

Sonne Strom Netze

NEUE CHANCEN FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT MIT PHOTOVOLTAIK

Photovoltaikanlagen – worauf muss der Bauherr bei
Vergabe, Umsetzung und Wartung achten?

Wichtige Stationen im Bereich der Elektrotechnik

André Hannemann

- 1989 Abschluss der Berufsausbildung zum Elektroinstallateur und Anlagenbaumonteur
- 1998 Ernennung zum Elektrotechniker-Meister
- 2011 Ausbildung zum Sachverständigen für Photovoltaik beim (TÜV-Rheinland)
- Projektleitung und Serviceleitung für einen großen Photovoltaikanlagenerrichter in Münster
- 2011 Gründung des Sachverständigenbüros für Photovoltaikanlagen
- 2011 Dozent an der TÜV-Rheinlandakademie für die Ausbildung von Servicetechniker und Sachverständige für Photovoltaikanlagen
- 2012 Gründung der Solar Akademie Braunschweig gemeinsam mit 2 Sachverständigen
- 2013 Netzmeister bei den Stadtwerken Ostmünsterland (ehemals ETO)
- 2013 Beratung von einem Photovoltaikanlagenerrichter und Zusammenarbeit mit einer Anwaltskanzlei in Münster
- 2016 Freier Dozent für das IBC-Solarkompetenzzentrum



Nicht mehr gültige Zertifizierung
von 2011 bis 2020



André Hannemann

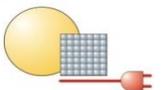
Sachverständiger für Photovoltaikanlagen
Elektrotechnikermeister

Am Vinckenbusch 54
48351 Everswinkel

Mobil: 0175 812 37 93

Mail: info@hannemann-sv.de

www.hannemann-sv.de



Worauf muss der Bauherr bei Photovoltaikanlagen achten?

■ Vergabe

- Brandschutz und Haftung aktuell
- Schadensfälle und deren Analysen
- Qualifikation vom Anlagenerrichter

■ Umsetzung

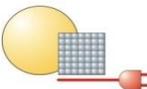
- Qualität der Statik, Dacheindeckung und Brandschutz
- Qualität der Montagegestelle und Befestigungen
- Qualität der Modulverkabelung / DC-Verkabelung
- Qualität der Modulstecker & Stringstecker
- Qualität des Wechselrichterstandorts

■ Wartung

- Wie sind die gesetzlichen Regelungen für die Wartung festgelegt.
- Wer sollte Wartungen an Photovoltaikanlagen durchführen.
- Was muss bei der Wartung beachtet werden.

■ Dokumentation für Photovoltaikanlagen

- Liste welche Dokumentation den Anlagenbetreiber übergeben werden müssen.



Brandschutz und Haftung aktuell

Quelle: <https://www.photovoltaikeu.com/beraten-kaufen/gerichtsurteile-wer-haftet-im-brandfall>

❑ Wer haftet im Brandfall?

❑ 11.12.2020 16:00 | Veröffentlicht in [Ausgabe 10-2020](#)

❑ **Gerichtsurteile — Der Solargenerator setzt ein Dach unter Feuer, das Haus brennt vollständig nieder. Die Klärung der Schuld erwies sich als kompliziert, ging bis vor den BGH.**

❑ **Welche Lehren daraus zu ziehen sind?**

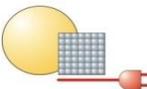
❑ **Ein Praxisreport**

❑ Es ist der Albtraum eines jeden Hausbesitzers: Ein Passant bemerkte zur Mittagszeit, dass Rauch von einem Gebäude aufstieg, und alarmierte die Feuerwehr. Als die Feuerwehr eintraf, musste sie zunächst die elektrischen Systeme vor der Brandbekämpfung ausschalten. Wenige Augenblicke später breitete sich das Feuer im ganzen Gebäude aus.

❑ An dem Gebäude, in dem sich ein Elektromarkt befand, entstand ein Schaden von mehr als drei Millionen Euro. Auch die Photovoltaikanlage auf dem Dach, bestehend aus 390 Modulen, wurde zerstört. Besonders tragisch: Eine Photovoltaikanlage hatte nur wenige Jahre zuvor an gleicher Stelle zur Zerstörung des Gebäudes geführt.

❑ **Schon wieder ein Brand!**

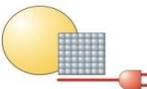
❑ Der Hauseigentümer hatte alles neu aufgebaut, sich wieder für Photovoltaik entschieden und einen Elektrofachbetrieb mit der Installation beauftragt.



Brandschutz und Haftung aktuell

Quelle: <https://www.photovoltaik.eu/beraten-kaufen/gerichtsurteile-wer-haftet-im-brandfall>

- ❑ Allerdings hat der Hauseigentümer nicht die gesamte Planung und Errichtung der Photovoltaikanlage in die Hände des Fachbetriebs gelegt. Geplant wurde die Anlage von einem anderen Unternehmen, die Komponenten beschaffte er selbst.
- ❑ Nachdem der zweite Brand gelöscht war, kontaktierte der Gebäudeeigentümer die Versicherung für das Gebäude und den Elektromarkt. Die Versicherung übernahm den Schaden, wollte aber auf den hohen Kosten nicht sitzen bleiben und erhob Klage gegen das Elektrofachunternehmen, das die Photovoltaikanlage installiert und angeschlossen hatte.
- ❑ **Klage vor drei Gerichten**
- ❑ Gleich drei Gerichte haben sich mit der Klage befasst. Das OLG Oldenburg hat diesen Fall in zweiter Instanz mit Urteil vom 23. September 2019 (Aktenzeichen 13 U 20/17) entschieden. Am 20. April 2020 wurde das Urteil durch Beschluss des Bundesgerichtshofs (VII ZR 233/19) rechtskräftig.
- ❑ Die Gerichte versuchten mit mehreren Sachverständigengutachten, der Ursache des Brandes auf die Spur zu kommen. Gründe außerhalb der Photovoltaikanlage konnten ausgeschlossen werden. In den Fokus des Prozesses geriet ein Feuerwehrscharter der Anlage, der keine CE-Kennzeichnung aufwies und zudem falsch montiert wurde.
- ❑ Letztendlich konnten die Sachverständigen aber nicht einwandfrei klären, ob dieser Schalter oder ein defektes Kabel den Brand ausgelöst hatte. Dies hätte das Elektrofachunternehmen, das die Anlage errichtet hatte, eigentlich entlasten können. Denn ohne Beweis eines Fehlverhaltens kann es keine Verurteilung geben.



Brandschutz und Haftung aktuell

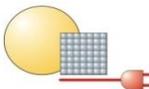
Quelle: <https://www.photovoltaiik.eu/beraten-kaufen/gerichtsurteile-wer-haftet-im-brandfall>

❑ Vernachlässigter Brandschutz

- ❑ Das Oberlandesgericht Oldenburg, das diesen Fall rechtskräftig entschied, fand jedoch einen anderen Hebel, um das Elektronunternehmen in die Haftung zu nehmen: der vernachlässigte Brandschutz der Dachhaut. Vorliegend handelte es sich um ein „hartes Dach“ aus Kunststoff beziehungsweise Bitumen. Dieses Dach hält zwar Flugfeuer und ausstrahlender Wärme von außen stand, nicht aber einer unmittelbaren Befeuernng.
- ❑ Das Gericht stellte fest, dass das Elektronunternehmen die Photovoltaikanlage nicht hätte anschließen dürfen, ohne eine sichere Trennung zwischen den elektrischen Komponenten der Photovoltaikanlage als Zündquellen und der Dachoberfläche als Brandlast sicherzustellen. Dies hätte zum Beispiel durch Verlegung einer feuerfesten Zwischenschicht auf den Dachbahnen geschehen können.

❑ DIN-Norm missachtet

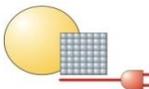
- ❑ Das Versäumnis des Elektrobetriebs ist nach Auffassung der Richter ein Verstoß gegen die DIN VDE 0100-100. Dort ist festgelegt, dass elektrische Betriebsmittel, die hohe Temperaturen oder elektrische Lichtbögen verursachen können, so angebracht werden müssen, dass kein Risiko der Entzündung von brennbaren Materialien besteht.
- ❑ Die Richter haben im Urteil klar formuliert, was sie von dem Elektrobetrieb erwartet hätten: Entweder hätte der Elektrobetrieb vor der Installation der Photovoltaikanlage beim Hersteller der Dachhaut Erkundigungen zur Brennbarkeit einholen oder auf Resten der Dachbahn selbst eine Brandprobe durchführen müssen.



Brandschutz und Haftung aktuell

Quelle: <https://www.photovoltaikeu/beraten-kaufen/gerichtsurteile-wer-haftet-im-brandfall>

- ❑ Der Elektrobetrieb verwies zu seiner Entlastung auf seine allgemeinen Geschäftsbedingungen, welche die Haftung für leichte Fahrlässigkeit ausschlossen. Die Richter des Oberlandesgerichts versperrten jedoch auch diesen Weg. Die Nichtbeachtung einer DIN-Norm als anerkannte Regel der Technik sei eine erhebliche Pflichtverletzung und nicht nur leichtes Fehlverhalten.
- ❑ **Mitschuld des Eigentümers**
- ❑ Als letztes Argument blieb dem Elektrounternehmen der Verweis auf die anderen Beteiligten. Schließlich wurde die Photovoltaikanlage von einem anderen Unternehmen geplant, das der Gebäudeeigentümer beauftragt hatte. Dieser Einwand traf bei den Richtern auf offene Ohren.
- ❑ Auch den Planer der Anlage treffe ein Mitverschulden, weil bei der Planung hätte berücksichtigt werden müssen, dass die Dachhaut mit besonderen Maßnahmen gegen Lichtbögen und Funken zu schützen war. Dieses Verschulden sei dem Eigentümer als Auftraggeber zuzurechnen.
- ❑ Zu dessen Lasten wertete das Gericht darüber hinaus, dass das Gebäude schon einmal durch eine Photovoltaikanlage in Brand gesetzt wurde. Der Gebäudeeigentümer hätte also sensibilisiert sein und besonderen Schwerpunkt auf fachgerechte Planung legen müssen, um die Wiederholung eines solchen Unglücks auszuschließen. Das OLG gewichtete den Schadensanteil des Gebäudeeigentümers mit 60 Prozent, sodass der Elektrobetrieb am Ende für 40 Prozent des Schadens geradestehen musste.



Brandschutz und Haftung aktuell

❑ Vorsicht bei Arbeitsteilung

- ❑ Für alle Beteiligten von Photovoltaikprojekten – Investoren wie Planer und Solarteure – lässt sich aus dem Urteil die Erkenntnis gewinnen, in arbeitsteiligen Konstellationen besondere Vorsicht walten zu lassen. Wenn Planung, Installation und Beschaffung der Komponenten in verschiedenen Händen liegen, kann man sich nicht automatisch darauf verlassen, dass die anderen Mitwirkenden alle wesentlichen Risiken des Vorhabens bereits berücksichtigt haben.
- ❑ Gerade im Hinblick auf die Dachhaut und andere Gebäudeteile, die mit den elektrischen Teilen der Photovoltaikanlage in Berührung kommen, sollten bereits vor Vertragsabschluss Brandschutzmaßnahmen in Erwägung gezogen werden. Im Zweifel ist Kontakt mit dem Hersteller der Gebäudeteile aufzunehmen, um zu prüfen, ob hier besondere – gegebenenfalls kostenträchtige – Maßnahmen zum Brandschutz berücksichtigt werden müssen.

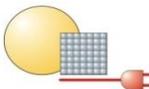
Quelle: <https://www.photovoltaik.eu/beraten-kaufen/gerichtsurteile-wer-haftet-im-brandfall>



Quelle Foto: 7aktuell.de/Kevin Lerner

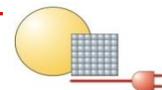


Quelle Foto: BFK Baden/Stefan Schneider



Schadensfälle und deren Analysen

- Im Rahmen eines vom Bundes-Umweltministerium (BMU) geförderten Projektes hat das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) zusammen mit anderen namhaften Partnern wie dem TÜV Rheinland Brand- und Überhitzungsfälle in PV-Anlagen recherchiert.
- Diese Auswertung und Ermittlung hat den Stand vom Jahr 2013 und wurde im April 2015 mit dem Abschlussbericht „Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung“ abgeschlossen.
(seit dem erfolgten keine weiteren Untersuchungen mehr an Photovoltaikanlagen bzw. veröffentlichte Statistiken)
- Gefunden wurden ca. 430 Fälle von Brand- und Hitzeschäden in PV-Anlagen in ca. 3 Jahren
- davon etwa 220 Fälle mit externer Brandursache & etwa 210 Fälle mit Brandursache in der PV-Anlage
- Ausgewertet wurden ca. 210 Brand und Überhitzungsfälle an den PV-Anlagen
- Zu diesem Zeitpunkt (2013) gab es in Deutschland ca.1,3 Mio. PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von über 30 GWp.
- Diese 210 Fälle wurden tiefer analysiert insbesondere: Anlagentyp, Höhe des Schadens, Auswirkung auf die Umgebung, Fehlerursache, Komponente die den Brand auslöste und Anlagenalter
- **Fazit der Untersuchungen**
Eine fachgerechte Erstprüfung und regelmäßige Inspektionen unter Einsatz einer Thermografie-Kamera reduzieren die Wahrscheinlichkeit eines Brandes erheblich. Gleichzeitig sind die Ergebnisse in die aktuelle Normung z.B. in der DIN VDE 0100-Teil712 & DIN VDE 0126-Teil23-1 eingeflossen.



Schadensfälle und deren Analysen

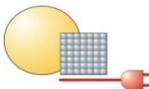
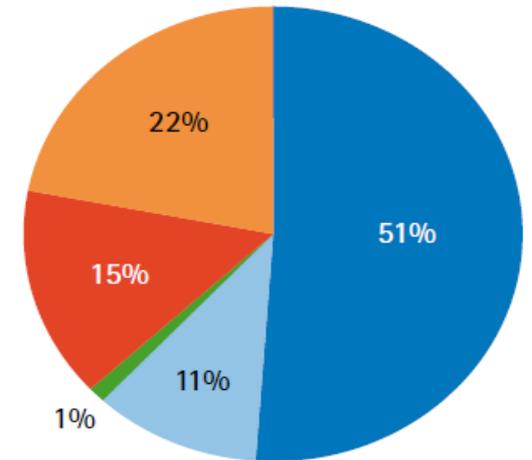
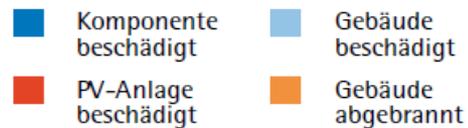
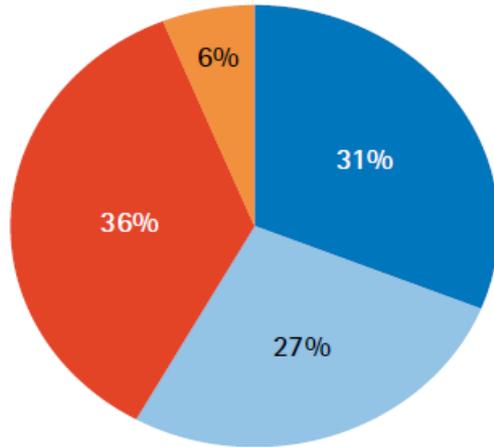
☒ Übersicht zur Schadenshöhe der untersuchten Fälle

Komponente beschädigt	59
PV-Anlage beschädigt	75
Gebäude beschädigt	67
Gebäude abgebrannt	12

☒ Anteil der Schäden nach Anlagentyp

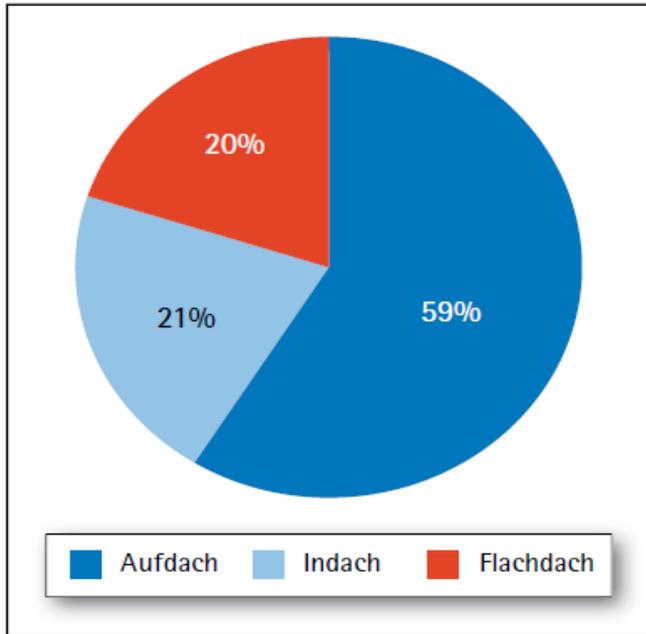
☒ Schäden bei ca. 210 Fällen

Quelle: Sonnenenergie 5/2014 Autoren
Hermann Laukamp und Georg Bopp
Fraunhofer ISE

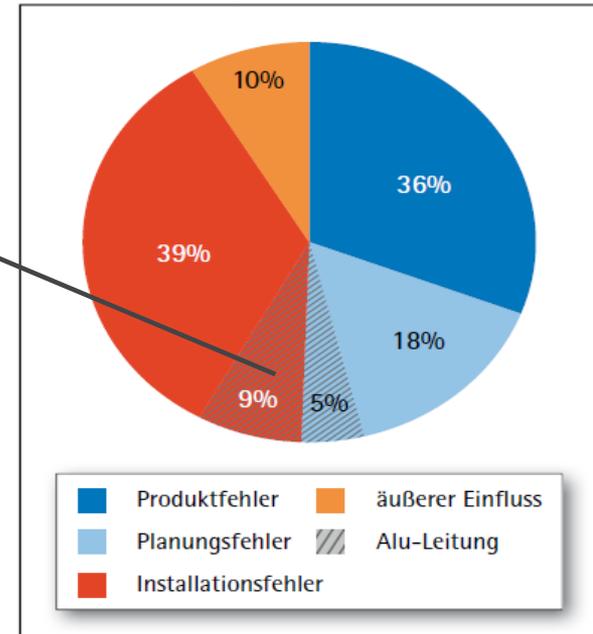


Schadensfälle und deren Analysen

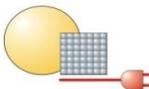
- Schadensverteilung bei Schadensfällen mit beschädigtem Gebäude (Basis 57 Schadensfälle)



- Anzahl der Schadensursachen (ca. 100 Fälle). Fälle, bei denen eine Aluminium-Leitung beteiligt war, sind schraffiert gekennzeichnet.

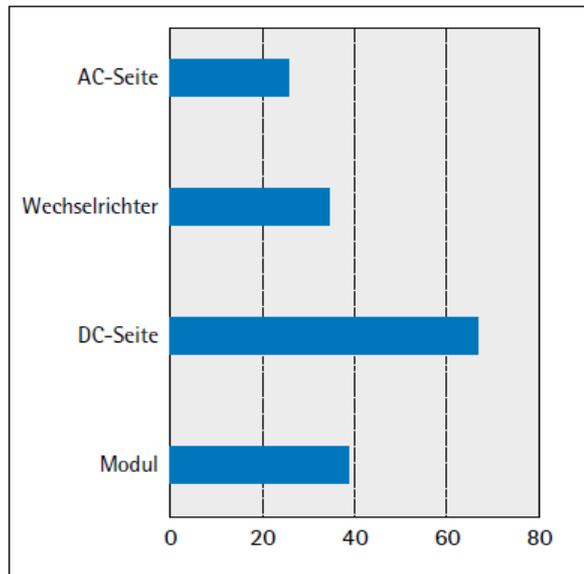


Quelle: Sonnenenergie 5/2014 Autoren *Hermann Laukamp und Georg Bopp* Fraunhofer ISE

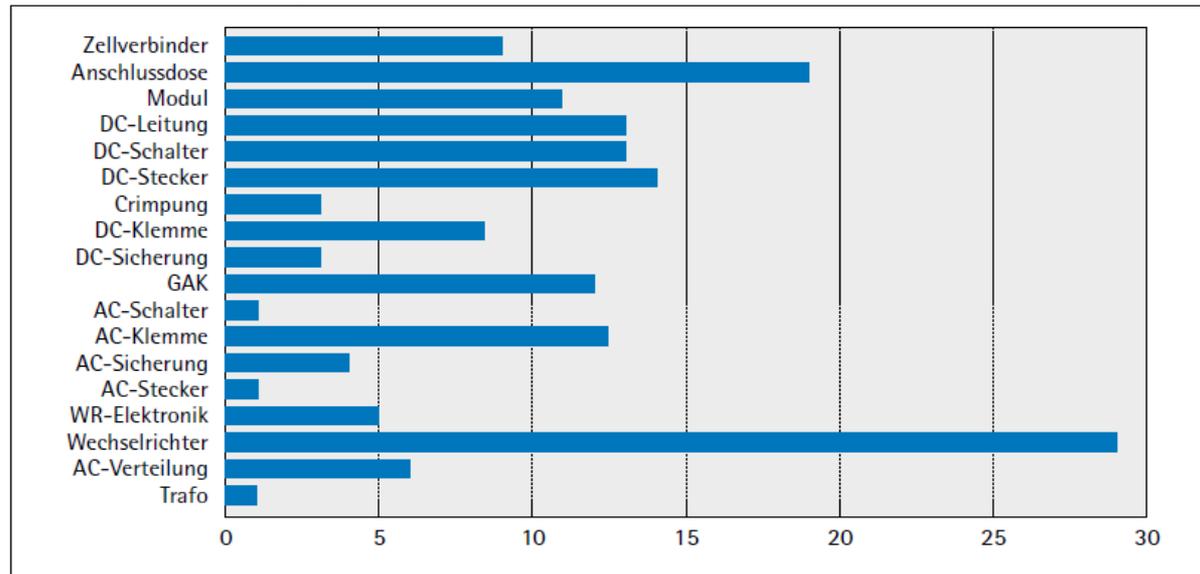


Schadensfälle und deren Analysen

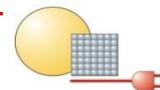
■ Anzahl der Fehler pro Anlagenteil (für insgesamt 174 Fehler)



■ Anzahl Fehler pro Komponente (Gesamtzahl Fehler 174). Anschlussdose steht für Modulanschlussdose, Crimpung für Crimpkontakte von DC-Steckern, GAK für Generatoranschlusskasten, WR für Wechselrichter und Trafo für den Netztransformator der Einspeisestation. Damit wird der Ort beschrieben, nicht die Ursache!

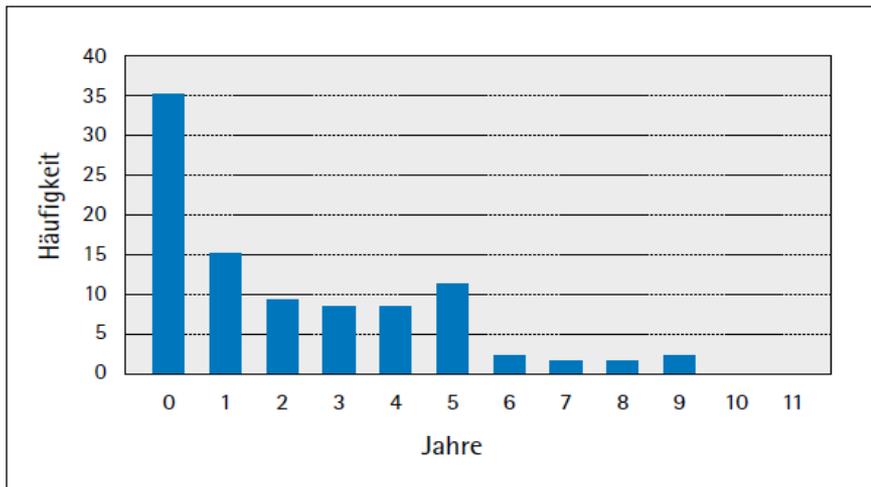


Quelle: Sonnenenergie 5/2014 Autoren *Hermann Laukamp* und *Georg Bopp* Fraunhofer ISE

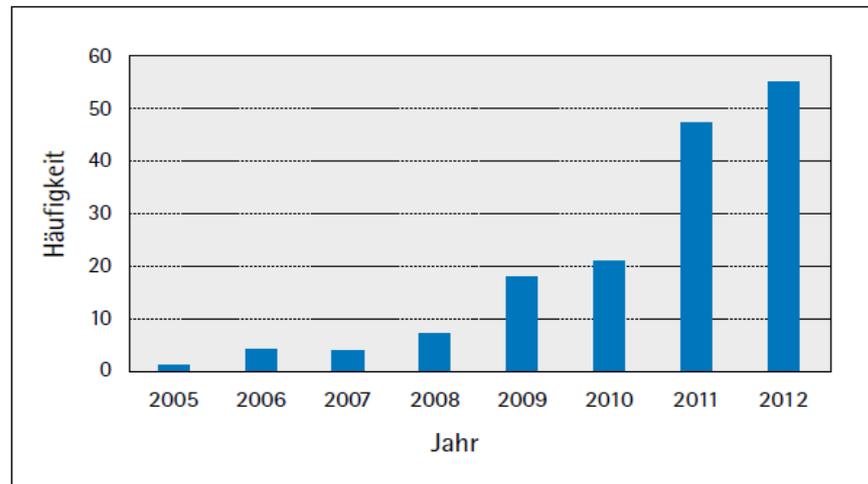


Schadensfälle und deren Analysen

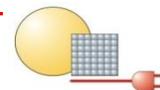
- Alter der Anlage zur Schadenszeit
(99 Fälle)



- Schadensfälle nach Eintrittsjahr. Mit den Zubauraten steigt auch die Schadenshäufigkeit
(Angaben für insgesamt 157 Fälle)



Quelle: Sonnenenergie 5/2014 Autoren *Hermann Laukamp und Georg Bopp* Fraunhofer ISE



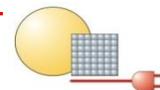
Schadensfälle und deren Analysen

❑ Fazit aus der Schadensanalyse

- ❑ Photovoltaikanlagen haben ein zwar geringes, aber nicht vernachlässigbares Risiko, einen Brand auszulösen.
- ❑ Module und Wechselrichter sind erwartungsgemäß relativ auffällige Komponenten.
- ❑ Überraschend häufig wurden Fehler bei folgenden Komponenten festgestellt:
 - bei DC-Steckern
 - in der AC-Verteilung mit allen Komponenten und besonders den Klemmenverbindungen
 - mit falscher Verarbeitung von Alu-Leitungen
- ❑ Hauptursachen für Brände sind „**Installationsfehler**“ und Wechselrichter-Produktfehler.
- ❑ **Alle bauseitig errichteten Verbindungen sind potentiell kritisch.**
- ❑ Fazit des Sachverständigen André Hannemann:

Photovoltaikanlagen sind sichere und beherrschbare elektrische Anlagen!

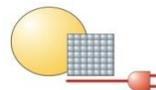
Wenn alle Beteiligten wie z.B. Bauherr, Anlagenplaner und Errichter Ihre Aufgaben sorgfältig erledigen und die gültigen Vorschriften sowie die Herstellervorgaben beachten und einhalten.



Qualifikation vom Anlagenerrichter

▣ Auswahl und mögliche Qualifikation des Anlagenerrichters

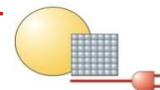
- ▣ Theoretisch dürfen sie selbst die Solarmodule auf dem Dach anbringen. Davon raten Fachleute allerdings ab, da die Hersteller ihre jahrzehntelangen Garantien von einer fachgerechten Montage abhängig machen. Den Anschluss an die Hauselektrik und ans Stromnetz muss ohnehin von einem Elektrofachbetrieb erledigt werden.
- ▣ Bei der Errichtung und Inbetriebnahme von PV-Anlagen gibt es eine Vielzahl an technischen und konstruktiven Dinge zu beachten, die nur durch einen erfahrenen und qualifizierten Installationsfachbetrieb oder von Sachverständigen überblickt werden können. Deshalb ist die Begleitung durch einen unabhängigen Experten für die Planung, Errichtung und Inbetriebnahme inklusive der Qualitätskontrolle besonders bei großen Anlagen ratsam.
- ▣ Prüfen Sie welche Qualifikation der Anlagenerrichter besitzt z.B.:
 1. Prüfen Sie, ob das Unternehmen tatsächlich existiert (z.B. www.unternehmensregister.de) und wie sehen die Berichte und Jahresabschlüsse aus
 2. Zertifizierung durch Prüforganisationen wie der TÜV, DEKRA, DGS-Mitglieder, BSW-Mitglieder
 3. Zertifizierung durch Hersteller oder Großhändler (z.B.: Fachhandwerkspartner von IBC-Solar)
 4. Kann der Solar-Fachbetrieb Referenzen und Schulung vorweisen (Batteriespeicher-Schulungen)
 5. Empfehlungen aus der Nachbarschaft einholen - vertrauenswürdige Empfehlungen von Freunden und Verwandten
 6. Bei einem lokalen Partner besser aufgehoben, kurze Wege und schnelle Kommunikation



Qualifikation vom Anlagenerrichter

▣ Auswahl und mögliche Qualifikation des Anlagenerrichters

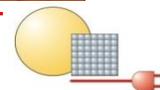
6. Überprüfen Sie sonstige Informationen (Zum Beispiel die Anzahl der Mitarbeiter, die Anzahl der Filialen, die aktuelle Website und die Profile und Bewertungen in den sozialen Medien. All dies kann bei Ihrer Entscheidung hilfreich sein.)
7. Eintragung in die Handwerksrolle bzw. beim Netzbetreiber (wichtig bei den Elektrischen Anschlüssen)
8. Arbeitet das Unternehmen mit Subunternehmern (Dachdecker & Elektroinstallateur oder Montagetrupps)
9. Findet ein Termin vor Ort statt (Gute Solarteure werden ein Angebot erst nach einem Vor-Ort-Termin erstellen.)
10. Wie schnell bekommen Sie Antworten und Angebote (zur Zeit sind Vorlaufzeiten von 8 bis 12 Wochen Normal / Montage in ca. 1 Jahr möglich, teilweise nur noch Bestandskunden)
11. Ca. 3 Angebote einholen und wurden qualitativ hochwertige Komponenten angeboten
 - ❖ Fazit ein gutes Marketing bedeutet nicht gleich eine fachgerechte Installation einer Photovoltaikanlage
 - ❖ Eine Beachtung der Landesbauordnungen, das bestehende Brandschutzkonzept, die Gebäudestatik und auch der Versicherungsschutz vom Gebäude müssen unbedingt geprüft werden. Hier ist in der Regel immer der Anlagenbetreiber und nicht der Anlagenerrichter zuständig.
 - ❖ Achtung bei größeren Photovoltaikanlagen und Erweiterungen von vorhanden Erzeugungsanlagen sind eventuell umfangreiche Umbauten im Bereich der Elektroinstallation notwendig. Hier haben sich diverse Vorschriften verändert.
 - ❖ Sinnvoll kann hier eine Machbarkeitsstudie durch Sachverständige, Statiker oder Fachplaner sein um unerwartet hohe Kosten zu vermeiden. z.B.: Dacheindeckung, Umbau von Zähleranlagen und Trafostationen



Umsetzung und Beachtung beim Bau von Photovoltaikanlagen

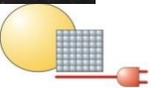
❑ Wie verteilen sich die Mängel an Photovoltaikanlagen:

- ❑ Von 10 geprüften Photovoltaikanlagen haben:
- ❑ 9 von 10 Anlagen keine ausreichende Dokumentation nach DIN VDE 0126-Teil23-1 (siehe Ende)
- ❑ 9 von 10 Anlagen mind. eine Montageanleitung der Hersteller wurde nicht eingehalten (Modulhersteller, Montagesysteme, Wechselrichter u.a.)
- ❑ 8 von 10 Anlagen Mängel im Bereich der Systemstatik
- ❑ 7 von 10 Anlagen keine Erstinbetriebnahme-Messungen durchgeführt
- ❑ 6 von 10 Anlagen keine fachgerechte Verlegung der DC-Leitung
- ❑ 5 von 10 Anlagen keine fachgerechte Dacheinführung
- ❑ 5 von 10 Anlagen Befestigungen wie Dachanker oder Stockschrauben nicht fachgerecht montiert
- ❑ 5 von 10 Anlagen Mängel im Bereich der Elektroinstallation
- ❑ 4 von 10 Anlagen Überspannungsableiter fehlen
- ❑ 3 von 10 Anlagen Mängel im Bereich der Wechselrichterauslegung
- ❑ 2 von 10 Anlagen Schäden an der Dacheindeckung



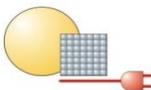
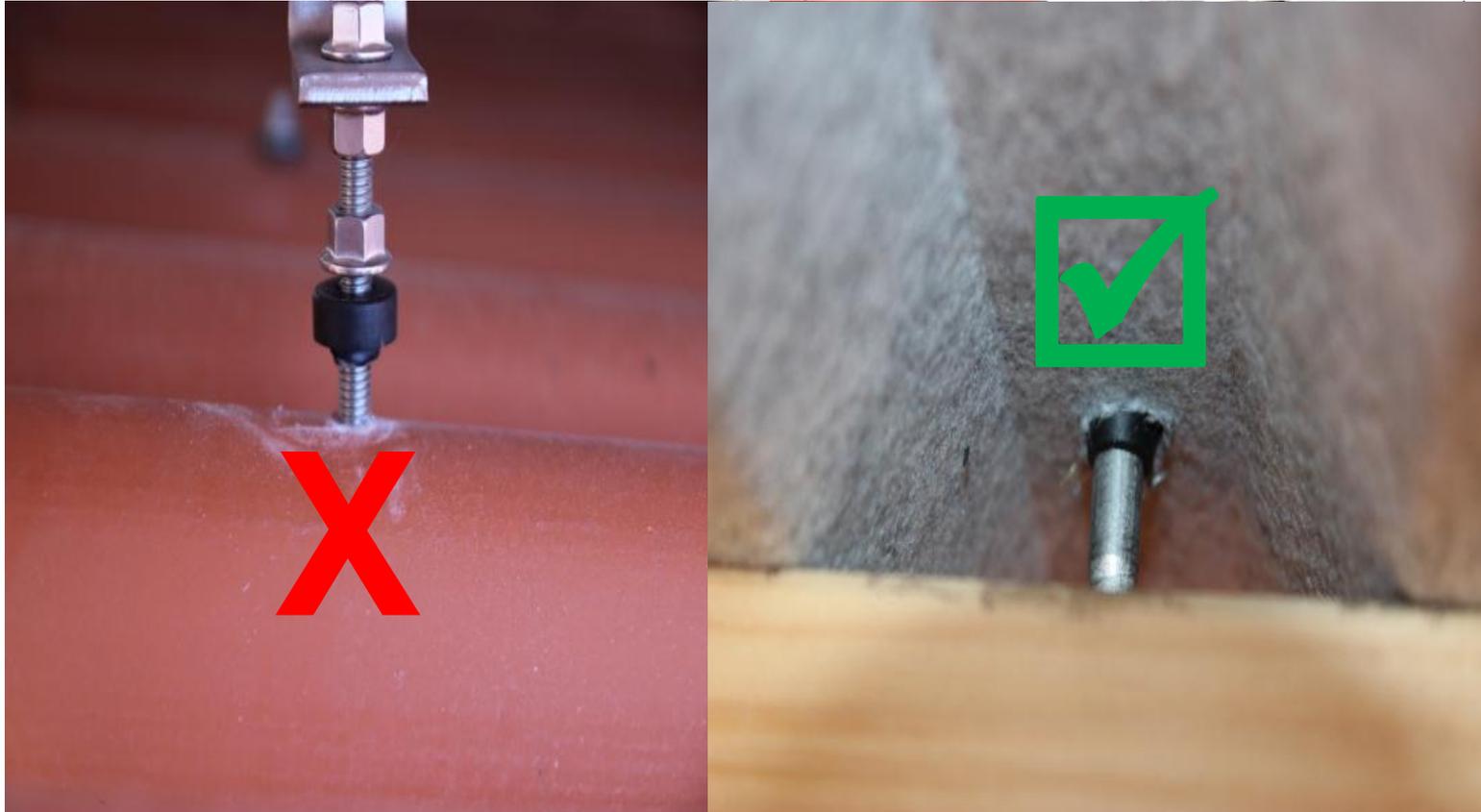
Umsetzung und Beachtung beim Bau von Photovoltaikanlagen

■ Qualität der Statik, Dacheindeckung und Brandschutz



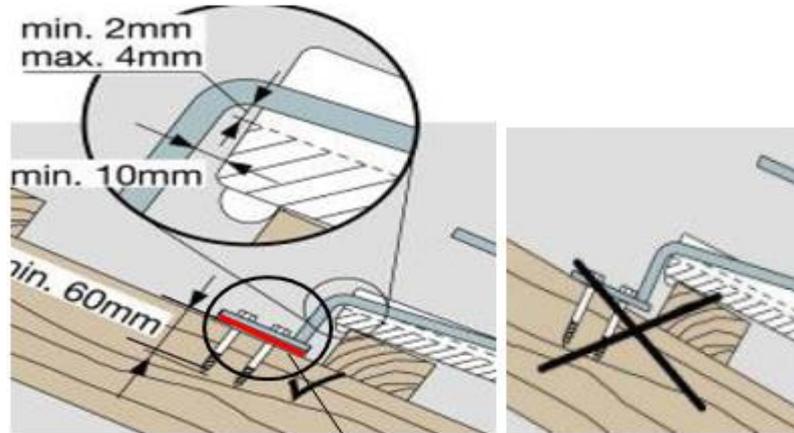
Umsetzung und Beachtung beim Bau von Photovoltaikanlagen

■ Qualität der Montagegestelle und Befestigungen

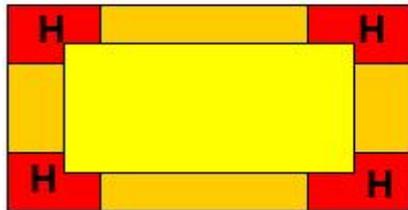


Umsetzung und Beachtung beim Bau von Photovoltaikanlagen

■ Qualität der Montagegestelle und Befestigungen

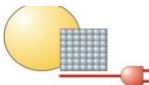


Distanzplatte



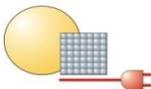
Dachhaken (DH)

- Dachhaken dürfen nicht aufsitzend auf dem Ziegel geplant und montiert werden.
Mind. Abstand zum Ziegel 2 mm.
- Bei unterschiedlicher Lattung passenden Dachhaken wählen
- Bei Bedarf Distanzplatten einsetzen
Unterlegplatten 3-5 mm
= Größe DH-Befestigungsplatte für alle Dachhaken
- Befestigung je nach Schnee- und Windlastzone auf jedem oder jedem zweiten Sparren im Sparrenwechsel.
Die Schrauben zur Befestigung des Dachhaken sind bauseits zu bestellen



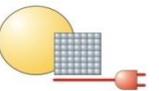
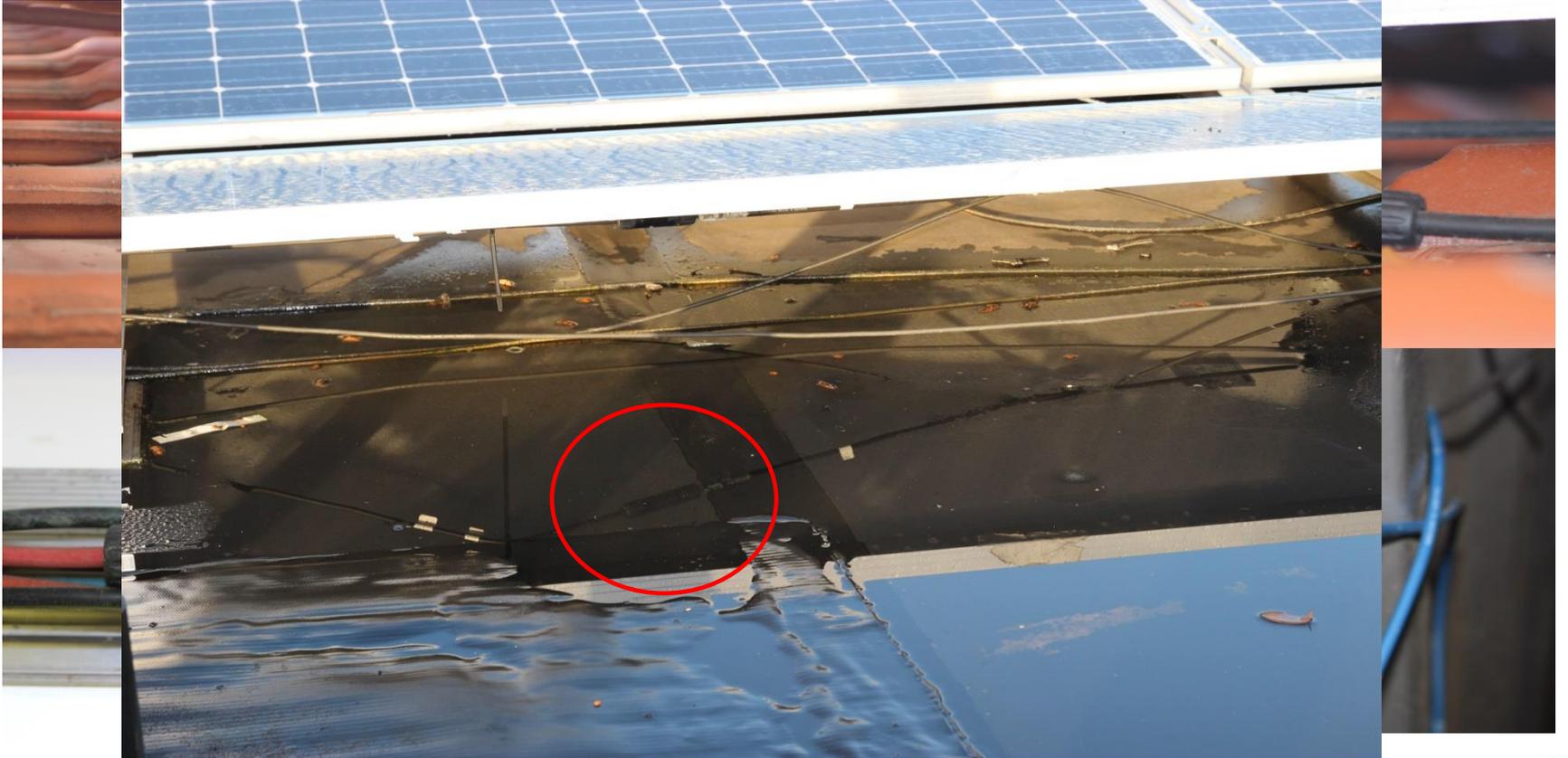
Umsetzung und Beachtung beim Bau von Photovoltaikanlagen

■ Qualität der Modulverkabelung / DC-Verkabelung



Umsetzung und Beachtung beim Bau von Photovoltaikanlagen

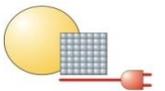
■ Qualität der Modulstecker & Stringstecker



Umsetzung und Beachtung beim Bau von Photovoltaikanlagen

- Qualität der Modulstecker & Stringstecker
- **712.526 Elektrische Verbindungen (neu)**

712.526.1 **Jedes Steckverbindungspaar muss elektrisch und mechanisch kompatibel** und für die Umwelteinflüsse geeignet **sein**.
Es wird empfohlen, **mit den Herstellern abzuklären**, ob die Steckverbinder kompatibel sind.



Umsetzung und Beachtung beim Bau von Photovoltaikanlagen

■ Qualität des Wechselrichterstandort

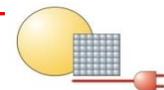
■ 712.420 Schutz gegen thermische Einflüsse

712.420.101 Sicherheit von PV-Systemen

ANMERKUNG Es gelten die anwendbaren nationalen oder örtlichen Anforderungen an den Brandschutz.

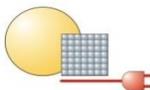
■ NATIONALE ANMERKUNG

Beispielsweise ist es nicht zulässig Wechselrichter und deren Verteilungen in feuergefährdeten Bereichen nach DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420) zu installieren.



Wartung an Photovoltaikanlagen

- Wie sind die gesetzlichen Regelungen für die Wartung aus.
- Für wann greifen die gesetzlichen Regelungen bei Photovoltaikanlagen?
- Privat Personen z.B.: Einfamilienhaus = keine gesetzliche Regelung
 - Eventuelle Regelungen über Versicherungsverträge (VDS-Richtlinie 3145 der Sachversicherer)
 - In der DIN-VDE AR 4100, 4105 & 4110 sind verweise auf die DGUV enthalten
- Öffentliche Gebäude wie Schulen, Banken, Geschäftshäuser, Gewerbebetriebe = gesetzliche Regelung!
- Landwirtschaftliche Betriebe = es kommt darauf an, wer mit der Photovoltaikanlage in Kontakt kommt.
 - Privatpersonen bzw. Familienmitglieder
 - Betriebshelfer / Dienstleister Maschinenring / Leiharbeiter
- Hier gilt der Arbeitnehmerschutz = DGUV-Vorschrift = elektrische Anlage DGUV 3
 - § 5 Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden.
 1. vor der ersten Inbetriebnahme und nach einer Änderung oder Instandsetzung vor der Wiederinbetriebnahme durch eine Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft und
 2. in bestimmten Zeitabständen.
 - Die Fristen sind so zu bemessen, dass entstehende Mängel, mit denen gerechnet werden muss, rechtzeitig festgestellt werden.



Wartung an Photovoltaikanlagen

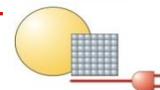
- Wie sind die gesetzlichen Regelungen für die Wartung aus. **Ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel**

Für ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel sind die Forderungen hinsichtlich Prüffrist und Prüfer erfüllt, wenn die in Tabelle 1A genannten Festlegungen eingehalten werden.

Tabelle 1A: Wiederholungsprüfungen ortsfester elektrischer Anlagen und Betriebsmittel

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfer
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel in „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art“ (DIN VDE 0100 Gruppe 700)	1 Jahr		

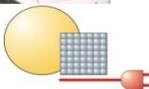
- DIN VDE 0100-705: Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten
- DIN VDE 0100-712 Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme



Wartung an Photovoltaikanlagen

Quelle Bild Plakette: ZVEH

- Wer sollte Wartungen an Photovoltaikanlagen durchführen:
 - Zwingend vorgeschrieben durch eine Elektrofachkraft
 - Sachverständige für Photovoltaikanlagen & Sachverständige für Elektroinstallation
 - Eingetragene Firmen beim ZVEH mit Besitz des E-Check-PV-Anlagensiegel (Eingetragener Innungsfachbetrieb)
- Für weiterführende Informationen rund um den E-CHECK und die Qualifizierung zum E-CHECK-Fachbetrieb stehen die einzelnen Landesinnungsverbände zur Verfügung: www.zveh.de/landesverbaende
- Eingetragene & Zertifizierte Firmen bei Prüfinstituten wie TÜV, DEKRA etc.
 - Ist der Anlagenerrichter auch der Richtige Fachbetrieb für die Wartung ?



Wartung an Photovoltaikanlagen

❑ Was muss bei der Wartung beachtet werden.

❑ Wichtigste Punkte bei der Wartung:

- Prüfung aller Bauteile der Photovoltaikanlage nach Ereignis abhängigen Witterungsbedingungen (Überspannung etc.)
- Reinigung der Wechselrichter (Lüftungsgitter)
- Überprüfung aller Erstinbetriebnahme – Messergebnisse
- Prüfung der Unterkonstruktion
- Besichtigung der Anlagenkomponenten auf Beschädigung



❑ Anlagenbetreiber

❑ Elektrofachkraft /Anlagenerrichter

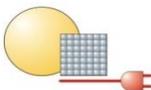
❑ Reinigung der Modulfläche wenn Notwendig

- Keine rotierende Bürsten oder Hochdruckreiniger
- Reinigungsroboter mit Saugnapfen (Gefahr von Mikrorissen)
- Kein Leitungswasser verwenden
- Freigabe der Modulhersteller aus Bedienungsanleitung beachten
- **Modulhersteller schreiben in der Regel weichen Schwamm oder Bürsten vor!**



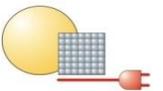
❑ Sinnvolle Zusatzprüfung aber nicht Vorgeschrieben:

- **Kennlinienmessung und Thermographie**



Kennlinienmessung der Modulstrings

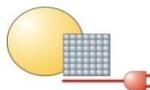
Warum braucht man eine Kennlinienmessung?



Wartung an Photovoltaikanlagen

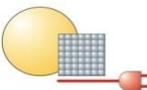
Thermographie von Modulen

Warum braucht man eine Thermographie?



Wartung an Photovoltaikanlagen

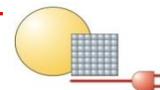
Thermographie von Modulen



Wartung an Photovoltaikanlagen

❑ fehlende Wartung an Photovoltaikanlagen:

Auch die elektrischen Anschlüsse
müssen gewartet werden !



Wartung an Photovoltaikanlagen

■ Dokumentation für Photovoltaikanlagen

Forderungen aus der DIN EN 62446 bzw. DIN VDE 0126-Teil 23-1

Unterlagen für eine fachgerechte Dokumentation

Grundlegende Systemangaben

- Projektidentifikation
- Installationsdatum aller verbauten und nachgebaute relevanten Bauteile
- Datum der Inbetriebnahme
- Name des Kunden und Anschrift des Aufstellungsortes
- Angaben von allen beteiligten Unternehmen mit Kontaktdaten nach Aufgabengebieten gegliedert

Diese Angaben können alle auf einem Deckblatt der Revisionsunterlagen zusammengefasst werden.

Stromlaufplan

Mit Detailangaben zu allen verbauten Bauteilen und Typenangaben wie

- Stückzahl der Module pro Strang mit Typenbezeichnung
- Angabe zur Lage der eingesetzten Leistungsoptimierer
- Kabel mit Typ und Querschnitt (im DC-Bereich)
- Überstromschutzeinrichtungen/Sperrdioden (falls vorhanden im DC-Bereich)
- Stecker und Anschlussdosen
- Wechselrichter
- Absicherungen der Wechselrichter
- Kabel mit Typ und Querschnitt (im AC-Bereich)
- Einspeisesituation (Zähler/ Eigenverbrauch oder Volleinspeisung)
- Angaben zum Erdungssystem
- Blitzschutzangaben
- Kabel mit Typ und Querschnitt Batteriespeichersystem
- Überstromschutzeinrichtungen Batteriespeichersystem
- Lage der Enfur-Sensoren vom Batteriespeichersystem
- Systemaufbau der Überwachungsanlage
- Verschaltungsplan (Stringplan) der Photovoltaikmodule

Diese Angaben müssen alle, wenn vorhanden auf einem Stromlaufplan der Revisionsunterlagen zusammengefasst werden. Bei komplexen Anlagen können Teilschnitte gebildet werden.

Datenblätter

Alle Datenblätter zu allen wichtigen Anlagenkomponenten

- Moduldatenblätter
- Wechselrichterdatenblätter
- Datenblätter bei Leistungsoptimierer
- Wechselrichterauslegung
- Auslegung der Leistungsoptimierer
- Montagesystem
- Überwachungsanlage
- Alle verwendeten Kabeltypen
- Anmeldung an der Bundesnetzagentur / Marktstammdaten Register
- Inbetriebsetzungsunterlagen des Energieversorgers
- Batteriespeicher
- Batteriespeicherauslegung ggf. mit Angabe zur Notstromversorgung
- Anmeldung bei Herstellern zur Erhaltung der Garantiebedingungen (z.B. SolarEdge und Varta)
- Sämtliche Montageanleitungen von Speichern, Photovoltaikmodulen etc.

Angaben über die mechanische Konstruktion

- Datenblatt des Montagesystems inkl. Schrauben und Klemmhalter
- Systemstatik mit Auslegung auf die bebaute Dachfläche
- Auflastung bei Flachdachanlagen (Ballastplan mit Angabe der verwendeten Ballastierungsmaterialien)

Betriebs- und Wartungsangaben

- Checkliste, was bei Anlagenausfall zu tun ist (ohne Wartungsvertrag)
- Notabschaltung / Trennverfahren
- Gewährleistungsangaben für Photovoltaikmodule, Wechselrichter, Batteriespeicher, Leistungsoptimierer inkl. der Gewährleistungsbedingungen
 - Datum des Gewährleistungsbeginns und der Gewährleistungsdauer
- Angaben über die zutreffende Ausführungsqualität oder über die Garantie der Wasserdichtheit der Gebäudeeinführungen
- Einweisung in die Überwachungsanlagen
- Einweisung zur Funktion einer Photovoltaikanlage inkl. aller relevanten Bauteile wie z. B. Batteriespeicher, Leistungsoptimierer etc.

Prüfungen nach VDE 0100-Teil 600

Besichtigung

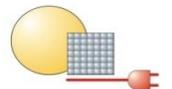
- Alle Modulstränge, Wechselrichter, Stromkreise-, Schutzeinrichtungen, Schalter und Anschlussklemmen müssen geeignete Aufschriften besitzen
- Warnhinweise auf Spannung auch nach Abschalten der Netzspannung angebracht
- Wechselstromhauptschalter müssen eindeutig beschriftet sein
- Am Punkt der Zusammenschaltung müssen Warnhinweise für die Doppelversorgung angebracht sein
- Vor Ort ist ein Prinzipschaltplan anzubringen

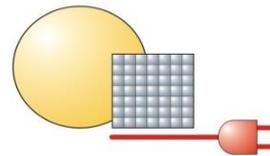
Prüfung und Messung

- Prüfungen aller Wechselstromkreise nach DIN VDE 0100-Teil 600
 - Sichtprüfung der AC-Seite
 - Messung der niederohmigen Verbindung von Schutz und Potentialausgleichsleitern
 - Isolationswiderstandsmessung
 - Nachweis der Abschaltbedingungen (Schleifenwiderstandsmessung)
 - Funktionsprüfung (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, Schutz- und Sicherheitseinrichtungen)
 - Durchgängigkeit der Schutz- und Potentialausgleichsleiter auf der DC-Seite
 - Polaritätsprüfung der einzelnen Stränge
 - Prüfung der Leerlaufspannung jedes Stranges
 - Prüfung des Kurzschlussstromes jedes Stranges
 - Isolationswiderstand jedes PV-Stranges
- *Bei allen Systemen mit bestimmten elektronischen Einrichtungen auf der Modulebene (wie z. B. Leistungsoptimierer) sollte vor der Inbetriebnahme die Vorgaben der Hersteller beachtet werden und ggf. konsultiert werden. Die übliche I/U-Kennlinienprüfung und die Elektrolumineszenz-Prüfung sind bei diesen Systemen nicht möglich. Stattdessen können Daten auf Modulebene verwendet werden, um Leistungsprobleme auf der Modulebene zu erkennen.*

Dokumentieren der Mess- und Prüfergebnisse

- Beschreibung des Systems
- Bericht über die Besichtigung
- Bericht der Prüfergebnisse für jeden erprobten Stromkreis
- Empfohlener Intervall bis zur nächsten Prüfung und zum Erhalt der Gewährleistungsansprüche an die Hersteller
- Unterschrift der Person(en), welche(r) die Prüfung durch geführt hat/haben
- Zusätzliche Angaben hinsichtlich der Person(en), die für Konstruktion, Bau und Prüfung des Systems verantwortlich ist/sind.





Sonne Strom Netze

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

André Hannemann

Sachverständiger für Photovoltaikanlagen

Elektrotechnikermeister

Am Vinckenbusch 54 , 48351 Everswinkel

[www. hannemann-sv.de](http://www.hannemann-sv.de)