Isolationsüberwachung mit einer Einrichtung zur Isolationsfehlersuche bereits während der Planungsphase.

Sicherheit in PV-Großanlagen

Bender. Für den sicheren Betrieb einer PV-Anlage bietet sich auf der DC-Seite das IT-System mit Isolationsüberwachungseinrichtungen nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 an. Wie die praxismgerechte Umsetzung dieser Norm aussehen kann, zeigt der folgende Anwendungsbericht.

→ Die Sonne möglichst effizient zu nutzen, das ist das Ziel einer Photovoltaik-Anlage. Um die Produktivität möglichst hoch zu halten, sollte eine Abschaltung bei einem ersten Isolationsfehler vermieden werden; gleichzeitig muss die notwendige Personen- und Anlagensicherheit gewährleistet sein.

Der wirtschaftliche, sichere und langjährige Betrieb einer Photovoltaik-Anlage erfordert nicht nur eine Elektroinstallation mit absolut zuverlässigen Komponenten. Auch die richtige Auswahl von Netzform und Schutzmaßnahme trägt wesentlich zu einer hohen Personen- und Anlagensicherheit und somit zu einer positiven Ertragsbilanz und Verkürzung der Amortisationszeit bei.

Eine Photovoltaik-Anlage ist ein Solar-kraftwerk, in dem mittels Photovoltaikzellen Sonnenstrahlung in elektrische Energie umge-

wandelt wird. Je nach Anlagengröße und -typ werden die einzelnen Solarmodule in sogenannten Strings verschaltet, die wiederum in Feldern zusammengefasst werden. Mit einem oder mehreren Wechselrichtern wird die erzeugte Gleichspannung in netzkonforme Wechselspannung umgewandelt.

Die beschriebene Photovoltaik-Anlage hat eine Gesamtleistung von 2,7 Megawatt. Sie besteht aus fünf Feldern, die jeweils an einen Zentralwechselrichter mit einer Leistung von 540 Kilowatt angeschlossen sind.

Als Photovoltaik-Module sind Dünnschichtmodule verwendet worden. Jeweils 10 Module werden zu einem String zusammengeschaltet, von denen wiederum 720 davon auf einen Wechselrichter geschaltet werden. Somit speisen 7.200 Photovoltaik-Module einen Wechselrichter. Insgesamt sind 36.000 Photovoltaik-Module auf einer Fläche von fünf Hektar

Land verteilt. Eine hohe Leistungsbilanz einer Photovoltaik-Anlage ist nur dann gewährleistet, wenn die Anlagenverfügbarkeit sehr hoch ist und eine eventuelle Isolationsfehlersuche auf zeit- und kostensparende Weise erfolgen kann. Diesem Aspekt wurde mit der Auswahl der DC-seitigen Netzform IT-System Rechnung getragen. Es reduziert Instandhaltungs-, Wartungs- und Ausfallkosten und minimiert Betriebsunterbrechungen.

Die Sekundärseite des Wechselrichters speist jeweils in einen Transformator ein, durch den dann die spannungsmäßige Anpassung an das Mittelspannungsnetz erfolgt. Da dadurch kein aktiver Leiter mit Erde verbunden ist, sind die Voraussetzungen für ein ungeerdetes Netz (IT-System) gegeben. Im Fall eines Isolationsfehlers oder Erd- oder Körper-schlusses kann kein Kurzschlussstrom flie-

ßen; die vorgeschaltete Sicherung spricht nicht an und der Anlagenbetrieb wird nicht unterbrochen. Die Grundforderungen – kein Ausfall bei einem ersten Fehler und eine höhere Betriebs- und Brandsicherheit – wird mit der Schutzmaßnahme IT-System mit Isolationsüberwachung erfüllt.

Um in IT-Systemen frühzeitig Isolationsverschlechterungen zu erkennen, wird gemäß DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) ein Isolationsüberwachungsgerät pro Wechselrichter installiert. Das A-Isometer Iso-PV überwacht den gesamten Isolationswiderstand vom Modul über den Wechselrichter bis zum Trafo und entspricht den Anforderungen der DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8). Dieses Gerät verfügt über spezielle Messverfahren, die die besonderen Eigenschaften von Photovoltaik-Anlagen berücksichtigen und sich entsprechend der verwendeten Modultypen anpassen lassen.

Dazu zählt zum Beispiel die Berücksichtigung von Netzableitkapazitäten bis 2.000 μF und Netzgleichspannungen bis DC 1.100 V. Als typischer Kapazitätsbelag C_e ist bei Dünnschichtmodulen mit etwa 5 bis zu 100 nF pro Modul zu rechnen, das heißt bei 10.000 Modulen liegt ein minimaler Wert von etwa 50 μF vor. Vor der Aufschaltung einer ungeerdeten Photovoltaikanlage auf das öffentliche Stromversorgungsnetz ist laut E DIN EN 62109-2 (VDE 0126-14-2) festzustellen, ob ein Mindestisolationswiderstand vorhanden ist.

In der Praxis zeigt sich, dass der Gesamtisolationswiderstand – trotz der Verwendung von Schutzklasse-II-Modulen – zwischen Netz und Erde in der Nacht und am Tag schwankt.

In den Morgenstunden sinkt er beispielsweise wegen der Betauung der Anlage und der Widerstandseigenschaften der Dünnschichtmodule ab. Grundsätzlich liegt der Isolationswiderstand eines einzelnen Dünnschichtmoduls im Bereich von 500 M Ω bis 2 G Ω . Durch die Parallelschaltung mehrerer hundert Module und die Einflüsse der Umgebungsbedingungen kann der gesamte Isolationswiderstand einer fehlerfreien PV-Anlage Werte unterhalb von 10k Ω annehmen.

Laut Norm DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) und auch IEC 60364-4-41 wird empfohlen, den ersten Fehler im IT-System so schnell wie praktisch möglich zu beseitigen. Bei PV-Anlagen mit großer Leistung und vielen Modulen ist das Auffinden eines fehlerbehafteten Photovoltaik-Moduls nur mit größtem Zeit- und Kostenaufwand zu realisieren.

Die Installation eines Systems zur Isolationsfehlersuche liegt auf der Hand. Es besteht aus einem Prüfstromgenerator PGH, aus einem fest installierten Isolationsfehlersuchgerät EDS460 und einer tragbaren Einrichtung zur

Isolationsfehlersuche für IT-Systeme EDS190. Die Messstromwandler des fest installierten EDS460 werden jeweils einem String zugeordnet. Damit ist es möglich, in weniger als einer Minute den fehlerbehafteten String ausfindig zu machen. Mit dem mobilen EDS190 kann nun vor Ort das fehlerhafte Modul ausfindig gemacht werden. Dieses mobile Auswertegerät verfügt über zwei Messzangen, sodass auch bei getrennt geführten Leitern (+/-) zwischen den Modulen eine schnelle Fehlerortung möglich ist. Diese Einrichtung entspricht den Anforderungen von DIN EN 61557-9 (VDE 0413-9):2009-01.

Effektivität oder Effizienz? Beides ist möglich. Während bei der Planung von Großanlagen die Realisierung des Projekts zu möglichst geringen Kosten im Vordergrund steht, dreht sich beim Betrieb der fertiggestellten Anlage alles um den Ertrag. Für langfristig hohe Erträge ist neben der möglichst sonnigen Wetterlage die Hochverfügbarkeit der Anlage eine wesentliche Voraussetzung.

Die Investitionsmehrkosten für eine geeignete Isolationsüberwachung inklusive eines Isolationsfehlersuchsystems von Bender amortisieren sich bereits mit dem Auftreten eines ersten Isolationsfehlers. Wird das Konzept einer Einrichtung zur Isolationsfehlersuche bereits während der Planungsphase in das Projekt eingebunden, lässt sich mit dieser Lösung die Voraussetzung für eine langjährig hochverfügbare Anlage schaffen. ←

Dipl.-Ing. Wolfgang Hofheinz
Dipl.-Wirt.-Ing. Michael Faust
Dipl.-Ing. Oliver Schäfer
Dipl.-Ing. Harald Sellner

IN KÜRZE

IT-System mit Isolationsüberwachung

Mit der Anwendung der Schutzmaßnahme IT-System mit Isolationsüberwachung in Verbindung mit einer Einrichtung zur Isolationsfehlersuche wird in der beschriebenen Photovoltaik-Anlage nicht nur die Personen- und Anlagensicherheit gewährleistet, sondern durch Überwachung auch ein wesentlicher Beitrag zur hohen Wirtschaftlichkeit der Anlage geleistet.

Praxisgerechte Umsetzung der Ziele des Anlagenbetreibers:

- + Frühzeitige Erkennung möglicher Gefährdungen
- + Reduzierung der Ausfallrisiken auf ein Minimum
- + Gewährleistung einer hohen Anlagenverfügbarkeit.

www.bender-de.com