Arbeiten unter Spannung an PV-Anlagen

31.05.2022, 09:45 Uhr
Kommentare: 1
Sicher arbeiten



Bei Arbeiten unter Spannung an Photovoltaikanlagen entsteht eine erhöhte Gefahr der Körperdurchströmung. (Bildquelle: zstockphotos/iStock/Getty Images)

Beim Arbeiten unter Spannung (AuS) besteht eine erhöhte Gefahr der Körperdurchströmung und der Lichtbogenbildung. Um das verbleibende Risiko für Mensch und Anlage auf ein zulässiges Maß zu reduzieren, muss die Elektrofachkraft (EFK) besondere technische und organisatorische Maßnahmen umsetzen.

Arbeitsanweisung erstellen

Für die Durchführung von Arbeiten unter Spannung an Photovoltaikanlagen muss der Unternehmer eine spezifische Arbeitsanweisung erstellen, in der u.a. Folgendes festgehalten wird:

- Arbeitsverfahren
- Häufigkeit der Arbeiten
- Qualifikation der mit der Durchführung der Arbeiten beauftragten Personen.

Die DGUV Vorschrift 3 umfasst alle Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen einer elektrischen Anlage. Unter Beachtung der entsprechenden Vorschriften können daher für derartige Arbeiten sowohl Elektrofachkräfte (EFK) als auch elektrotechnisch unterwiesene Personen (EuP) zum Einsatz kommen. In der DGUV Regel 3 ist der Geltungsbereich durch eine Einteilung der Tätigkeiten definiert.

Die DGUV Regel konkretisiert die Forderungen des § 8 der DGUV Vorschrift 3 hinsichtlich der Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch Körperdurchströmung und Lichtbögen bei Arbeiten an aktiven Teilen aller Spannungsebenen, deren spannungsfreier Zustand nicht sichergestellt ist.

Reinigung der elektrotechnischen Infrastruktur bei PV-Anlagen

Allgemeine AuS-Situationen sind beim Reinigen der elektrotechnischen Infrastruktur bei Photovoltaikanlagen wie z.B. bei Transformatoren, Mittelspannungsschaltern und Niederspannungsschaltern zu beachten. Das Heranführen von Werkzeugen und Hilfsmitteln zum Reinigen sowie das Anbringen von geeigneten Abdeckungen und Abschrankungen sind dabei nur von einer Elektrofachkraft durchzuführen.

Austausch von Sicherungen an Photovoltaikanlagen

Ein weiteres allgemeines Beispiel einer AuS-Situation ist der Austausch von Sicherungen an der Mittel- oder Niederspannungsseite der Photovoltaikanlage. Dabei muss beim Herausnehmen und Einsetzen von unter Spannung stehenden Sicherungseinsätzen des NH-Systems ohne Berührungsschutz und ohne Lastschalteigenschaften eine Gefährdung durch Körperdurchströmung bzw. durch Lichtbögen weitgehend ausgeschlossen werden. Es sollte ein NH-Sicherungsaufsteckgriff mit fest angebrachter Stulpe verwendet und ein Gesichtsschutz (Schutzschirm) getragen werden.

Speziell für den PV-Bereich ist die Tatsache, dass mit dem Verbinden der Module untereinander der Bereich um die Module zum AuS-Bereich (nach DIN VDE 0105-100 zur abgeschlossenen Betriebsstätte) wird. Auch nicht elektrotechnische Arbeiten (Grünpflege, mechanische Arbeiten, Dachreparaturen etc.) sind ab dann zu klassifizieren und alle relevanten Personen entsprechend zu unterweisen.

Das muss bei Wartung und Instandsetzung von PV-Anlagen beachtet werden

Während des Betriebs der Photovoltaikanlage rückt der AuS-relevante Tätigkeitsbereich Service und Wartung im Generatorfeld in den Mittelpunkt. Das Betreiben umfasst dabei alle Tätigkeiten (Bedienen und Instandhalten) an und in elektrischen Anlagen der Photovoltaikanlage sowie an und mit elektrischen Betriebsmitteln.

Zum Instandhalten gehören regelmäßige Inspektionen, Wartung und Instandsetzung. In diesem Tätigkeitsbereich werden u.a. auch Messungen im Generatorfeld zur Überprüfung bzw. eventuell auch Fehlersuche durchgeführt. Dabei sind Messen und Prüfen zur Fehlersuche erlaubte AuS-Handlungen. Montagearbeiten wie das Öffnen und Schließen von Klemmstellen sind nach der DGUV Regel 3 Arbeiten unter Spannung. In Abbildung 1 ist eine Isolationsmessung am Generatoranschlusskasten abgebildet.



Abb. 1: Isolationsmessung am Generatoranschlusskasten (Quelle: Fa. K&S, www.krugundschram.de)

Downloadtipps der Redaktion

Formular „Bestellung zur Elektrofachkraft“

Hier gelangen Sie zum Download.

Checkliste „Anforderungsprofil: Elektrofachkraft – EFK“

Hier gelangen Sie zum Download.

Formular „Bestellung zur elektrotechnisch unterwiesenen Person“

Hier gelangen Sie zum Download.

Checkliste „Anforderungsprofil an die elektrotechnisch unterwiesene Person“

Hier gelangen Sie zum Download.

Arbeitsanweisung „Niederspannungsanlagen – AuS nach VDE 0105-100“

Hier gelangen Sie zum Download.

Arbeitsanweisung „Einsetzen und Entfernen von NH-Sicherungen in Schaltanlagen“

Hier gelangen Sie zum Download.

Das Heranführen von geeigneten Prüf-, Mess- und Justiereinrichtungen, z.B. Spannungsprüfern, von Werkzeugen zum Bewegen leichtgängiger Teile und von Betätigungsstangen, ist nur von Personen mit der Qualifikation Elektrofachkraft (EFK) oder elektrotechnisch unterwiesenen Person (EuP) durchzuführen (§§ 7, 8 DGUV Vorschrift 3).

In den Photovoltaiksystemen können im Fehlerfall kritische Lichtbögen entstehen, deren Löschung technisch nicht trivial ist, da der Photovoltaikgenerator nicht ausgeschaltet werden kann. Hierbei sollten die grundlegenden Empfehlungen und Vorgehensweisen laut DGUV Vorschrift 3 und DGUV Regel 3 berücksichtigt werden.

Herstellen des spannungsfreien Zustands bei PV-Anlagen mit den fünf Sicherheitsregeln

Das Herstellen des spannungsfreien Zustands bei Photovoltaikanlagen vor Beginn der Arbeiten und dessen Sicherstellen an der Arbeitsstelle für die Dauer der Arbeiten geschehen unter Beachtung der fünf Sicherheitsregeln:

5 Sicherheitsregeln

1. Freischalten
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken.

Durch die dezentrale Anordnung der Systemkomponenten bei Photovoltaikanlagen im Freiflächenbereich verliert die Anlage oft den typischen Charakter eines elektrischen Betriebsraums.

In Anlagenteilen mit Nennspannungen über 1 kV müssen zum Freischalten die erforderlichen Trennstrecken hergestellt werden können. In Abbildung 2 sind typische zur Verfügung stehende Schutz- und Hilfsmittel für den Mittelspannungsbereich dargestellt.



Abb. 2: Schutz- und Hilfsmittel für den Mittelspannungsbereich (Quelle: Fa. K&S)

Tipp der Redaktion



Elektrowissen zum Mitnehmen

- Lesen Sie spannende Expertenbeiträge.
- Stellen Sie unseren Fachexperten Ihre Fragen.
- Nutzen Sie die Download-Flat mit einer Vielzahl an Checklisten, Prüflisten, Arbeits- und Betriebsanweisungen.

Erste Ausgabe gratis!

Auch als Onlineversion erhältlich. Machen Sie mit beim Papiersparen.

Das einseitig geerdete Generatorfeld muss als Spezialfall bewertet werden. Dabei treten Gleichspannungen (derzeit) bis zu 1.000 V gegen Erde im Generatorfeld auf. Eventuell auftretende Isolationsprobleme sind dabei deutlich gefährlicher einzustufen, da die Systemspannung gegen Erde besteht. Anlagen mit einseitiger Generatorerdung sollten als solche gekennzeichnet werden. Die Aufhebung des Erdpotenzials während der Arbeiten im Generatorfeld ist unbedingt zu beachten, um eine größtmögliche Sicherheit zu gewährleisten.

Notwendige Messungen im Generatorfeld sind nach § 8 DGUV Vorschrift 3 durchzuführen, wenn das Erdpotenzial aktiv ist.

Durch die dezentrale Anordnung der Systemkomponenten kann es durch technische Probleme zu „unbeabsichtigten, nicht geplanten“ Arbeiten unter Spannung kommen. Das kann durch folgende Schadensbilder entstehen:

- Überspannungsschäden
- falsche oder lose Klemmen im Generatorfeld
- falsche oder lose Steckverbinder der DC-Stringleitungen
- unsachgemäße Leitungsverlegungen (z.B. über scharfe Kanten)
- nicht fachgerecht ausgeführte Kabeldurchführungen in Gebäuden
- Verpolung bei den Anschlüssen usw.

Beispielhaft ist in Abbildung 3 ein Brandschaden, verursacht durch verpolte Stringkabel in einem Generatorsammelkasten.



Abb. 3: Brandschaden, verursacht durch verpolte Stringverkabelung im Generatoranschlusskasten (Quelle: Fa. K&S)

Prüfungen vor Arbeiten unter Spannung

Bei der Prüfung von Photovoltaikanlagen sollten alle Wechselstromkreise nach DIN VDE 0100-600 überprüft werden. Bezüglich des Gleichstromkreises kommt die DIN EN 62446-1 zum Einsatz.

Folgende Überprüfungen sollten im Generatorfeld stattfinden bevor Arbeiten unter Spannung durchgeführt werden:

- Polaritätsprüfung der einzelnen Strings
- Messung der Leerlaufspannung der einzelnen Strings
- Messung des Kurzschlussstroms der einzelnen Strings

Es gibt bei den Photovoltaikmodulen den Trend zu höheren Systemspannungen (> 1,5 kV). Damit werden höhere Systemspannungen auch in den PV-Anlagen möglich, d.h., man versucht durch eine Erhöhung der Gleichspannung von derzeit bis zu 1 kV auf ein Spannungsniveau von z.B. 2,0 kV zu heben, um Leitungsverluste zu minimieren. Diese Anhebung des Spannungsniveaus müsste bei der Arbeit unter Spannung berücksichtigt werden, da hier der Solarpark von einem elektrischen Betriebsraum der Niederspannung zu einem elektrischen Betriebsraum der Mittelspannung wird.

Die auftretenden Spannungslevel würden dabei vorerst nicht gegen Erde auftreten, da weder Minus- noch Pluspol geerdet werden. Gesonderter Beachtung bedürfte es dabei aber wieder für die immer häufiger aufkommende einseitige Erdung des Photovoltaikgenerators zur Vermeidung der „potenzialinduzierten Degradation“ (PID). Der PID-Effekt tritt bei hohen Systemspannungen gegen Erdpotenzial auf und führt zu massiven Ertragseinbußen der Photovoltaikanlage. Speziell im Bereich von Systemspannungen über 1.000 V gewinnen diese Maßnahmen der einseitigen Erdung an Bedeutung.

Beitrag von 2015, aktualisiert im Mai 2022

Tipp der Redaktion



Mehr Beiträge zu diesem und vielen weiteren Themen finden Sie in dem Produkt **„Elektrosicherheit in der Praxis”**.

Jetzt unverbindlich testen!

Weitere Beiträge

Prüfung von PV-Anlagen nach DGUV-Vorschrift 3
Kennlinienmessung während des Betriebs
Sind Photovoltaik-Inselanlagen meldepflichtig?
Durchführung von Erdungsmessungen
Photovoltaik: rasanter Ausbau weltweit
Elektrische Sicherheit von PV-Anlagen
Anforderungen der neuen DIN EN 62446
EMV von Photovoltaikanlagen
Blitz- und Überspannungsschutz bei Photovoltaik-Anlagen

Autor:

Dr.-Ing. Florian Krug

Technologiemanager und Sachverständiger im Bereich Erneuerbare Energien



Dr. Florian Krug ist Technologiemanager und Sachverständiger im Bereich Erneuerbare Energien sowie Autor von mehr als 100 Veröffentlichungen in nationalen und internationalen Zeitschriften.