

PV-Systeme in Theorie und Praxis - III

NEBEN PLANUNG, ERRICHTUNG UND ERSTPRÜFUNG VON PV-SYSTEMEN, SIND AUCH FRAGEN DER INSTANDHALTUNG UND DER WIEDERKEHRENDEN PRÜFUNGEN VON WICHTIGER PRAKTISCHER BEDEUTUNG. IM SINNE EINER GANZHEITLICHEN BETRACHTUNG ÜBER ALLE LEBENSPHASEN DES SYSTEMS SOLLTEN DIESE FRAGEN BEREITS BEI DER PLANUNG UND DER AUSWAHL DER SYSTEMKOMPONENTEN ABER AUCH BEI DER ERRICHTUNG DER ANLAGE BERÜCKSICHTIGT WERDEN. DAVON BETROFFEN SIND SOWOHL DIE EINZELNEN ELEKTROTECHNISCHEN KOMPONENTEN DES GENERATORFELDES, DER PV-WECHSELRICHTER BIS HIN ZU DEN FERNÜBERWACHUNGSEINRICHTUNGEN ALS AUCH DER GESAMTE MECHANISCHE AUFBAU DER ANLAGE.

3. Instandhaltung und wiederkehrende Prüfung

Hinweis: Die Nummerierung der Kapitel, der Abbildungen und Tabellen aus „PV-Systeme in Theorie und Praxis - II“ wird in diesem Fachbericht fortgesetzt.

Ganz allgemein ist, abgesehen von verbindlichen Festlegungen in Gesetzen, Verordnungen, Herstellerangaben und anerkannten Regeln der Technik, es sicher für den Betreiber sinnvoll, für jedes PV-System die Instandhaltungsstrategie festzulegen. Dazu sind u.a. zwei wichtige Fragen zu klären:

- Soll das System in einer Art und Weise betrieben werden, dass schon das Auftreten eines Fehlers verhindert wird, oft auch als „Behebung vor Ausfall²“ bezeichnet?
- Kann abgewartet werden, bis eine Systemkomponente oder ein Anlagenteil ausfällt, um diese dann (einzeln) instandzusetzen, wobei die im Laufe der Nutzung eintretende Abnutzung (Reduzierung des Abnutzungsvorrats) bzw. der dadurch mögliche Leistungsabfall unberücksichtigt bleibt?

3.1 Wartung, Instandsetzung, Arbeitsmethoden

Instandhaltung von PV-Systemen dient dazu, die elektrische Anlage bestehend aus den Betriebsmitteln (Systemkomponenten) im geforderten Zustand zu erhalten.

Instandhaltung kann in

- *Vorbeugende Instandhaltung (Wartung)*, die regelmäßig durchgeführt wird, um Ausfälle zu verhüten und die Betriebsmittel in ordnungsgemäßem Zustand zu erhalten, und
- *Instandsetzung*, z. B. Reparatur, Austausch eines fehlerhaften Teils

eingeteilt werden.

Bei Instandhaltungsarbeiten ist jedoch immer zwischen folgenden Arbeiten zu unterscheiden³:

- *Arbeiten*, bei denen die Gefahr des elektrischen Schlages, von Kurzschluss oder Lichtbogenbildung besteht und deshalb eine geeignete (besondere) Arbeitsmethode angewendet werden muss (z. B. Arbeitsverfahren für das Arbeiten unter Spannung, z. B. Arbeiten mit Isolierhandschuhen⁴ und Helm mit Gesichtsschutz),
- *Arbeiten*, bei denen die Beschaffenheit der Betriebsmittel bestimmte Tätigkeiten ermöglicht, ohne dass dabei eine „besondere“ Arbeitsmethode vollständig angewendet werden muss. (z. B. Auswechseln von Sicherungseinsätzen in dafür geeigneten Sicherungshaltern oder -schaltern).

Alle Instandhaltungsarbeiten müssen von der für die jeweilige Anlage verantwortliche Person (Anlagenverantwortliche/r) genehmigt. Dabei muss der betreffende Anlagenteil in dem gearbeitet werden soll (darf) genau angegeben werden. Ich kann nur dringend dazu raten, auch die anzuwendende Arbeitsmethode vom Arbeitsverantwortlichen - gemeinsam mit dem Anlagenverantwortlichen - festzulegen und diese auch im Dokument, das die Risikobeurteilung (diese ist vor dem Beginn der Arbeiten vom Anlagenverantwortlichen zu erstellen) enthält festzuhalten.

Die rechtzeitige Festlegung der anzuwendenden Arbeitsmethode, die grundsätzlich unterschiedlich sein kann, je nachdem, ob auf der DC- oder auf der AC-Seite des PV-Systems (siehe Bild 3-1 gearbeitet wird, hat auch den Vorteil,

dass das für die jeweilige Arbeitsmethode (verpflichtend!) zu verwendende geeignete Werkzeug und die persönliche Schutzausrüstung *rechtzeitig bereitgestellt werden kann*.

Die für die Instandhaltung (bei Wartung- und auch bei Instandsetzungsarbeiten) verantwortliche Person (Arbeitsverantwortliche/r) benötigt jedenfalls auch einen *konkreten Arbeitsauftrag*.

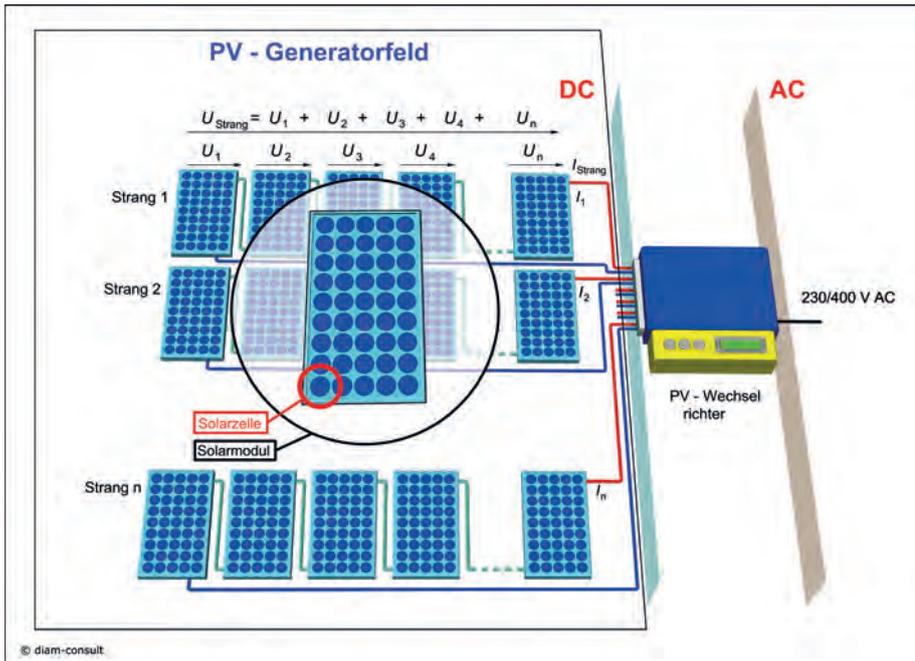
Arbeiten der Instandsetzung bestehen in den meisten Fällen aus:

- Fehlerortung,
- Fehlerbehebung und/oder Austausch von Systemteilen (z.B. von Betriebsmitteln),
- Wiederinbetriebnahme des instandgesetzten Anlagenteils.

Auch hier kann für die einzelnen Arbeitsschritte die Anwendung unterschiedlicher Arbeitsmethoden erforderlich sein. Dies gilt es insbesondere zu beachten, wenn die Fehlersuche z. B. im AC-Bereich des PV-Systems beginnt und dann (fehlerbedingt) im DC-Bereich fortgesetzt werden muss, für den DC-Bereich jedoch z. B. die Arbeitsmethode „Arbeiten mit Isolierhandschuhen“ anzuwenden ist.

Auch für die Ortung und Bestimmung von Fehlern unter Betriebsspannung oder Prüfspannung müssen vom Anlagenverantwortlichen (ggf. gemeinsam mit dem Arbeitsverantwortlichen) detaillierte Festlegungen getroffen werden.

Diese Tätigkeiten können üblicherweise nicht unter einer Verfügungserlaubnis⁵ abgewickelt werden, da die Voraussetzungen dafür (freigeschaltet, gegen Wiedereinschalten gesichert und bei Leitungen geerdet und kurzgeschlossen) nicht vorliegen.



**Bild 3-1 PV-System
(schematische Darstellung)**

Die Fehlersuche ist aber auch nicht (!!) als normaler Betrieb anzusehen. Solche Tätigkeiten werden in der Praxis unter Vergabe von besonderen Berechtigungen für den Arbeitsverantwortlichen durchgeführt. Prüferlaubnis, Schaltfreiheit oder Schaltverfügung sind übliche Begriffe für solche Berechtigungen.

Unabhängig davon, wie der Vorgang bezeichnet wird, muss es zwischen dem Arbeitsverantwortlichen und dem Anlagenverantwortlichen genaue Vereinbarungen über den Umfang der Berechtigung, mit der die Tätigkeiten abgewickelt werden, geben.

Für die notwendigen Arbeiten zur Fehlerbehebung sind die Festlegungen für die Anwendung geeigneter Arbeitsmethoden einzuhalten; nach Beendigung der Instandhaltungsarbeiten ist die Anlage vom Arbeitsverantwortlichen an den Anlagenverantwortlichen unter Angabe des Anlagenzustandes zu übergeben.

Der *ordnungsgemäße Zustand instand gesetzter Anlagenteile* ist vor der Wiederinbetriebnahme durch zweckentsprechende Prüfungen und Einstellungen sicherzustellen.

3.2 Wiederkehrende Prüfung von PV-Systemen

PV-Systeme werden in der Regel wiederkehrenden Prüfungen zu unterziehen sein. Dies dient der Feststellung, ob sich die

Anlage und alle Systemteile in einem sicheren Zustand für den ordnungsgemäßen Betrieb befinden.

Für Arbeitsstätten, auf Baustellen und an auswärtigen Arbeitsstellen sind vor allem die Anforderungen der ESV-2012⁶, sowohl was Mindestumfang, Mindestprüfhalte wie auch maximale Zeitabstände zwischen den wiederkehrenden Prüfungen betrifft, einzuhalten.

In OVE EN IEC 62446-2:2021-09-01 werden bewusst keine konkreten Zeitintervalle für die wiederkehrende Prüfung oder für Wartung von PV-Systemen festgelegt.

Jedoch wird darauf hingewiesen, dass trotzdem, in Abhängigkeit von bestimmten Ereignissen (Veränderung der Leistungsparameter, Ergebnisse von Besichtigungen, ...) Zeitintervalle, je nach Anlagentyp (PV-Kraftwerk, Freiflächenanlage, Anlage auf Wohnhäusern, Standort, vom Hersteller empfohlene Wartungsintervalle...) Zeitintervalle von wiederkehrenden Prüfungen festgelegt werden sollen (müssen)⁷.

Dies gilt insbesondere für PV-Systeme in Arbeitsstätten, auf Baustellen und an auswärtigen Arbeitsstellen, für die gemäß ESV-2012, § 2(1) gefordert wird, dass „elektrische Anlagen und elektrische Betriebsmittel nach den anerkannten Regeln der Technik betrieben werden, sich stets in sicherem Zustand befinden und Mängel unverzüglich behoben werden“ müssen.

Der Betrieb nach den anerkannten

Regeln der Technik sollte bei allen PV-Systemen eine unumstößliche Selbstverständlichkeit sein!

3.3 Qualifikation des Personals

Wie für alle Arbeiten an oder in der Nähe von elektrischen Anlagen muss das Personal, das Instandhaltungsarbeiten durchführen soll ausreichend unterwiesen (elektrotechnisch unterwiesene Person) oder fachlich ausgebildet sein (qualifizierte Elektrofachkraft), d. h. fachlich in der Lage sein, die ihm übertragenen Aufgaben auszuführen.

Für die notwendige Mindestqualifikation des Personals für die Durchführung von Arbeiten in PV-Systemen ist in der anerkannten Regel OVE EN IEC 62446-2:2021-09-01 im normativen Anhang E unter dem Titel: Sicherheitsaspekte eine ausführliche Liste aller mindestnotwendigen Qualifikationen zusammengestellt. Normgerechter Betrieb schließt demnach die normgerechte Qualifikation des Personals ein!

Für die Praxis ist es von besonderer Bedeutung, dass alle Personen, die wohl nicht direkt am PV-System arbeiten, sich aber aus anderen Gründen möglicherweise vor Ort aufhalten (z. B. Arbeiten am Dach ausführt) auf alle bestehenden Gefährdungen hingewiesen werden müssen. Diese Aufgabe fällt in der Praxis wohl in den Bereich des Arbeitsverantwortlichen. ■

4. Literaturhinweise

[1] Ludwar, G., Mörx, A., Elektrotechnikrecht, Praxisorientierter Kommentar; OVE, Wien 2021, ISBN 978-3-903249-14-1

[2] BGBl. 106/1993 zuletzt geändert durch BGBl. I/204/2022; Bundesgesetz über Sicherheitsmaßnahmen, Normalisierung und Typisierung auf dem Gebiete der Elektrotechnik (Elektrotechnikgesetz 1992 – ETG 1992)

[3] BGBl. II/308/2020; Verordnung der Bundesministerin für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort über Sicherheit, Normalisierung und Typisierung elektrischer Betriebsmittel und elektrischer Anlagen (Elektrotechnikverordnung 2020 – ETV 2020)

[4] Mörx, A., Elektrotechnikverordnung 2020 – Teil I, Elektrojournal 09/2020; Österreichischer Wirtschaftsverlag, Wien, 2020

[5] ÖVE/ÖNORM EN 45020; 2007-02-01; Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten - Allgemeine Begriffe

[6] OVE E 8101:2019-01-01; Elektrische Niederspannungsanlagen; OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik; Wien 2019

[7] OVE E 8101/AC1:2020-05-01; Elektrische Niederspannungsanlagen (Berichtigung); OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik; Wien 2020

[8] OVE EN 62446-1:2029-05-01; Photovoltaik (PV) Systeme - Anforderungen an Prüfung Dokumentation und Instandhaltung, Teil 1: Netzgekoppelte Systeme - Dokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und Prüfanforderungen

[9] OVE EN 62446-1:2029-05-01; Photovoltaik (PV) Systeme - Anforderungen an Prüfung Dokumentation und Instandhaltung, Teil 1: Netzgekoppelte Systeme - Dokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und Prüfanforderungen

[10] OVE EN 62446-2:2029-05-01; Photovoltaik (PV) Systeme - Anforderungen an Prüfung Dokumentation und Instandhaltung, Teil 2: Netzgekoppelte Systeme - Instandhaltung von PV-Systemen

[11] ÖNORM B 1991-1-1, Eurocode

1 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen – Wichten, Eigengewichte, Nutzlasten im Hochbau – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-1 und nationale Ergänzungen

[12] ÖNORM B 1991-1-3, Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen

[13] ÖNORM B 1991-1-4, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-4 und nationale Ergänzungen

[14] BGBl. II/12/2014; Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft, Familie und Jugend über Standesregeln für das Gewerbe der Elektrotechnik

[15] Mörx, A., PV-Systeme in Theorie und Praxis - I, Elektrobranche.at, Ausgabe 9/2023; Media & Digital Services e.U., 1200 Wien

[16] Mörx, A., PV-Systeme in Theorie und Praxis - II, Elektrobranche.at, Ausgabe 10/2023; Media & Digital Services e.U., 1200 Wien

[17] BGBl. Nr. 340/1994, in der Fassung BGBl. II/241/2017; Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen und auf auswärtigen Arbeitsstellen (Bauarbeiter-schutzverordnung – BauV)

[18] Vermeidung von Absturzunfällen; Bundesministerium für Arbeit (BMA), Sektion II Arbeitsrecht und Zentral-Arbeitsinspektorat, 1040 Wien Stand: September 2021 https://www.arbeitsinspektion.gv.at/Zentrale_Dokumente/Bau/Bauarbeiten/vermeidung_von_absturzunfaellen_b_ua.pdf

[19] ÖVE/ÖNORM EN 50110-1, Ausgabe 2014-10-01; Österreichischer Verband für Elektrotechnik; 1010 Wien

[20] ÖVE/ÖNORM EN 50110-1, Ausgabe 2008-09; Österreichischer Verband für Elektrotechnik; 1010 Wien

[21] BGBl. II/33/2012; Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/in-

nen vor Gefahren durch den elektrischen Strom sowie Änderung der Bauarbeiterschutzverordnung und der Verordnung explosionsfähige Atmosphären

¹ Mörx, A., PV-Systeme in Theorie und Praxis - II, Elektrobranche.at, Ausgabe 10/2023; Media & Digital Services e.U., 1200 Wien

² fix before failue

³ ÖVE/ÖNORM EN 50110-1, Ausgabe 2008-09; Österreichischer Verband für Elektrotechnik; 1010 Wien und auch ÖVE/ÖNORM EN 50110-1:2014-10-01; Betrieb elektrischer Anlagen; Österreichischer Verband für Elektrotechnik; 1010 Wien

⁴ Arbeitsverfahren gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50110-1:2014-10-01, Abschnitt 6.3.4)

⁵ Wegen der Trennung von Betriebsführungs- und Instandhaltungsaufgaben muss bei Abschaltungen für Arbeiten im Hochspannungsnetz eine vereinbarte Vorgangsweise eingehalten werden. Dazu dient der Begriff der Verfügungserlaubnis. Unter der Verfügungserlaubnis gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50110-1:2014, Abschnitt 3.2.7.101 versteht man die verbindliche und eindeutige Meldung über die Herstellung und Einhaltung eines definierten Schaltzustandes bei der Arbeitsmethode „Arbeiten im spannungsfreien Zustand“.

⁶ BGBl. II/33/2012; Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor Gefahren durch den elektrischen Strom sowie Änderung der Bauarbeiterschutzverordnung und der Verordnung explosionsfähige Atmosphären

⁷ siehe dazu: OVE EN IIEV 62446-2:2021-09-01, Abschnitt 10



Dipl.-Ing
Alfred Mörx,
OVE, IEEE

Fachautor
E-Mail: am@diamcons.com