

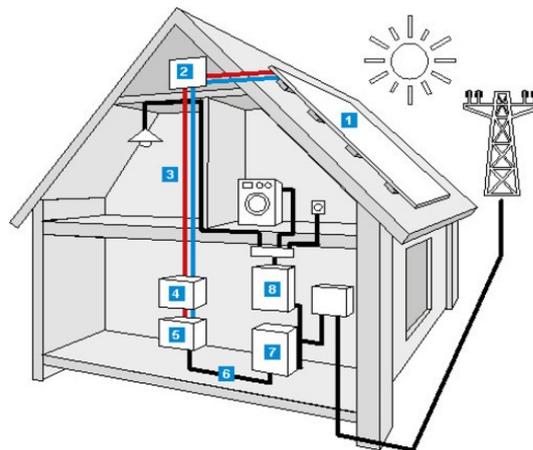
## Photovoltaik

Eine Zusammenstellung von allgemeinen Informationen, sowie festgestellter Mängel und Schäden an Photovoltaikanlagen, auf Dächern.

Was ist eine Photovoltaik-Anlage?

In einer Photovoltaik-Anlage, auch PV-Anlage genannt, wird mittels Solarzellen (PV-Modulen) ein Teil der Sonnenstrahlung in elektrische Energie umgewandelt. Diese Art der Energie-wandlung bezeichnet man als Photovoltaik. Je nach Anlagengröße und -typ werden die einzelnen Solarmodule in Reihe zu sogenannten Strings verschaltet.

Da die PV-Module Gleichstrom/-spannung (DC) produzieren, müssen Spannung und Strom in eine Wechselstrom (AC) gewandelt werden. Dazu dienen die so genannten Wechselrichter. Darüber hinaus sind in einer PV-Anlage Schutzeinrichtungen (Trenneinrichtung, Sicherungen) verbaut. Die produzierte Leistung wird mittels Stromzählern erfasst.



Skizze nur beispielhaft

- 1 – PV-Module
- 2 – Generator-Anschlusskasten
- 3 – DC(Gleichstrom)-Hauptleitung
- 4 – Trenneinrichtung
- 5 – Wechselrichter
- 6 – AC(Wechselstrom)-Leitung
- 7 - Zähler Netz
- 8 - Zähler Eigenverbrauch

Quelle: Nüsperling



*Flachdächer gehören zu den bevorzugten Flächen für die Installation von Photovoltaikanlagen*

(PV-Anlagen). Die Gründe liegen auf der Hand: Die Installation von PV-Anlagen auf Flachdächern ist vergleichsweise einfach. Projekte können in kurzer Zeit bei niedrigen Installationskosten realisiert werden. Dabei kommen Anlagen auf Flachdächern in den Genuss der hohen Einspeisevergütung – und das gesetzlich abgesichert für die nächsten 20 Jahre. PV-Anlagen auf Flachdächern sind daher ökologisch sinnvolle Investitionen mit attraktiver Rendite. Doch der Teufel steckt oft im Detail. Auch ohne PV-Anlagen führen Flachdächer bereits die Hitliste der Bauwerksschäden an. Nun kommt noch die Belastung durch eine nachträglich installierte PV-Anlage hinzu. Dabei können nicht lokalisierbare oder zu spät erkannte Abdichtungsschäden die Rendite von Photovoltaikanlagen erheblich gefährden.

Auf der Suche nach Liquiditätsquellen verpachten Gebäudeeigentümer zunehmend ihre Dachflächen an Betreiber von PV-Anlagen. Diese errichten und betreiben dann auf den gepachteten Dachflächen Solaranlagen und die Eigentümer erzielen als Gegenleistung Pachterlöse. Die Gewinnung regenerativer Energien auf den gepachteten Dachflächen ist häufig für einen Mindestzeitraum von mehr als 20 Jahren geplant. Das bedeutet, auf das Dach muss mindestens für die nächsten 20 Jahre Verlass sein.

Genau hier liegt das hohe Risiko für alle Beteiligten. Denn Bau, Betrieb und Nutzung führen zu zusätzlichen Beanspruchungen und damit zu einem hohen Beschädigungsrisiko für die Dachabdichtung. Zugleich wird eine visuelle Lokalisierung von Schäden durch eine PV-Anlage auf dem Dach erheblich erschwert oder sogar unmöglich gemacht. Muss während der Betriebsphase der PV-Anlage die Dachabdichtung repariert oder sogar großflächig saniert werden, führt dies zwangsläufig zu Ausfällen bei der Stromproduktion. Neben dem Aufwand für die Dachsanierung kommt es zu zusätzlichen Kosten für Abbau und Wiederaufbau der PV-Anlage. Werden PV-Anlagen nicht auf eigenen, sondern auf gepachteten Flachdächern betrieben, ist ein kostenträchtiger Streit zwischen Gebäudeeigentümer und Anlagenbetreiber praktisch vorprogrammiert.

Gerade erst hat der aktuelle Bauwerkssicherheitsbericht des BMVBS darauf hingewiesen, „dass am häufigsten Schäden an der Dachabdichtung von Gebäuden auftreten. Eine erhöhte Schadenshäufigkeit zeigten ... die Dachabdichtungen von Flachdächern.“ Dabei sind es nicht die direkt sichtbaren Schäden durch Sturm und Hagel, die das Bild prägen – es sind vor allem schleichende Schäden an den dünnen Abdichtungsmembranen, die dazu führen, dass Feuchtigkeit oft über Jahre hinweg in das Gebäude eindringt und dort zu schwerwiegenden Folgeschäden führt.



Die Folgen für die Rentabilität einer PV-Anlage können dramatisch sein und ein solches Projekt schnell in die Verlustzone bringen. Deshalb braucht die langfristige Investition in eine PV-Anlage ein funktionierendes Konzept für ein dauerhaft dichtes Flachdach - als Fundament für eine nachhaltige und sichere Rendite.

Die langfristig rentable Investition in eine Photovoltaikanlage setzt ein dauerhaft dichtes Flachdach voraus.

Die Schnittstelle zum Dach spielt bei PV-Anlagen eine entscheidende Rolle. Um einen durch die Installation verursachten, bleibenden Schaden am Dach auszuschließen muss das Dach messbar dicht sein. Zu erreichen ist dies nur durch die Integration eines Leckmeldesystems, das sofort meldet, wenn Leckagen in der Abdichtung entstanden sind, durch die Feuchtigkeit in das Dach eindringt. Das Risiko eines unbemerkten Schadens am Dach und Folgen wie Wassereintritt ins Gebäude, kompletter Rückbau der PV-Anlage für die Schadensuche oder gar die Sanierung des Daches, werden so vermieden.

### **Bei Installation der Solaranlage Schäden vermeiden**

Photovoltaikanlagen, die nicht fachgerecht installiert wurden, können Dächern enorm schaden. Darauf weist der Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks hin. Bereits vor der Installation müssen die Lebensdauer des Daches, seine Statik, die geplante Lastverteilung sowie der Aufbau der Unterkonstruktion des Daches beurteilt werden. Nicht jedes Dach sei für die Errichtung einer Photovoltaikanlage geeignet, sagt Ulrike Heuberger, Pressesprecherin des Zentralverbands des Deutschen Dachdeckerhandwerks.

Bei der Montage dürfe die Unterkonstruktion, wie zum Beispiel die Dachhaut, nicht verletzt werden, denn Beschädigungen könnten zu Undichtigkeiten führen. Auch nicht fachgerechte Verkabelungen über und unter der Dachhaut könnten Undichtigkeiten oder Hohlrumbildungen verursachen. Die Folge seien unter Umständen Wasserschäden, durch die die Holzkonstruktionen verrotten. Außerdem sei zu berücksichtigen, so Heuberger, dass der Wasserablauf durch die Photovoltaik-Anlage nicht behindert wird. Sonst bildeten sich bei Flachdächern Pfützen. Außerdem müssten die Anlagen windsogsicher auf den Dächern befestigt sein.

Da Photovoltaikanlagen bei einem Brand zu einer gefährlichen Falle für die Feuerwehrleute werden können, weil sie Strom produzieren, solange Licht auf die Photovoltaikzellen fällt, empfiehlt der Verband zudem Schaltungen, mit denen man die Stromproduktion unterbrechen kann.

*Quelle: Ulrike Heuberger, Pressesprecherin vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks*



## **PV-Anlagen können Blechdächer schädigen**

Andreas Witt in Solarthemen, Forschung & Technik, am 16.04.2009

Die unterschiedliche Ausdehnung von Metallen und Legierungen – Dilatation – kann zu massiven Schäden an Blechdächern führen. So sollte es tunlichst unterlassen werden, Montageschienen direkt auf Bleche zu schrauben, mit denen zum Beispiel Hallen und Scheunen bedeckt sind. „Das direkte Verschrauben oder gar Verkleben von Aluschienen auf Stahltrapez widerspricht den Regeln der Technik“, erklärt Hans Urban, Leiter des Geschäftsbereichs Solar-Montagesysteme bei der Schletter GmbH.



*Foto: [www.pobatum-sun.de](http://www.pobatum-sun.de)*

Allein bei 6 Meter Schienenlänge ergebe sich eine Längenänderung der Aluschiene um ca. 4,3 Millimeter. Bei Stahl seien es rund 1,4 Millimeter, Urban: „Da werden die Löcher schnell größer bzw. Klebungen können versagen.“ Doch offenbar kommen solche Fehler in der Praxis vor. „Am häufigsten werden 6 Meter lange Aluschienen fest mit dem Stahlblech verbunden“, erklärt Eric Langenskiöld, Projektleiter der Züricher Montavent GmbH, die ein alternatives Montagesystem anbietet.

Schon ab 1,5 Meter liege bei den Schienen die Ausdehnungsdifferenz zwischen Stahl und Aluminium bei 2 Millimeter: „Diese brutale Kraft, die auf die Verbindung wirkt und das Loch ausweitet, kann bereits ausreichen, um die Niet oder Schraubverbindung wesentlich zu schwächen. Das Problem ist, dass bei einer Inspektion dies nicht gesehen wird, da eine Kalotte oder Dichtung das Langloch verdeckt.“





Stockschrauben

Foto: [www.berolina-solar.de](http://www.berolina-solar.de)

„Gefährliche Blechrissse und Ermüdungsbrüche“

... bilden sich maßgeblich beim Einsatz meterlanger Profile und Stockschrauben.

### **Photovoltaik auf Flachdächern**

Wichtige Punkte bei der Planung und Installation

Da sich durch die so genannte Aufständigung der Solarmodule diese gegenseitig verschatten würden, wenn sie zu eng aufeinander stehen, ist die Ausnützung der zur Verfügung stehenden Fläche geringer als bei einem herkömmlichen Dach.

Die Module sind durch die Aufständigung sehr windanfällig. Es muss also sorgfältig auf eine ordentliche Befestigung geachtet werden.

Abrutschender Schnee kann sich zwischen den Modulreihen anhäufen und diese verschatten.

Das Gestell ist meist teurer als ein Untergestell auf einem herkömmlichen Dach.



Bei größeren Anlagen auf Flachdächern muss die Gebäudestatik überprüft werden!

Wo sind die Befestigungspunkte, wie wird die zusätzliche Last ins Gebäude geleitet? Wie hoch ist die Tragfähigkeit des Flachdaches? Die angreifenden Windkräfte können enorm sein und die Befestigung der Module sowie das Gebäude müssen diese Kräfte unbeschadet aufnehmen können.

Das oftmals notwendige Beschweren der Modulunterkonstruktion muss ebenfalls bei Berechnung der Statik des Flachdaches berücksichtigt werden und so dimensioniert sein, dass ein Kippen oder sogar Abheben der Module ausgeschlossen ist. Nicht zu vergessen sind die zusätzlichen Schneelasten, die im Winter anfallen können.

Ein ganz wichtiger Punkt ist die Unversehrtheit der Dachabdichtung. Hier darf sich der Solarateur keinen Fehler erlauben. Ein Schadenfall kann zu hohen Regressansprüchen führen.

Quelle: *www.photovoltaiik-web.de*

### **Energieeinspeisung (EEG)– Alter der Dachabdichtung**

Die Energieeinspeisung (Vergütung) ist auf 20 Jahre ausgelegt.

Die Vergütung wird über 20 Jahre zuzüglich dem Jahr der Inbetriebnahme gezahlt. Für Neuanlagen die ab dem Jahr 2005 installiert werden sinkt der Vergütungssatz um jeweils 5 Prozent gemessen an den jetzigen Werten bleibt dann aber ebenfalls über 20 Jahre konstant.

Achtung: ***Wasserschaden statt Solarstrom***

***Wer auf dem Dach eines älteren Baus eine Photovoltaik-Anlage installiert, sollte vorher die Abdichtung gründlich prüfen | Von Martin Meyer***

Vor der Installation der PV-Anlage auf dem Dach eines Lager- und Verwaltungsgebäudes hatte das ausführende Solar-Unternehmen dem Eigentümer versichert: Dach und Abdichtung sind in einwandfreiem Zustand. Unmittelbar nach der Montage im November 2009 zeigten sich bereits erste undichte Stellen. Und das, obwohl die Anlage aufgeständert war und keine Befestigung die Abdichtung hätte beschädigen können. Eine erste Besichtigung nach der Montage zeigte dann aber Spannungsrisse, die wie Adern verzweigt waren und die die Dachhaut fast vollständig zerstört hatten.



Das Bild ist typisch für eine Materialermüdung, was die detaillierte Schadensanalyse später bestätigte. Auf dem Dach der Gewerbeimmobilie hatte man vor rund 20 Jahren eine PVC-Kunststoffdachbahn verlegt. Nach so langer Zeit ist deren Leistungsfähigkeit altersbedingt zwangsläufig eingeschränkt und die Gefahr von Spannungsrissen steigt — besonders bei niedrigen Temperaturen. Wird das Dach zusätzlich wie bei der PV-Anlagen-Montage noch betreten, sind Folgeschäden unvermeidbar.

#### Hinweis des Sachverständigen Bruch

Es handelt sich bei diesem Schaden um das so genannte Schattering.

Es folgte eine gerichtliche Auseinandersetzung über die Frage, wer die Kosten der fachgerechten Instandsetzung übernehmen sollte. Diese zog sich zu allem Unglück über den gesamten Winter hin. In der Hoffnung, größere Feuchteschäden zu verhindern, klebte man die Risse mit handelsüblichem Klebeband ab. Dennoch trat aufgrund der hohen Niederschläge viel Wasser in das Bauwerk ein. Erst im Frühjahr 2010 konnte die 3 650 Quadratmeter große Dachfläche saniert werden. Der von Versicherung und Gutachter vorgelegte Sanierungsplan sah eine neue Abdichtung mit einer PVC-Kunststoff-Dachbahn vor. Nunmehr wählten die Verantwortlichen mit der Premium-Dachbahn Rhepanol fk der Mannheimer FDT FlachdachTechnologie GmbH & Co. KG ein hochwertigeres und langlebigeres Material. Die Abdichtungsbahn besteht aus Polyisobutylen (PIB) mit integriertem Kunststoffvlies und industriell vorgefertigtem Dichtrand. Außerdem hält die Dachbahn Temperaturen bis minus 60 Grad Celsius stand.

Für die Sanierung der Dachfläche musste die PV-Anlage komplett abgebaut werden. Anschließend wurde die Dachhaut abschnittsweise erneuert. Dabei wurde die neue Abdichtung größtenteils über den alten PVC-Bahnen verlegt. Diese wurden entlang der Attiken sowie segmentweise auf der gesamten Fläche aufgeschnitten, um einen spannungsfreien Untergrund sicherzustellen. Außerdem kontrollierten die Dachdecker entlang der zahlreichen Risse die darunterliegende Wärmedämmung, die sie bei Durchfeuchtung gegen trockene Mineralwolle-Dämmplatten austauschten. Auch Undichtigkeiten oder Risse in der Dampfsperre wurden fachgerecht ausgebessert.

Bei der Herstellung der neuen Abdichtung ist außerdem deren Befestigung wichtig. Dies erfolgt auf Basis der Windlastberechnung des Herstellers mit Klettbindern, die quer zu den Obergurten der Tragschale verlaufen und mit dem Untergrund verschraubt sind. Die Dachbahnen sind so gegen Windsog gesichert.



Nach Fertigstellung der gesamten Dachfläche einschließlich aller Anschlüsse an Lichtkuppeln und Gullys konnten die PV-Elemente wieder aufgestellt werden. Dabei wurden Tragelemente und Dachhaut auch durch ein Trennvlies mit darauf liegender Bautenschutzmatte voneinander getrennt. Die Trennlage soll die Abdichtung vor mechanischen Schäden schützen. Ihre Ausführung wird zwar von den Bahnenherstellern in der Regel gefordert. Normen oder Fachregeln, die dies vorschreiben, gibt es aber nicht.

*Quelle: Martin Meyer leitet die Anwendungstechnik der FDT FlachdachTechnologie GmbH & Co. KG in Mannheim*

Die Firma SUNOVA (Flatroof Solar Power) stellt als Grundvoraussetzung klar:

- Die Lebensdauer der Dachabdichtung muss mindestens 25 Jahre betragen
- Die Dachabdichtung muss bauphysikalisch entsprechen
- Die Dachabdichtung muss windsogsicher installiert sein
- Die Dachabdichtung muss entsprechend schneedrucksicher ausgelegt sein
- Die Dachabdichtung muss mangelfrei verlegt sein

### **Schäden an Photovoltaik-Anlagen**

#### **Schäden an PV-Anlagen sind häufig direkte Folge von Montagefehlern und/oder falscher Auslegung.**

Vor allem Dächer werden während der Montage sehr häufig beschädigt und sind damit anfällig für Vernässungs- und Sturmschäden.

Überspannungseignisse können an Photovoltaik-Anlagen sehr große Schäden auslösen. Weitere häufige Ursachen neben der Überspannung sind Schneedruck und Sturmschäden. Feuer als Schadenursache ist aus unserer Erfahrung oftmals auf Gebäudebrände zurückzuführen.



---

Erhebliches Schadenpotenzial an Photovoltaik-Anlagen

**Für die ganz überwiegende Mehrzahl der besichtigten Photovoltaik-Anlagen liegt keine gerechnete bzw. geprüfte Dachstatik vor.**

Etwa 60 Prozent aller Reklamation sind Folge undichter Dächer / Dachdurchführungen. Eine Risikobewertung zum Thema Blitz- und Überspannungsschutz nach VDE 0185-305 liegt in der Regel nicht vor. Eine Dokumentation, wie sie beispielsweise in der DIN VDE 0126-23 speziell für Photovoltaik Anlagen seit 01.07.2010 vorgeschrieben ist, wird nie vorgefunden.

Daher sind im Bestand als auch in den Neuprojekten erhebliche Risiken verborgen, die im Schadensfall zu dokumentieren sind. Jedoch kann man durch geschicktes Vorgehen den Schaden teilweise erheblich mindern – die fachgerechte Nutzung von moderner Messtechnik, Fachwissen und Organisation vorausgesetzt.

**Preisindex Photovoltaik**

Speziell bei der Regulierung von Schäden stellt sich für den Schadenbearbeiter die Frage nach dem Neuwert. Und diese Frage ist angesichts des Preisverfalls nicht einfach zu beantworten. Kostete das Kilowatt Peak-Leistung (kWp) im Jahr 2006 noch etwa 5.000 Euro, so ist der Preis im Jahr 2010 auf rund 2.800 Euro/kWp gefallen. Und bei den Lieferengpässen der vergangenen Jahre liegen Wechselrichterpreise je nach Zeitpunkt der Beschaffung um bis zu 40 Prozent über dem marktüblichen Niveau. Umso mehr ist Preistransparenz von Nöten.

**Preisstruktur PV-Anlage**

Zwischen 70 Prozent und 85 Prozent aller Kosten entfallen auf die Komponenten. Die Wertschöpfung vor Ort durch Montage und Planung ist entsprechend gering.

Zusammengefasst von Hans-Jörg Bruch, Klempner und Dachdeckermeister  
DIN 17024 zertifizierter Sachverständiger für Bau- und Versicherungsschäden  
DIN 17024 zertifizierter Sachverständiger für die Bewertung von Sturm-, Brand- und Leitungswasserschäden an Gebäuden

Bergisch Gladbach im März 2012

