

## 1.2 Sichtprüfung des Generators

### 1.2.1 Revisionsgänge und Wartungsstege

Nach der Montage ist vor der Instandhaltung. Das ist allerdings nicht ganz richtig. Die Instandhaltung fängt eigentlich viel früher an – bei der Planung der gesamten Anlage. Zwar beginnt der Servicetechniker mit der Wartung, Reinigung und Fehlerbehebung erst, nachdem der Generator einige Zeit Strom erzeugt hat. Doch muss er dies auch gefahrlos tun können. Gerade bei vielen älteren Anlagen fehlen sämtliche Möglichkeiten, an Module in der Mitte des Generatorfeldes heranzukommen. Die üppige Einspeisevergütung hatte die Betreiber dazu verführt, möglichst viel Leistung aufs Dach zu bringen. Schließlich bringt jede Kilowattstunde, die zusätzlich ins Netz eingespeist wird, bares Geld ein. Doch auch die modernen Ost-West-Anlagen auf Flachdächern brauchen solche Revisionsgänge, um die Wartung der Anlage zu ermöglichen. Hier gilt der Blick vorher auf das zu verwendende Montagegestell. Von einem Ost-West-Montagesystem, das die Wartungsgänge nicht mit integriert hat, sollten der Installateur und auch der spätere Betreiber der Anlage Abstand nehmen.

Bei neueren Anlagen werden die Revisionsgänge in der Regel mit eingeplant. Denn die Zeiten der hohen Einspeisevergütung sind vorbei und die Anlagen werden inzwischen auf den Eigenverbrauch hin geplant. Doch gerade bei Gewerbebetrieben mit einem hohen Stromverbrauch kann die Möglichkeit, möglichst viel preiswerten Sonnenstrom zu nutzen, dazu verführen, dass die maximale Leistung weiterhin eine Rolle spielt.

#### Revisionsgänge

Eigentlich stören Revisionsgänge nur, da sie die mögliche Leistung des Generators verringern und die Rendite schmälern. Das ist zwar richtig. Doch die Rendite errechnet sich nicht nur auf der Basis der Vergütung für den eingespeisten Solarstrom. Hier spielen die Kosten für den laufenden Betrieb eine sehr große Rolle. Ohne Möglichkeiten für den Servicetechniker, jedes Modul einigermaßen leicht zu erreichen, können die Wartung und Instandsetzung teuer werden und die Vorteile für das Mehr an Einspeisevergütung schnell wieder auffressen (Abb. 1.4 und 1.5).



**Abb. 1.4:** Wenn der Generator wie hier das ganze Dach bedeckt, wird es schwierig mit der Wartung der Anlage. Im Zweifelsfall muss der Handwerker sich einen Weg bahnen, indem er Module deinstalliert, damit er an ein Panel in der Mitte der Anlage herankommt.  
(Foto: Wagner Solar GmbH)



**Abb. 1.5:** Bei dieser Anlage wurde an die Instandhaltung gedacht. Es gibt genügend Platz zwischen den Modulreihen, damit ein Servicetechniker jedes Paneel erreicht. Viele Hersteller von Montagegestellen haben die Abstände bereits in ihre Systeme integriert. (Foto: Wircon GmbH)

Denn eins ist klar: Die Module sollten niemals betreten werden. Es sei denn, der Hersteller gibt dies explizit frei. Zwar sind die Module für hohe Schnee- und Windlasten ausgelegt und in vielen Tests wurde das auch überprüft. So sind die meisten Module für Belastungen von 5.400 Newton pro Quadratmeter konzipiert. Das sind immerhin fast 550,65 Kilogramm pro Quadratmeter. Das reicht aus, damit das Modul auch unter einer dicken Schneedecke nicht durchbricht.

Doch gilt dieser Wert nur für einen flächigen Lasteintrag wie eine geschlossene Schneedecke auf der Moduloberfläche. Ein Monteur, der über das Modul läuft, trägt die Last aber punktförmig ein, auch wenn er noch so große Füße hat und noch so weiche Sohlen an seinen Schuhen trägt. Dann muss die Belastung auf den Quadratzentimeter heruntergebrochen werden. Diese sinkt dann auf 55 Gramm, die ein Modul als punktuell eingetragene Last verträgt. So leicht kann sich kein Installateur machen. Sollte das Modul doch betreten werden, besteht die Gefahr eines riesigen und irreparablen Schadens. Denn das kritische Teil ist weniger das Modulglas. Dieses hält im Zweifelsfall das Gewicht eines erwachsenen Menschen aus. Doch problematischer gestaltet sich das für die Solarzellen, die darunterliegen. Hier besteht die Gefahr, dass Mikrorisse auftreten, die von außen gar nicht wahrnehmbar sind, sich aber im Laufe der Zeit ausweiten und zum Totalausfall der entsprechenden Zellen führen. Die modernen Elektrolumineszenzkameras zeigen ein ganz deutliches Schadensbild, wenn ein Modul betreten wurde. Auf den Aufnahmen sind quasi die Fußabdrücke zu sehen.

Ist das ganze Dach mit Modulen belegt, muss sich der Servicetechniker bei jedem Tausch eines Moduls in der Mitte des Generatorfeldes sozusagen einen Wartungsgang freimontieren. Er muss die gesamte Anlage soweit zurückbauen, bis er an das defekte Modul herankommt. Das heißt aber nicht nur, dass die Module abzuschrauben sind. Sie müssen auch sicher zwischengelagert und nach Abschluss der Wartungsarbeiten wieder neu installiert werden. Auf diese Weise kann der Tausch einer Bypassdiode, einem Ersatzteil, das weniger als einen Euro kostet, schnell einen Aufwand in Höhe von mehreren hundert oder gar tausend Euro generieren. Ganz davon abgesehen, dass ein Abbau und der Transport eines Moduls in ein Zwischenlager das Risiko in sich bergen, dass das Paneel dabei Schaden nimmt.

Dabei ist der Platz, den die Revisionsgänge einnehmen, gar nicht so üppig. Sie sollten aber mindestens 30 Zentimeter bei einer herkömmlichen süd- oder ost-west-ausgerichteten Anlage

betragen. Das reicht aus, damit ein Handwerker nicht nur zwischen den Modulen laufen kann. Es ist auch genügend Platz, damit es sich bequem auch unter den Modulen hantieren lässt.

Dazu kommen noch die Wartungswege zwischen den einzelnen Anlagenteilen und an den Rändern. Diese sollten etwas breiter sein, damit der Wartungshandwerker im Falle einer Reparatur auch Ersatzteile, wie etwa ein neues Solarmodul, sicher über das Dach transportieren kann.

### Wartungsstege

Allerdings gibt es inzwischen Lösungen für fehlende Wartungsgänge. Zumindest, um sich einen Weg über dachparallel installierte Module zu bahnen, kann der Servicetechniker sogenannte Multiboards einsetzen (Abb. 1.6). Das sind mobile Arbeitsplattformen für Solaranlagen. Da solch ein Multiboard aus Aluminium gefertigt ist, hat es ein geringes Eigengewicht und kann auch vom Servicetechniker leicht über die Module verlegt werden. Die Oberfläche ist so gestaltet, dass sie rutschfest ist, sodass die mobile Arbeitsfläche auch bei feuchter Witterung eingesetzt werden kann.



**Abb. 1.6:** Um dennoch über Module klettern zu können, ohne dass sie Schaden nehmen, hat SMB ein Multiboard entwickelt, das der Handwerker auf das Paneel legt. Es funktioniert aber nur bis zu einer begrenzten Dachneigung. (Foto: SMB Solar Multiboard)

Voraussetzung ist allerdings, dass Module mit Rahmen installiert sind. Rahmenlose Module sollten auch mit den Multiboards nicht betreten werden. Denn die Boards liegen auf dem Modulrahmen auf. Um die Boards gegen Verrutschen zu sichern, werden gummibeschichtete Aluminiumlaschen zwischen die Module geschoben. Eine zusätzliche Zellpolyethylenschicht (ZPE) auf der Unterseite der Boards schützt die Glasoberfläche der Module. Da die Boards so das Gewicht gleichmäßig verteilen und es über den Modulrahmen in die Unterkonstruktion einleiten, kann sich der Servicetechniker frei über die gesamte Anlage bewegen.

Die mobilen Arbeitsplattformen sind 40 Zentimeter breit und ermöglichen es dem Handwerker, sicher auf dem Dach zu stehen. Jedes Board trägt dabei 150 Kilogramm, ist aber nur für eine Person zugelassen. Die Boards sind in ihrer Länge auf die Dimensionen der gängigen Solarmodule ausgelegt. Tests durch die Prüfer vom TÜV Rheinland haben ergeben, dass die Multiboards tatsächlich die Gefahr von Mikrorissen oder Hotspots durch das Betreten des Moduls ausschließen.

Zwar machen die Boards den Servicetechnikern und auch den Betreibern das Leben leichter und sparen bei der Wartung, Reinigung und Instandhaltung der Solaranlage viel Zeit und vor allem

### Gründächer

Noch relativ neu, aber zunehmend anzutreffen sind Solaranlagen auf Gründächern. Dies ist auch sinnvoll. Denn inzwischen fordern immer mehr Städte in ihren Bebauungsplänen, dass die Flachdächer neuer Gebäude begrünt werden müssen. Es ist der Kampf gegen die Entwicklung von Hitzeinseln in den Städten. Schließlich sorgen die Gründächer dafür, dass sich die Umgebung abkühlt. Sie können aber auch viel Regenwasser speichern, das dann im Falle von Starkregenereignissen nicht mehr einfach vom Dach läuft und die Kanalisation überlastet. Vielmehr wird das auf dem Dach gestaute Regenwasser nur langsam abgegeben. In der Zwischenzeit verdunstet ein Teil des Regenwassers oder wird von den Pflanzen des Gründaches genutzt. Dies hat auch für den Gebäudeeigentümer den Vorteil, dass er dadurch Kosten für die Regenwassereinführung sparen kann.

Ein weiterer Vorteil des Gründaches ist die Senkung der Staubbelastung. Denn Gründächer sind echte Staubsammler. Außerdem erhöhen sie die Biodiversität in städtischen Räumen.

Gleichzeitig haben aber viele Bundesländer Solarpflichten eingeführt. Außerdem ist es ohnehin clever, ein Flachdach mit einer Photovoltaikanlage auszustatten. Wenn die Gründächer dann noch mit Solaranlagen kombiniert werden, kommen weitere Vorteile hinzu. Denn die Kühlung der Umgebung durch das Gründach hat zur Folge, dass auch die Solarmodule gekühlt werden. Vor allem kristalline Module haben die Eigenschaft, dass sie an Leistung verlieren, je wärmer sie werden. Dies wird durch das Gründach zumindest teilweise verringert. Zudem landet weniger städtischer Feinstaub auf den Modulen. Denn dieser wird vom Gründach gebunden. Die Erträge der Module werden dadurch im Vergleich zu einer Anlage auf dem normalen Flachdach höher.

In der Regel werden diese mit der Dachbegrünung gleich kombiniert. Das bedeutet, dass die Photovoltaikanlage zusammen mit dem Gründach aufgebaut wird. Dafür haben verschiedene Hersteller Montagesysteme entwickelt, bei denen das Substrat der Dachbegrünung gleichzeitig die Ballastierung der Solaranlage ist.



**Abb. 1.39:** Die Wartung eines solaren Gründachs entscheidet sich schon in der Planung. Ist der Abstand der Module vom Substrat zu gering, ist mehr Aufwand notwendig. (Foto: Bundesverband Gebäude-Grün)

Überwiegend funktioniert das so, dass die Unterkonstruktion fest an den Drainagematten des Gründaches angeschraubt ist. Hier gibt es mehrere Möglichkeiten. So kommen manchmal Knickprofile zum Einsatz. Aber auch Schienensysteme, die eigentlich fürs normale Flachdach konstruiert sind, wurden entsprechend weiterentwickelt.

Dieser Aufbau hat den entscheidenden Vorteil, dass der Handwerker bei der Wartung nicht mehr darauf achten muss, dass sich das System nicht verschoben hat. Auch eine Beschädigung der Dachhaut ist in der Regel ausgeschlossen, da zwischen Folie und Solaranlage noch die Drainagematten liegen. Zudem haben die Hersteller darauf geachtet, dass die Montagesysteme hoch genug sind, dass die Pflanzen nicht über die Traufkante der Module hinauswachsen und diese verschatten. Meist schwebt diese Traufkante zwischen 20 und 30 Zentimetern über dem eigentlichen Gründach.



**Abb. 1.40:** Die Module schweben zwar flach über dem Gründach. Doch das Sedum besteht hauptsächlich aus flach wachsenden Pflanzen. Dennoch muss der Handwerker bei der Wartung genau prüfen, ob sich nicht doch hochwachsende Pflanzen angesiedelt haben. (Foto: Velka Botička)

So zumindest empfehlen es die gängigen Richtlinien:

- Schweiz: SIA-Norm 312 „Begrünung von Dächern“
- Österreich: Ö-Norm L 1131 „Beiblatt Solargründächer“
- Deutschland: DIN EN 13948 „Abdichtungsbahnen – Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen – Bestimmung des Widerstandes gegen Wurzelpenetration“

Doch dieser höhere Aufbau hat zur Folge, dass die Windkräfte stärker an der Anlage ziehen. Deshalb ist es umso wichtiger, die Module ausreichend fest an der Unterkonstruktion anzubringen. Darauf sollten die Handwerker bei der Wartung auf jeden Fall ein Augenmerk haben, dass sich die Modulklemmungen nicht gelockert oder sogar gelöst haben. Zudem können die höheren Windkräfte auch zu höheren Belastungen der Module führen. Deshalb ist bei der Wartung besonders darauf zu achten, dass die Module im Laufe der Zeit keine Beschädigungen aufgrund zu hoher mechanischer Belastungen erlitten haben.