



Photovoltaik –

neue Gefahrenquelle auf dem Dach?

Auf vielen Dächern landwirtschaftlicher Gebäude arbeiten heute Photovoltaikanlagen. In den letzten Jahren sind die Anlagen wegen der garantierten Einspeisevergütungen als zusätzliche Einnahmequelle attraktiv geworden. Allerdings werden von den Sachverständigen vor Ort immer wieder massive Installationsfehler festgestellt. Diese Mängel und oft auch unzureichende Wartung gefährden den wirtschaftlichen Ertrag und können zu Brand- oder Personengefahren führen. Wir fassen die häufigsten Mängel zusammen. Welche Gefahren entstehen und welche Lösungsmöglichkeiten gibt es?

Photovoltaik- oder PV-Anlagen wandeln die Sonnenenergie direkt in elektrischen Strom um. Sie sind deshalb ein wichtiger Pfeiler bei der Umstellung der Stromversorgung hin zu regenerativen Energiequellen. Die gesetzlich garantierte Einspeiseförderung hat in den letzten vier Jahren einen erheblichen Wachstumsschub ausgelöst. So waren am 31.01.2013 in Deutschland PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 33.000 MWp am Netz. Allein im Jahr 2012 betrug der Zuwachs 7.600 MWp.

Neben Privathaushalten und Industriebetrieben haben viele Landwirte in PV-Anlagen investiert. Häufig wurden neue Betriebsgebäude bereits mit der entsprechenden Dachkonstruktion und Ausrichtung geplant. Im Rahmen der Energiewende werden Zahl und Größe der Anlagen vermutlich weiter wachsen.

In diesem Zusammenhang spielt der technische Brandschutz eine wichtige Rolle. Bereits in der Planungsphase müssen Risiken und mögliche Schadenursachen erkannt und bewertet werden. Denn im Fall einer mangelhaft installierten PV-Anlage kann die Versicherbarkeit eines Gebäudes grundsätzlich infrage gestellt sein.

Welche Vorschriften gelten für die PV-Anlagen?

In den Versicherungsbedingungen und den VDE-Normen finden sich für landwirtschaftliche Betriebe besondere Festlegungen. Diese gelten daher auch bei der Planung und Installation einer PV-Anlage. So gilt beispielsweise die VDE 0100-705 „... Elektrische Anlagen von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten“ lt. Anwendungsbereich für fest installierte elektrische Anlagen sowohl in Innenräumen als auch im Freien von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betrieben.

Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten nach dieser Norm sind Räume, Orte oder Bereiche, in denen:

- Nutztiere, z. B. Rinder, Schweine, Pferde, Schafe, Ziegen, Geflügel, gehalten werden,
- Futtermittel, Düngemittel, pflanzliche und tierische Erzeugnisse produziert, gelagert, aufbereitet oder weiterverarbeitet werden,
- Pflanzen wachsen, wie z. B. Gewächshäuser.

Somit müssen PV-Anlagen, z. B. auf Kartoffellagerhallen, Maschinenhallen, Reithallen, die Anforderungen dieser Norm erfüllen! Die steuerliche Einstufung (Landwirtschaft/Gewerbebetrieb) ist hierfür unerheblich. Die Auswertung von Brandschäden, die Rückmeldungen von Sachverständigen sowie Erfahrungen aus eigenen Brandschutzberatungen zeigen, dass bei der Installation dieser Anlagen häufig nicht fachgerecht gearbeitet wird. Aus diesen Mängeln können Gefahren für Personen, Nutztiere und Sachwerte (Brandgefahr) entstehen (**Bild 1**).



Bild 1 | Brandschaden durch mangelhafte Klemmverbindung

Für die richtige Auswahl der Komponenten, die fachgerechte Installation und Erstprüfung sind Elektrofachkräfte verantwortlich. Werden hierbei die „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ nicht eingehalten, gilt die Anlage als mangelhaft. Im Schadenfall kann dies erhebliche Konsequenzen für die Elektrofachkraft haben. Auch der Betreiber trägt die Verantwortung für einen sicheren Betrieb der Anlage. Wird gegen anerkannte Regeln der Technik oder behördliche Auflagen verstoßen, sind z. B. strafrechtliche Ermittlungen oder Regressforderungen des Sachversicherers möglich (**Bild 2 und 3**). ▶



Bild 2 | Lichtbogenschaden
Bild 3 | Bauteilversagen in der Wechselrichterverteilung



Das sind die typischen Mängel an landwirtschaftlichen PV-Anlagen

Mängel an PV-Anlagen können ganz unterschiedliche Ursachen haben. Wir fassen die häufigsten Mängel bei der Planung, der Installation und der Wartung zusammen.

DIE HÄUFIGSTEN PLANUNGSFEHLER SIND:

- Fehlende Berechnung der Gebäudestatik
- Installation von Komponenten innerhalb feuergefährdeter Betriebsstätten (**Bild 4**)
- Fehlender Fehlerstromschutz,
- Ungenügende Sturmsicherheit des Tragsystems
- Fehlender Diebstahlschutz
- Beeinträchtigung vorhandener Blitzschutzanlagen (**Bild 5**)
- Fehlender oder unvollständiger Überspannungsschutz
- Falsch ausgewählte oder unterdimensionierte Kabel

Bild 4 | Installation des Wechselrichters innerhalb einer feuergefährdeten Betriebsstätte



Bild 5 | Überbaute Blitzschutzanlage



Auch die Installation ist oft mangelhaft. Die Ursache liegt häufig in der fehlenden Qualifikation der Monteure, dem Zeitdruck und einer ungenügenden Bauleitung.



Bild 6 – 8 | Nicht fachgerechte Kabelführung

DIE HÄUFIGSTEN INSTALLATIONSMÄNGEL SIND:

- Ungeschützte und unbefestigte Kabelverlegung im Dachbereich (**Bild 6 – 8**)
- Beeinträchtigungen brandschutztechnischer Einrichtungen z. B. dem Überbauen von Brandwänden
- Umgebungsbedingungen für Betriebsmittel (z. B. Wechselrichter) nicht beachtet
- Ungenügender Potenzialausgleich
- Fehlende Erstprüfung gem. VDE 0100-600, und VDE 0126-23 sowie fehlende oder unzureichende Dokumentation

Auch nach erfolgter Installation und Inbetriebnahme treten Mängel an den PV-Anlagen auf, die durch Kontroll-Wartungsmaßnahmen erkannt und beseitigt werden müssen.



Bild 9 | Vogelnest auf Verteilung und Kabelbühne

DIE HÄUFIGSTEN INSTANDHALTUNGSMÄNGEL SIND:

- Vogelnester an oder auf den Betriebsmitteln (Bild 9)
- Verschmutzung von Betriebsmitteln (Module, Verteilungen, Wechselrichter) (Bild 10+11)
- Nagetier- oder Insektenbefall
- Eindringende Feuchtigkeit in Verteilungen
- Korrosion an Kabeltragsystemen und anderen Komponenten wie z. B. den Verschraubungen ▶



Bild 10 und 11 | Verschmutzung

Das sind die Konsequenzen aus den erkannten Mängeln

Die aufgeführten Mängel lassen sich vermeiden. Wir haben dazu Checklisten für die Planung, Installation und die spätere Wartung der Anlagen zusammengestellt.

EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PLANUNGSPHASE

- Wird die Planung und Installation von einer Fachfirma angeboten? Referenzanlagen besichtigen.
- Ist die Gebäudestatik ausreichend? Die Berechnung durch einen Statiker ist unbedingt erforderlich!
- Lässt sich das gewählte Tragsystem ohne Beschädigung des Daches befestigen?
- Liegt für das Tragsystem eine Berechnung der Statik vor? Hierbei muss die Windlastzone berücksichtigt werden!
- Liegt eine Freigabe des Tragsystem-Herstellers für die vorgesehenen Module vor?
- Ist der Dachaufbau aus brandschutztechnischer Sicht geeignet? Bei der Installation von PV-Anlagen auf Dächern mit brennbarer Dachhaut und brennbarer Dämmung, z. B. Dachpappe, ist eine gesonderte brandschutztechnische Betrachtung erforderlich!
- Ist auf dem Dach ein äußerer Blitzschutz vorhanden? Gegebenenfalls sollte bereits bei der Planung der PV-Anlage ein Blitzschutzfachbetrieb hinzugezogen werden.
- Falls ein Überspannungsschutz z. B. vom Versicherer gefordert wird: Ist der geplante Schutz ausreichend?
- Wird vom beauftragten Unternehmen eine ausreichende Dokumentation, z. B. Anlagenpass des ZVEH, erstellt?
- Müssen Brandschutzpläne oder Feuerwehrpläne eventuell aktualisiert werden?
- Werden Störmeldungen automatisch an Fachpersonal weitergeleitet und erfolgt eine kurzfristige Reaktion?
- Sind vom zukünftigen Betreiber wiederkehrende Prüfungen geplant? Beispiel: E-Check PV-Anlagen alle 4 Jahre; Thermografie: Empfehlung alle 2 Jahre.
- Wurde eine Sachverständigenabnahme vereinbart? (Sachverständige findet man z. B. unter: www.vds.de/esv)
- Am besten bindet man auch den Versicherer direkt in die Planungsphase ein.

EMPFEHLUNGEN FÜR DIE INSTALLATIONSPHASE

- Fachtechnische Überwachung der Montage durch eine qualifizierte Bauleitung sicherstellen
- Stichprobenartige Kontrolle des Baufortschritts durch einen Sachverständigen
- Inbetriebsetzung erst nach erfolgter Erstprüfung gem. VDE 0100-600 und VDE 0126-23 zulassen
- Der Installateur erhält die Restzahlung erst nach Übergabe einer vollständigen und überprüften Dokumentation.

EMPFEHLUNGEN FÜR DIE INSTANDHALTUNG

- Überwachung der Anlagendaten, z. B. Stör- und Betriebsmeldungen auswerten, Ertragsdaten von Teilanlagen vergleichen
- Regelmäßige und ereignisabhängige Sichtkontrollen der Anlage. Wenn er sich dabei nicht in Gefahr begibt (z. B. Absturz), kann der Landwirt diese Kontrollen auch selbst durchführen
- Reinigung der Anlage bei Bedarf durch einen Fachbetrieb
- Regelmäßige messtechnische Überprüfung der Anlage durch eine Elektrofachkraft mindestens alle 4 Jahre.
- Empfehlung: Abschluss eines Wartungsvertrages mit einem Fachbetrieb



Bild 12 | Professionelles Speichersystem

Neue Technologien – wohin geht die Reise?

Der technologische Fortschritt im Bereich der Photovoltaikanlagen verlief in den letzten Jahren sehr schnell und teilweise unübersichtlich. Neue Modultypen wurden entwickelt, z. B. die Folientechnik, röhrenförmige PV-Module oder Konzentratormodule. Bei einigen bekannten Modultypen wurden die Fertigungsqualität verbessert und Qualitätskontrollen wie die Elektrolumineszenzmessung in die Fertigung integriert. Bei den Wechselrichtern konnten die Wirkungsgrade gesteigert, die Leistungsregelung verbessert und gleichzeitig die Baugrößen reduziert werden.

Die neuen Entwicklungen haben direkten Einfluss auf die Planung einer Anlage. Der Landwirt ist auf eine fachkundige, möglichst neutrale Beratung angewiesen. Aus den neuen technologischen Ansätzen können aber auch neue Risiken entstehen.

Anlagen mit Batteriespeichern: Mit dem Start eines Förderprogramms für Solarstromspeicher und der möglichen Erhöhung des Eigenverbrauchsanteiles werden Batteriespeichersysteme auch für Privatkunden und Landwirte interessant. Beim Einsatz der Speichertechnologie sollte man unbedingt auf professionelle Systeme setzen (**Bild 12**). Die Installation und Inbetriebnahme einer solchen Anlage erfordert selbst von Elektrofachkräften besondere Kenntnisse. Ein „Eigenbau“ (**Bild 13**) mittels Laderegler und z. B. Batterien aus dem Kfz-Bereich entspricht meist nicht den normativen Anforderungen. Es können Brand- und Personengefahren entstehen.

„Steckerfertige“ Solarmodule und „Plug-In“-Anlagen: In den letzten Monaten wurden verstärkt sogenannte steckerfertige Solarmodule oder „Plug-In“-PV-Anlagen beworben. Das sind

Kleinstanlagen, die man z. B. in Baumärkten kaufen und ohne Fachkenntnisse installieren kann. Sie werden über eine Schutzkontakt-Steckverbindung direkt an die häusliche Elektroinstallation angeschlossen. Das kann zu einer Überlastung der Endstromkreise, zu höheren, unbemerkten Fehlerströmen und damit zu Brandgefahren führen. Auch die Leitungs- und Fehlerstromschutzschalter können ihre Schutzwirkung möglicherweise nicht erfüllen. Daher ist die Einspeisung in Endstromkreise in der VDE 0100-551 ausdrücklich untersagt. Entsprechende Warnhinweise sind bereits von staatlichen Stellen und dem VDE veröffentlicht worden.

Wenn es brennt

Die Einsatzkräfte der Feuerwehren müssen sich im Brand- und Gefahrenfall mit einer für sie recht neuen Gefährdungssituation auseinandersetzen. Da PV-Anlagen überwiegend in einem Spannungsbereich von deutlich oberhalb 120 V_{DC} arbeiten, kann es im Einsatz zu einer Personengefährdung kommen. Eine weitere Gefahr ist der mögliche Lichtbogen im Gleichstromkreis.

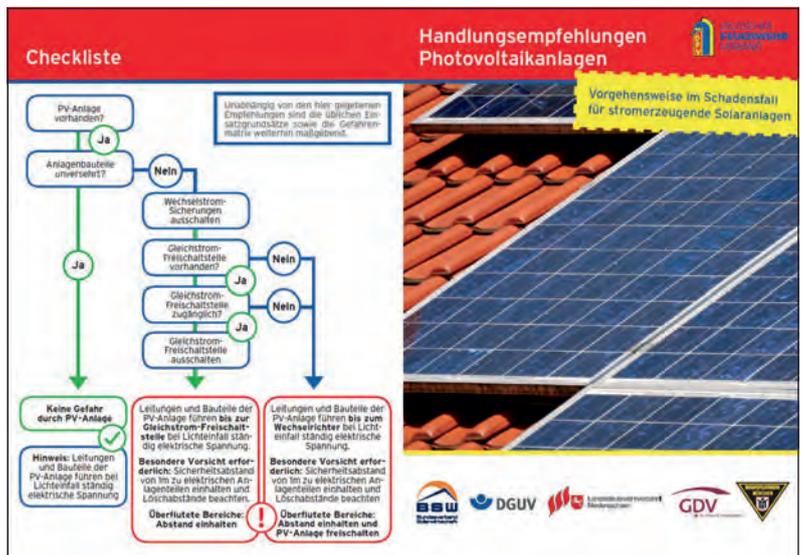
Geht es um teilweise zerstörte PV-Anlagen, müssen vor allem bei der Sicherung, Sanierung von Brandstellen und auch bei der Brandursachenermittlung Maßnahmen zum Personenschutz festgelegt werden. Natürlich muss man hier auch die Gefahr einer erneuten Zündung eines Brandes berücksichtigen.

Gerade die Freiwilligen Feuerwehren müssen zu den Besonderheiten bei Einsätzen an PV-Anlagen und die möglichen Gefahren geschult werden. Hierzu wurde die Norm ergänzt und die Einsatzkarte: „Handlungsempfehlung zum Umgang mit Photovoltaik-Anlagen“ erstellt (**Bild 14**). ▶

Bild 13 | Eigenbauspeicher



Bild 14 | Einsatzkarte PV-Anlagen



Abschaltvorrichtungen im Brandfall: Eine seit längerem diskutierte und von Feuerwehren und den Feuerversicherern immer wieder geforderte Schutzmaßnahme ist die Spannungsfreischaltung, möglichst direkt am PV-Modul. Zu diesen technischen Anforderungen wurde vom DKE eine Anwendungsregel (gleichwertig mit einer VDE-Norm) erarbeitet: „Anwendungsregel VDE AR-E 2100-712, Mai 2013“ Titel: „Maßnahmen für den DC-Bereich einer Photovoltaikanlage zum Einhalten der elektrischen Sicherheit im Falle einer Brandbekämpfung oder einer technischen Hilfeleistung“.

Als Schutzziel wurde festgelegt, dass im Schadenfall (Brandfall, Einsturz der Trägerkonstruktion etc.) gefährliche berührbare Spannungen nicht auftreten dürfen. Die in dieser Anwendungsregel beschriebenen Maßnahmen können zwischen dem Planer, dem beauftragten Installateur und dem Landwirt als Betreiber der PV-Anlage vereinbart werden. Die Entscheidung, diese Maßnahmen zu treffen, liegt aber beim Betreiber.

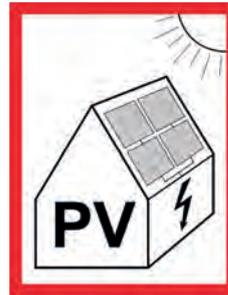


Bild 15 | Hinweisschild

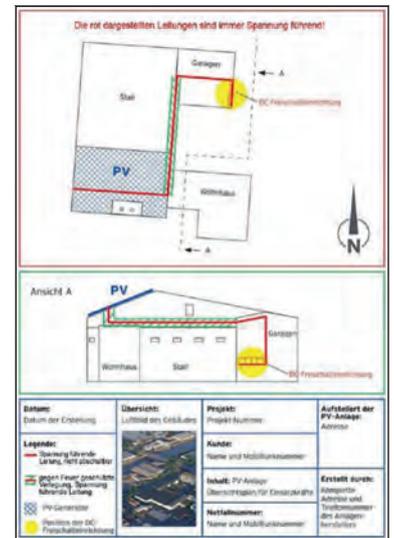


Bild 16 | Übersichtsplan

Die Anwendungsregel beschreibt u. a. folgende Maßnahmen:

Kennzeichnung und Dokumentation:

- Kennzeichnung der Anlage und der Leitungsdurchführungen mit PV-Gleichstrom
- Kennzeichnung eines Gebäudes mit einer PV-Anlage (**Bild 15**)
- Übersichtsplan mit wichtigen Informationen wie z. B. Kabelwege der Spannung führenden Leitungen, Installationsort des PV-Generators, Position der DC-Freischaltvorrichtungen (**Bild 16**)
- Gibt es einen Feuerwehrplan für das Gebäude, muss er entsprechend angepasst werden

Bauliche und organisatorische

Installationsmaßnahmen:

- Gegen Berührung und Feuer geschützte Verlegung der Gleichstrom-Leitungen im Gebäude
- Verlegung des Gleichstrom-Bereichs einer PV-Anlage außerhalb des Gebäudes

Technische Installationsmaßnahmen:

- Einrichtungen zum Trennen des Strangs oder des PV-Generators
- Einrichtungen zum Kurzschließen des Strangs oder des PV-Generators
- Einrichtungen zum Abschalten des PV-Moduls
- Einrichtungen zum Kurzschließen des PV-Moduls

Für diese Einrichtungen werden technische Mindestanforderungen, aber auch notwendige Einschränkungen erläutert. Für einzelne der oben genannten Einrichtungen bedarf es noch weiterer Produktnormen, bei anderen ist eine technische Realisierung bisher noch nicht absehbar.

Wer trägt die Verantwortung – wer haftet?

Für den ordnungsgemäßen Zustand einer PV-Anlage oder deren zugehörigen elektrischen Betriebsmittel ist (wie bei jeder anderen technischen Einrichtung auch) der Betreiber verantwortlich. Die Mindestforderung zur Prüfung ortsfester elektrischer Anlagen ist in der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (VSG 1.4)“ der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau festgelegt. Das maximal zulässige Prüfintervall beträgt demnach 4 Jahre! Diese Prüfungen können nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden. Und: Zur fachgerechten Prüfung einer PV-Anlage sind auch bei den Elektrofachkräften eine spezielle Ausbildung und hierfür besonders geeignete Messgeräte erforderlich. (**Bild 17**) Ein Wartungsvertrag kann den ordnungsgemäßen Zustand der PV-Anlage sicherstellen. Hierin werden die Überwachung der Anlage, der Intervall und Umfang der regelmäßigen Prüfungen vertraglich vereinbart.

Der Landwirt ist als Betreiber dafür verantwortlich, dass diese Vorschriften eingehalten werden. Beachtet er das nicht, kann er für die daraus eventuell resultierenden Sach- und Personenschäden haften. Strafrechtliche Ermittlungen sowie Regressforderungen z. B. der Versicherer sind möglich. Bei einer PV-Anlage ist der Eigentümer des Gebäudes nicht immer automatisch auch der Betreiber der Anlage. In diesem Fall muss die wiederkehrende Prüfung der Anlage vertraglich geregelt sein.

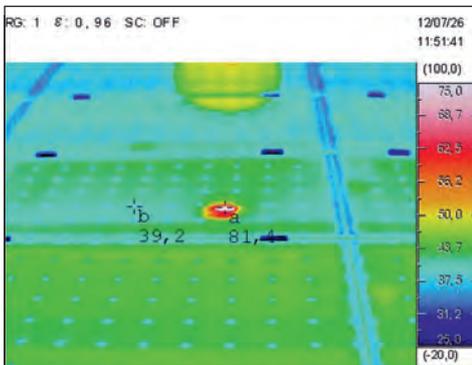


Bild 17 |
Thermografie
PV-Anlagen



Bild 18 | Richtlinie E-Check PV

Weitere Informationen und Richtlinien

Elektrohandwerk: Der „Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke“ (**Bild 18**) (ZVEH) hat eine „Richtlinie zum E-CHECK PV-Anlagen“ herausgegeben. Hier wird für die Elektrofachkraft der Ablauf der Wiederholungsprüfung an PV-Anlagen festgelegt. Durch diesen E-CHECK sollen Mängel und Gefahren an PV-Anlagen und deren zugehörigen Betriebsmittel erkannt werden.

Die Richtlinie für den E-CHECK schreibt folgende Überprüfungen der PV-Anlage vor:

- Gebrauchs- und Funktionsfähigkeit
- Ordnungsgemäßer, sicherheitstechnischer Zustand
- Schutz gegen elektrischen Schlag
- Schutz gegen elektrisch gezündeten Brand
- Maßnahmen gegen Blitzeinwirkung und Überspannung,
- Energieeinsparung
- Ertragszustand



Bild 19 | Technischer Leitfaden Photovoltaikanlagen

Sachversicherer, GDV: Der vom GDV erarbeitete technische Leitfaden VdS 3145 (**Bild 19**) wendet sich in erster Linie an die Planer und Errichter von PV-Anlagen (2011 veröffentlicht). So soll verhindert werden, dass Risiken bei der Planung übersehen werden. Hierzu legt der Leitfaden Mindestanforderungen insbesondere an die Inbetriebsetzung, Abnahme und Dokumentation fest.

Die zurzeit noch vorhandenen Lücken in den bereits bestehenden Vorschriften sollen so weit möglich geschlossen werden. Außerdem will man besonders auf die technischen Möglichkeiten zur Verbesserung der Sicherheit bei Feuerwehreinsätzen hinweisen.

Der Leitfaden kann direkt beim VdS oder über die Sachversicherer in gedruckter Form bezogen werden. Außerdem gibt es die Richtlinie kostenlos in elektronischer Form auf der Internetseite des VdS http://vds.de/fileadmin/vds_publicationen/vds_3145_web.pdf. ■

Dipl.-Ing. Lutz Erbe
VGH – Versicherungen
Hannover

Bildnachweis:
VGH (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 17), L. Erbe (10, 11), IBC Solar (12),
Deutscher Feuerwehrverband (14), VDE (15, 16), ZVEH (18), GdV (19)