1 Regelmäßige Anlagenprüfungen

1.1 Allgemeine Bedeutung von Prüfungen

Bevor im Einzelnen auf das eigentliche Thema »Prüfung und Wartung von Photovoltaikanlagen« eingegangen und hierzu die technischen und formalen Einzelheiten dargestellt werden, soll an dieser Stelle etwas ausführlicher auf den eigentlichen Sinn und Zweck von regelmäßigen Inspektionen bzw. Prüfungen eingegangen werden.

Allgemein betrachtet, haben sich Maschinen, technische Anlagen und deren mechanische, elektrische und elektronische Bauteile in den letzten Jahren in ihrem Aufbau und ihrer Technik enorm weiterentwickelt und sich auch verkompliziert. Wo früher noch ein Schräubchen zum justieren war, sitzt jetzt ein elektronisches Bauteil. Es wird immer schwieriger, den Zustand einzelner Bauteile zu erfassen, da aufgrund der Beanspruchung und insbesondere der Automatisierung an modernen Anlagen wesentlich mehr Schwachstellen aufzufinden sind, als es noch bei ursprünglichen Maschinen der Fall war. Heute haben allgemein betrachtet Wartungs- und Instandhaltungskonzepte primär die Aufgabe, eine möglichst hohe technische Verfügbarkeit der Anlage zu gewährleisten. Dabei spielt es auch eine wirtschaftliche Rolle, hierzu entsprechende Kosten zu investieren. Nicht selten werden Instandhaltungen auf die lange Bank geschoben, da sie meist nur als notwendiges Übel oder lediglich als Kostenverursacher gesehen werden. Insbesondere bei Photovoltaikanlagen können Anlagenausfälle jedoch schnell ins Geld gehen, weil die Stromproduktion und somit die Vergütung für den Zeitpunkt des Anlagenausfalls ausgesetzt wird. Auch die Anlagensicherheit spielt eine bedeutende Rolle, um Schäden an Mensch, Tier und anderen Sachgütern vorbeugend abzuwenden. Bereits kleine Fehler in elektrischen Anlagen können brandauslösend sein und zu erheblichen Folgeschäden führen. Dennoch fallen Instandhaltungsmaßnahmen oftmals dem Rotstift zum Opfer mit den entsprechenden Folgen einer später anfallenden Kompletterneuerung.

Bei der Instandhaltung ist dem fachlichen Wissen eine sehr große Bedeutung zuzumessen. Zwar ist das Grundgerüst eines Instandhaltungssystems meist auf standardisierte Maßnahmen zurückzuführen, jedoch ist hier ein erhebliches Maß an Erfahrung der Mitarbeiter bzw. der durchführenden Personen unbedingt erforderlich. Denn nur so kann die Aktualität und Qualität der angewendeten Maßnahmen gewährleistet bleiben. In der Praxis entstehen nicht selten Probleme, die von Installateuren und Herstellerfirmen noch nicht erkannt wurden. Hier ist das Wissen der Mitarbeiter zur Lösung dieser Probleme und

zur Bewertung der aktuellen Systemzustände gefragt, denn nur jemand mit Erfahrung im täglichen Umgang mit den Problemen der Photovoltaik kann diese auch bewerten.

Inspektion, Prüfung, Bewertung und insbesondere die Instandsetzung werden in Zukunft ein nicht unbedeutendes Segment von Sachverständigen bzw. Installationsbetrieben darstellen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass hier noch große Aufgaben bevorstehen.

Nachdem bereits spätestens nach 2012 eine Marktbereinigung nach dem abflauenden Boom bei der Installation von Photovoltaikanlagen stattgefunden hat, konzentrieren sich immer mehr Installationsbetriebe auf die Prüfung und Wartung von Photovoltaikanlagensystemen. Bezeichnenderweise bedarf es auch hier einer Kundenakquisition, d. h. eines Verkaufs solcher Leistungen. Der Anlagenbetreiber wiederum ist diesbezüglich oftmals nur schwer zugänglich. Vielleicht liegt es auch daran, dass ihm noch die Argumente des damaligen Verkäufers im Ohr liegen: »Sonnenernte«, Ertrag, Gewinn, langlebig, wartungsfrei, 25 Jahre Leistungsgarantie … – ein Rundum-Sorglos-Paket also.

Andererseits kosten Prüfung und Wartung auch Geld. Die derzeitigen Angebotspreise schwanken recht stark und liegen je nach Anlagengröße zwischen 2,00 € und 7,00 € pro kWp installierter Leistung. Die Kosten hierfür würden den Gewinn der Anlage schmälern, soweit diese bei der ursprünglichen Wirtschaftlichkeitsberechnung nicht bereits berücksichtigt waren. Auch ist nicht jeder Anlagenbetreiber bereit, sofort einen Wartungsvertrag abzuschließen. Dies hängt auch oftmals mit der Anlagengröße zusammen. Bei Großanlagen, wie Solarparks sind sogenannte Wartungsverträge bereits obligatorisch, insbesondere auch aufgrund der Forderung der Banken und/oder Versicherer. Bei kleineren Anlagen zieren sich die Anlagenbetreiber oftmals vor einem Wartungsvertrag. Solange sich der Stromzähler dreht, scheint auch alles in Ordnung zu sein. Ernüchternd für den Anlagenbetreiber wird es aber oft dann, wenn plötzlich unerwartet Ereignisse eintreten, welche sich deutlich störend auf den Anlagenbetrieb auswirken. An einen Totalausfall oder Folgeschäden möchte man an dieser Stelle noch gar nicht denken.

Bezeichnenderweise verlangen in vielen Fällen weder die Versicherungen noch die finanzierenden Banken regelmäßige Anlagenprüfungen. Beide tragen also das Zustandsrisiko der Anlage mit – vielleicht auch aus Wettbewerbsgründen. Nur ist es nicht ganz verständlich, weshalb Versicherungen überhaupt ein solches Risiko eingehen, obgleich die Schadensquoten permanent ansteigen. Für die Bank stellt sich dabei die Frage, welche Sicherheit eine mangelhafte Photovoltaikanlage bietet?

Der Betrieb von Photovoltaikanlagen scheint sowohl für den Installateur als auch für den Anlagenbetreiber in erster Linie unkompliziert, meist auch deshalb, weil zumindest beim Betreiber angesichts der in der Vielzahl der auf dem Dach montierten Module und im Keller befindlichen Wechselrichter die Anlage oftmals aus der Sichtweite gerät. Nach erledigtem Auftrag galt das Gleiche bislang auch auf der Installateurseite. Photovoltaikanlagen sind in der Regel zwar wartungsarm, aber nicht wartungsfrei, wobei das Wort »Wartung« bei Photovoltaikanlagen eigentlich unpassend ist, wie später noch erläutert wird.

Grundsätzlich sollte man eine Photovoltaikanlage nicht gänzlich aus den Augen verlieren – und damit ist nicht nur alleine der Zähler oder die Einspeiseabrechnung gemeint. Prävention ist hier das Stichwort.

Das Wort Prävention seht für alle Zusammenhänge zur Vermeidung von Schlimmerem, z. B. im Gesundheitswesen. Prävention (von lateinisch praevenire »zuvorkommen«, »verhüten«) bezeichnet vorbeugende Maßnahmen, Programme und Projekte, um ein unerwünschtes Ereignis oder eine unerwünschte Entwicklung zu vermeiden. Ganz allgemein kann der Begriff mit »vorausschauender Problemvermeidung« übersetzt werden.

Wartung und Inspektion sowie eine regelmäßige Prüfung kennt man im Allgemeinen bei Fahrzeugen. Jährlicher Kundendienst und alle zwei Jahre die TÜV-Prüfung sind obligatorisch. Dazwischen kommt die regelmäßige Autopflege mit Waschstraße und Politur. Bei einer Investition von 30 000 € soll das Auto auch lange gepflegt sein. Die gute Garage darf hierbei nicht vergessen werden. Trotzdem ist der Gebrauchszeitraum eines Fahrzeugs weitgehend beschränkt – zumindest erreicht es nur sehr selten eine Lebensdauer von 20 Jahren, sondern liegt bei rund 12 Jahren.

Eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 10 kWp hat vor ca. zehn Jahren ungefähr die gleichen 30 000 € gekostet. Sie ist mit dem Großteil ihrer Komponenten permanent der jahreszeitlichen Witterung ausgesetzt. Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeitsprognose muss bei einer vollfinanzierten Anlage diese erst einmal mindestens ca. 12 bis 14 Jahre unterbrechungsfrei bei voller Effizienz Strom produzieren, um die Anschaffungs- und Finanzierungskosten auszugleichen. Darüber hinaus gilt im Hinblick auf das zu erzielende wirtschaftliche Ergebnis ebenfalls eine störungsfreie Betriebsdauer bis zum 20. Betriebsjahr. Trotzdem werden solche Anlagen nur selten oder gar nicht regelmäßig geprüft.

Dieser Unterschied zeigt doch deutlich, dass einem Fahrzeug trotz permanenter Kosten und durchschnittlich kürzerer Lebensdauer mehr Aufmerksamkeit im Hinblick auf die Instandhaltung gegeben wird, als einer gewinnbringenden Photovoltaikanlage.

Darüber hinaus bemerkt selbst ein Laie sehr schnell aufkommende Probleme bei seinem Fahrzeug; sei es durch das Fahrverhalten, ein Geräusch oder optisch, z. B. bei Rostbildung. Bei einer Photovoltaikanlage ist eine solche Wahrnehmung um ein Mehrfaches schwieriger. Sie produziert z. B. an einem sonnigen Junitag geräuschlos eine hohe Strommenge und das permanent und selbstständig, so lange die Sonne scheint – egal, ob der Betreiber zu Hause ist oder nicht – also mehr oder weniger automatisch. Ein Fehler tritt, außer bei einem Anlagenausfall und – soweit vorhanden – durch Meldung der automatischen Anlagenüberwachung, meist nicht auffällig zutage. Dieser kann jedoch sehr schnell zu weiteren Schäden führen.

1,7 Mio. installierte Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von rd. 53 GW bestehen nicht nur aus einigen Quadratkilometern an Modulen, sondern aus schätzungsweise

- ca. 250 Mio. Modulen
- ca. 750 Mio. Bypass-Dioden
- ca. 17 Mrd. Zellen (3 Wp)
- ca. 85 Mrd. Lötverbindungen
- ca. 500 Mio. Steckverbindungen.

Hinzu kommen Leitungen, Verteilerkästen, DC-Sicherungen, Schalter, Wechselrichter, AC-Sicherungen, Strangdioden.

Die o.g. Zahlen stammen aus dem im April 2014 beim TÜV Rheinland stattgefundenen 3. Workshop zum Thema Brandsicherheit bei Photovoltaikanlagen (www.pv-brandsicherheit.de). Sie basieren auf einer installierten Gesamtleistung von rd. 30 GW und wurden vom Autor auf 53 GW hochgerechnet.

Damit wird die Notwendigkeit regelmäßiger Anlagenprüfungen wohl sehr deutlich. Insbesondere beim vorbeugenden Brandschutz zeigen Photovoltaikanlagen oftmals sehr große Schwächen.

Im nachfolgenden Kapitel zum Thema Brand wird dieser Umstand nochmals aufgegriffen. Zudem kann man eine Photovoltaikanlage nicht einfach abschalten, denn die Module produzieren bei Licht- bzw. Sonneneinstrahlung weiterhin Strom. Selbst wenn im Fehlerfall gewisse Schutzfunktionen funktionieren und ansprechen oder man die Wechselrichter manuell abschaltet, verbleibt in den Leitungen zwischen den Modulen und bis zu den Wechselrichtern eine beträchtliche Stromspannung. Bei beispielsweise einem Leitungsfehler bedingt dies dann in Verbindung mit einer hohen Einstrahlung auch einen erheblichen Stromfluss mit manchmal erheblichen Folgen, wie z. B. einem Brand.

1.2 Statistiken zur Schadenserhebung

An dieser Stelle soll gleich einmal auf das Thema Brand näher eingegangen werden. Ein Gebäudebrand ist der Albtraum eines jeden Eigentümers oder Bewohners. Nicht selten werden Menschen und Tiere hierbei überrascht und in Lebensgefahr gebracht. Neben den oftmals hohen Sachschäden bedeutet es meist den Verlust von unersetzbaren ideellen Werten und eine tendenzielle Existenzbedrohung. Die Ursache von Bränden ist nach Statistiken der Versicherer zu 80 % auf Fehler in elektrischen Anlagen zurückzuführen.

Bild 1: Eine Photovoltaikanlage kann, wie man sieht, brennen. [Quelle: Augsburger Allgemeine]

Nach dem im Januar 2013 veröffentlichten Zwischenergebnis einer Forschungsstudie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE[2] gab es rd. 400 Brände, bei denen Photovoltaikanlagen beteiligt waren.

Bei rd. 200 Anlagen lag die Brandentstehung bei externen Brandursachen. In rd. 180 Fällen konnte die Photovoltaikanlage selbst als Brandauslöser identifiziert werden. Bei den zum Zeitpunkt der Studie zugrunde liegenden rd. 1,3 Mio. installierten Photovoltaikanlagen in Deutschland ist das sicherlich eine sehr geringe Anzahl, dennoch 180 Brände zu viel, denn bei alleine 10 Fällen kam es zu einem Totalschaden des Gebäudes. Die Ursachen der Brandentstehungen sind vielfältig:

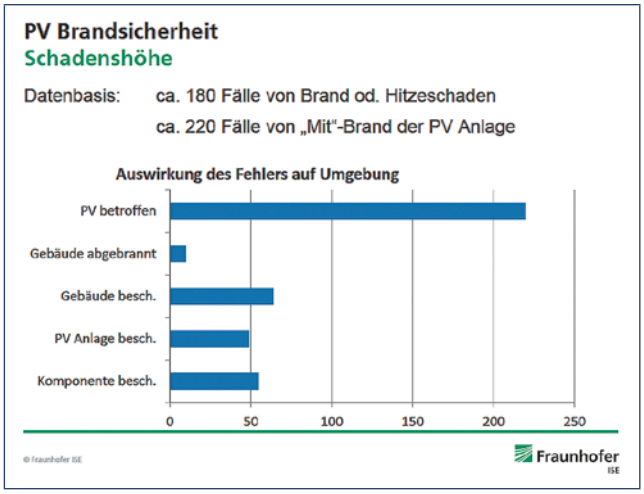


Bild 2: Auswirkungen des Brandes auf die betroffenen Photovoltaikanlagen [Quelle: Fraunhofer ISE]

2 gefördert durch das BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

Gut die Hälfte der Brandentstehungen sind nach der Studie auf Planungs- und Installationsfehler zurück zu führen. Fehlerschwerpunkt ist hierbei die Gleichstromseite, also alles was sich auf dem Dach befindet, bis zu den Wechselrichtern. Erstaunlich auch die Tatsache, dass bereits an zweiter Stelle mit fast gleicher Anzahl die Wechselstromseite betroffen ist.

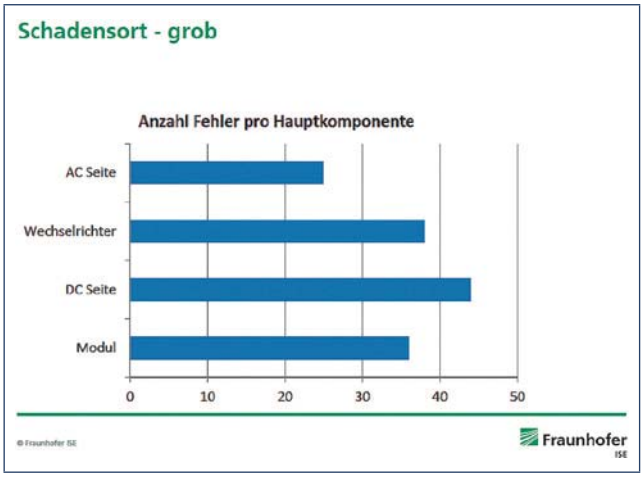


Bild 3: Schadensart nach Hauptkomponente [Quelle: Fraunhofer ISE]

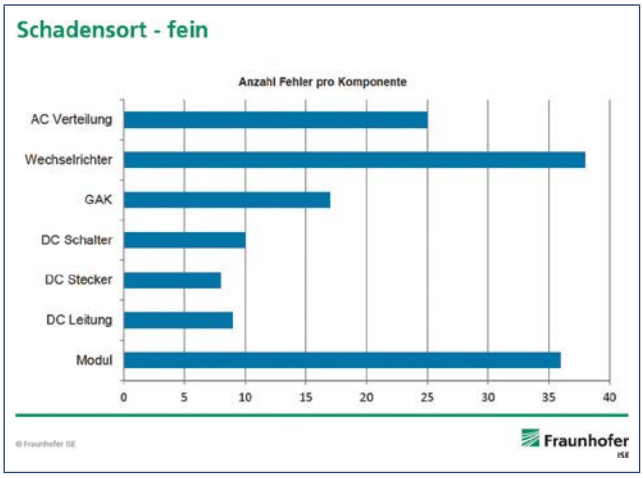


Bild 4: verfeinerte Ortsangabe der Schadensart [Quelle: Fraunhofer ISE]

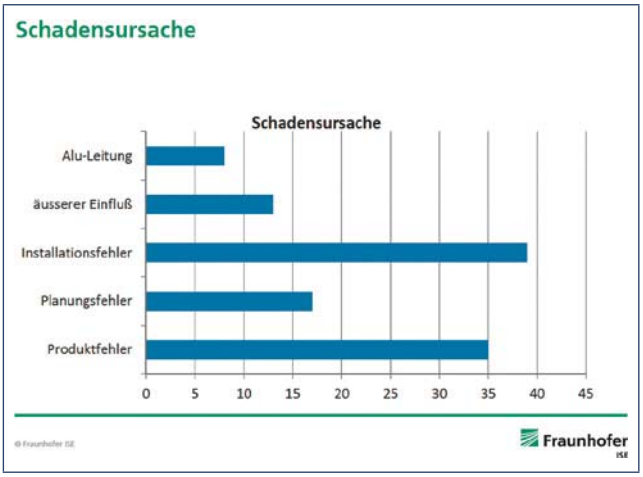


Bild 5: Schadensursachen
[Quelle: Fraunhofer ISE]

Die Brandauslösung trat meist unter hoher Betriebslast (Sommermonate) und in den Mittagsstunden auf. Dies ist sicherlich mit der in diesen Zeiten meist hohen Leistung und der damit verbundenen Strombelastung der Anlage begründet.

Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass sich bei 5 % der zugrunde liegenden Anlagen, d. h. bei rd. 20 Brandfällen, der genaue Zeitpunkt des Schadensereignisses gar nicht feststellen lassen konnte.

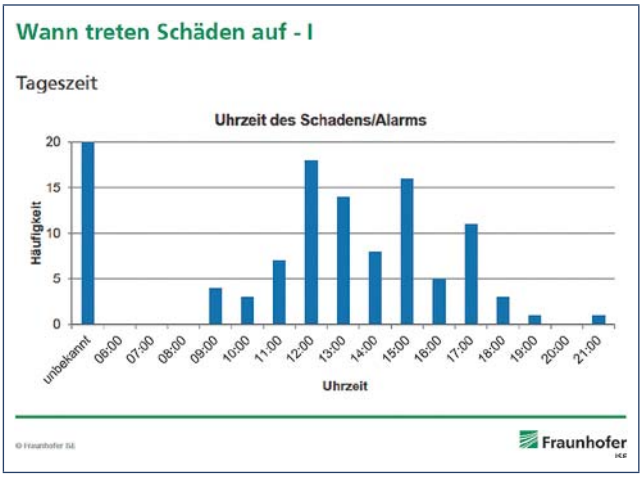
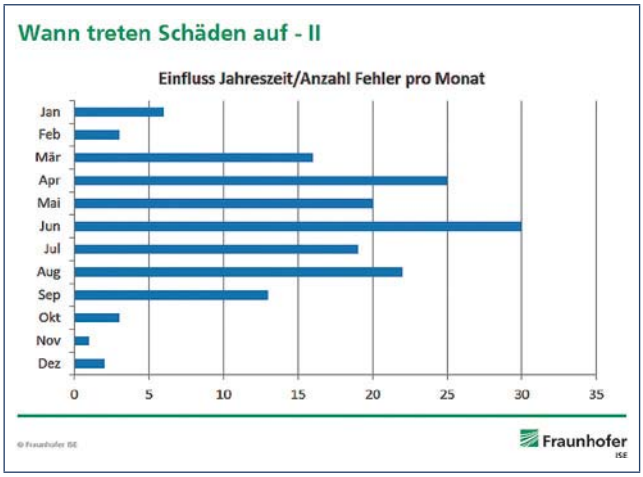


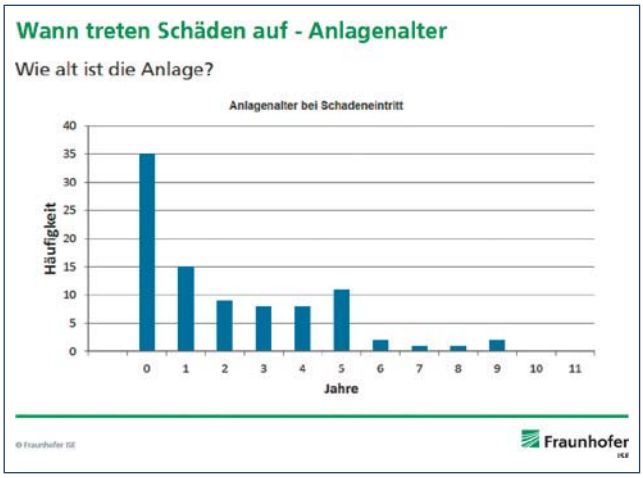
Bild 6: tageszeitliches Auftreten der Schäden
[Quelle: Fraunhofer ISE]

Bild 7: jahreszeitliches Auftreten der Schäden [Quelle: Fraunhofer ISE]



Interessant ist auch, dass die meisten Schäden in den ersten 5 Jahren nach Erstinbetriebnahme auftraten, was auf Installationsfehler schließen mag. Lagen die Brandfälle in der Häufigkeit 2005 noch bei zwei bis drei, so stiegen sie bis Ende 2012 auf über 50, was sicherlich mit den hohen Zubauraten begründbar ist.

Bild 8: Alter der betroffenen Anlagen [Quelle: Fraunhofer ISE]



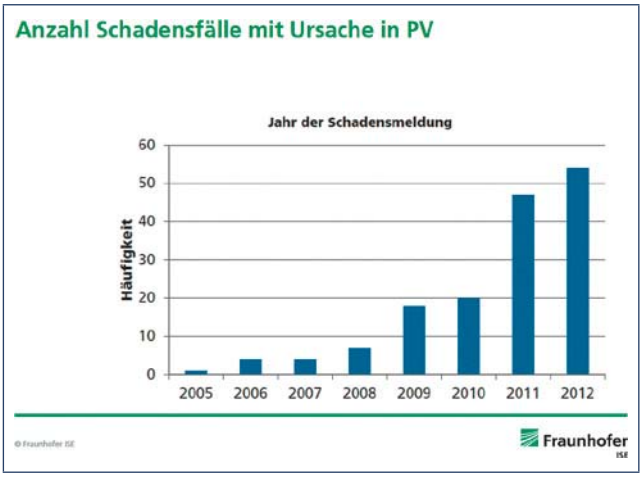


Bild 9: Verteilung der Anlagen auf die Errichterjahre [Quelle: Fraunhofer ISE]

Das Fraunhofer ISE kommt zu der Schlussfolgerung, dass

- Photovoltaikanlagen ein, wenn auch geringes, Brandrisiko darstellen
- sich dieses durch Wartungsmaßnahmen stark reduzieren lässt
- sich bei regelmäßigen Prüfungen und Inspektionen die meisten Fehler vor einer Brandentstehung entdecken lassen können
- AC-Komponenten nicht immer für die entsprechende PV-Belastung bemessen sind.

Was viele Anlagenbetreiber unterschätzen: Eine Photovoltaikanlage ist eine Stromerzeugungsanlage. Ein kleines oder je nach Ausdehnung auch ein großes Stromerzeugungskraftwerk. Im Bereich der Elektrizität können bereits kleine Fehler erhebliche Folgen haben. Die modulare Bauweise aus Modulen, Leitungen mit Steckverbindern und Wechselrichtern suggeriert ein einfaches und überschaubares Baukastensystem. Dem ist leider nicht so. Was vielen Betreibern darüber hinaus nicht bewusst ist: Sie sind verantwortliche Anlagenbetreiber und haften letztendlich für Schäden, welche von der Anlage ausgehen.

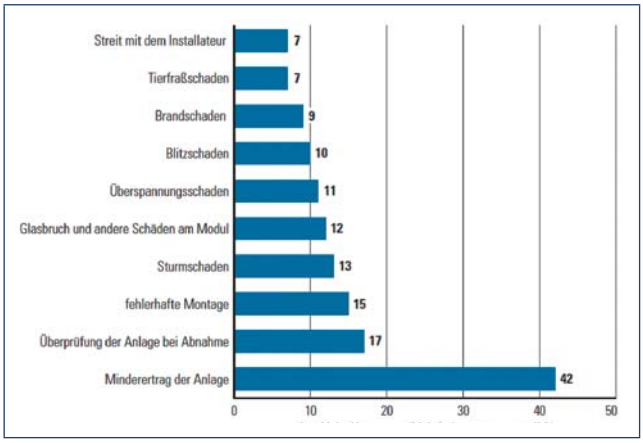
Jetzt gibt es aber keinen TÜV wie beim Auto und auch keine »automatische« regelmäßige Besichtigung, wie z. B. die Feuerstättenbesichtigung vom Kaminkehrer. Eine Prüfvorschrift für Photovoltaikanlagen gibt es (noch) nicht, aber es gibt Prüfvorschriften für elektrische Anlagen und eine Photovoltaikanlage ist eben auch eine elektrische Anlage. Deshalb können regelmäßige Prüfungen bereits durch Normen und Vorschriften Pflicht sein – insbesondere bei gewerblichen und landwirtschaftlichen Betrieben, wie nachfolgend noch näher erläutert wird.

Was sich bei Photovoltaikanlagen im Verborgenen abspielt, gibt auch eine andere statistische Erhebung wieder. Von der Fachzeitschrift PHOTON wurden Ende 2012 rd. 50 Sachverständige u. a. befragt, bei welchen Problemen Sie zu Photovoltaikanlagen gerufen

werden, welche typischen Mängel festgestellt wurden und wie hoch sie die Mangelhaftigkeit bei Photovoltaikanlagen sehen. Auch diese Zahlen sind ernüchternd [Rutschmann].

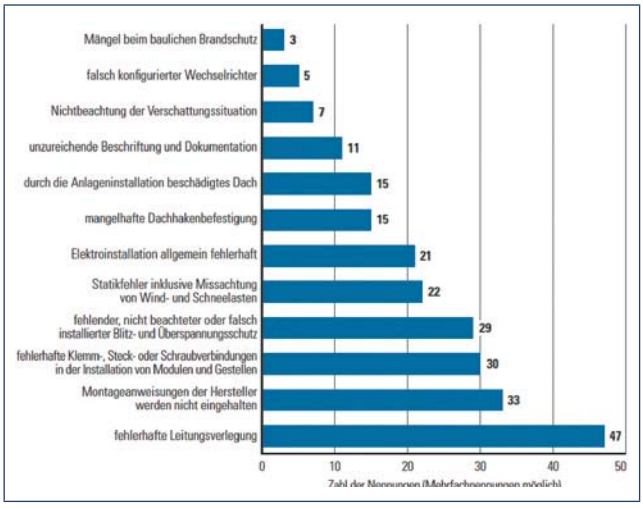
Neben Überspannungsschäden, anderen Schäden und fehlerhafter Montage war der Minderertrag der am meisten genannte Anlass. Immerhin wurden einige Anlagen bereits bei Abnahme geprüft. Die Quote einer Abnahmeprüfung ist aber mit rd. 11 % als durchaus sehr gering zu bezeichnen.

Bild 10: Grund des Hinzuziehens eines Sachverständigen [Quelle: PHOTON]



Bei den Montagefehlern gab es Nennungen durch alle Bereiche der PV-Installation. Die am meisten genannte Ursache war das fehlerhafte Verlegen von Leitungen.

Bild 11: Ursachen von Schäden und Mängeln [Quelle: PHOTON]



Was die Mängeleinschätzung angeht, lag die Einschätzung bei den Befragten bei deutlich über 80 %.

Bild 12: Einschätzung des Anteils von mangelbehafteten Anlagen [Quelle: PHOTON]

Auch wenn die Umfrage bereits etwas älter ist und die Branche selbst einige Kinderkrankheiten überwunden hat, so zeigen sich selbst bei aktuellen Neuanlagen weiterhin oftmals erhebliche Defizite. Über die Gründe, warum solche qualitativen Probleme vorhanden sind, lässt sich sicherlich lange diskutieren. Mangelnde fachliche Qualifikationen der Errichter spielen hierbei genauso eine Rolle wie der Zeit- und Kostendruck sowie die hohe Nachfrage. Dazu kommt, dass die meisten installierten Anlagen nicht von einem Fachmann nach erfolgter Installation abgenommen wurden, d. h. es wurde nach der Fertigstellung keine Erstprüfung vorgenommen. Hieraus und aus den aufgeführten Statistiken ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Fast bei jeder zum ersten Mal gewarteten Anlage muss mit erheblichen Mängelfeststellungen gerechnet werden.
- Die Inspektion und Prüfung muss von geeigneten Fachkräften durchgeführt werden, welche solche Mängel auch erkennen und bewerten können.
- Für die Anlagenbetreiber muss es keine Frage der Wartungskosten sein, sondern eine Frage der Betriebssicherheit und Schadensvermeidung.

Wartung und Instandsetzung bei Photovoltaikanlagen sind gemessen an den in der Praxis festgestellten Beanstandungen also kein Kann, sondern ein Muss.

1.3 Wartungsintervalle – Prüffristen

Der Zweck der Prüfung einer elektrischen Anlage besteht in dem Nachweis, dass diese – in diesem Fall die Photovoltaikanlage – sowohl den Errichternormen als auch den Sicherheitsvorschriften entspricht. Die Prüfungen sollen den Nachweis des ordnungsgemäßen Zustandes der Photovoltaikanlage einschließen. Sowohl neue Anlagen als auch bestehende Anlagen nach Änderungen (z. B. Austausch Wechselrichter) und Erweiterungen bestehender Anlagen müssen vor Ihrer Erst- bzw. Wieder-Inbetriebnahme einer Prüfung unterzogen werden.