

PV-Anlagen auf Flachdächern – Details

Photovoltaik-Planungsleitfaden



Abb. 1: Montage von PV-Modulen auf einem Flachdach – Powerhouse Kjørbo (Foto: Snøhetta und MIR; Quelle: SeV Bayern)

Bei der Montage von PV-Anlagen auf Flachdächern sind konstruktiv zwei Ausführungsvarianten zu unterscheiden:

- mit Dachdurchdringung und
- ohne Dachdurchdringung.

In der Regel wird heutzutage aus Gründen der Gewährleistung auf Durchdringungen der Dachhaut bzw. der „wasserführenden Schicht“ verzichtet; allerdings lässt sich dies nicht immer vermeiden.

PV-Anlagen mit Dachdurchdringung

Die Aufstellung von PV-Anlagen auf Flachdächern mit Durchdringung der Dachhaut, auch als „direkte Befestigung“ bezeichnet, stellt aufgrund der besonderen bautechnischen Anforderungen an Dichtigkeit, vor allem die Aufnahme von Längenänderungen unter Last und thermischer Beanspruchung, in Deutschland einen Ausnahmefall dar. Aus Gründen fehlender Tragfähigkeit bei bestehenden

Dächern, die keine ausreichende Ballastierung ermöglicht und/oder bei hohen Häusern, bei denen durch große Windbeanspruchung eine Verankerung am Gebäude erforderlich ist, kann eine Durchdringung der wasserführenden Schicht (einschließlich Wärmedämmung und raumseitiger Bahnen bzw. Folien) notwendig sein. Dachdurchdringungen sind Sonderanfertigungen, bei denen auf die Vermeidung von Bauschäden auch bei langfristigem Betrieb zu achten ist. Sie müssen genau geplant und sorgfältig entsprechend den Fachregeln des Dachdeckerhandwerks ausgeführt werden.

Grundsätzlich wird zum Beispiel durch „Stockschrauben“, das sind Schrauben mit zwei Gewinden, die kraftschlüssige Verbindung hergestellt. Die Öffnung von Bitumenbahn oder Dachfolie muss fachgerecht mittels großflächigem Tellerkopf und Klebe- oder Klemmflansch bzw. Dichtungsmanschette abgedichtet werden. Auf den Stockschrauben lassen sich die Tragprofile der PV-Montagesysteme befestigen.



Abb. 2: Befestigung des PV-Montagesystems mit Betonankern direkt am Dach (Foto: ALTEC Metalltechnik GmbH)



Abb. 3: PV-Montagesystem mit integrierter Ballastaufnahme und linearer Abführung der Last (Foto: K2 Systems GmbH)



Abb. 4: Flachdachsystem mit Ost-West-Ausrichtung der PV-Module (Foto: BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH).



Abb. 5: Flachdachsystem mit Süd-Ausrichtung der PV-Module und Windableitblech (Foto: BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH)

PV-Anlagen ohne Dachdurchdringung

Der Regelfall ist heutzutage die „indirekte Befestigung“, das heißt: die Aufstellung von PV-Anlagen auf Flachdächern ohne Durchdringung der Dachhaut. Vertikal- und Horizontallasten werden mittels der Ballastierung aufgenommen. Auf den Flachdächern werden aufgeständerte Anlagen vermehrt in Ost-West-Ausrichtung ausgeführt, da man mit diesen Systemen mehr PV-Module auf gleicher Fläche gegenüber Anlagen in Süd-Ausrichtung verbauen kann. Auch ist weniger Ballastierung erforderlich und wird über den Tag der Solarstrom gleichmäßiger erzeugt. Mit zunehmender Höhe der PV-Anlage bzw. größerem Anstellwinkel der Module wird die Windbeanspruchung größer und steigt der notwendige Ballast. Dieser lässt sich durch die geringere Angriffsfläche bei flacheren Neigungen deutlich reduzieren. Außerdem ragen solche flachen Anlagen in der Regel kaum mehr über die Attika hinaus und sind somit vom Straßenraum nicht einsehbar (Denkmalschutz). Beim mannigfaltigen Marktsortiment ist grundsätzlich zu differenzieren zwischen

- Komplettanbietern (Unterkonstruktion und PV-Modul)
- sowie Herstellern von Montagesystemen

Komplettanbieter (Händler) liefern ein abgestimmtes Gesamtpaket von Unterkonstruktion und PV-Modul, während bei Herstellern von reinen Montagesystemen und Installationshilfen die Module separat von anderen Firmen geliefert werden. Die Befestigungstechnik ist jedoch auf fast alle Modulgrößen anpassbar. Angesichts der Fülle an Produkten sind einige technische Bezeichnungen und prinzipielle Unterschiede zu berücksichtigen. Für die Aufstellung von PV-Modulen auf einem Flachdach sind wesentliche baukonstruktive Elemente:

- Lagerung
- Schutz-/Trennlage
- Ballastierung
- Montagesystem mit Trag- und Verbinderprofilen, Modulbefestigern bzw. -klemmen für unterschiedliche Modulrahmenhöhen, Windableitbleche etc.



Abb. 6: Von der Straße nicht einsehbar – Flachdach der Katholischen Propsteikirche St. Trinitatis in Leipzig mit PV-Modulen in Südausrichtung (Schulz und Schulz, Leipzig; Foto: MLT Ingenieure; Quelle: SeV Bayern)



Abb. 7: PV-Montagesystem MSP-FR-S mit punktförmiger Abführung der Last (Foto: Ernst Schweizer AG)

Lagerung

Bei der Flachdachmontage unterscheidet man hinsichtlich des Auflagers der Unterkonstruktion zwischen

- punktförmigen Stützensystemen (Punktlasten) und
- linienförmigen Stützensystemen (Flächenlasten).

Bei punktueller Lagerung darf die zulässige Auflagerpressung nicht überschritten werden. Dazu werden zum Beispiel Basisfüße mit unterschiedlicher Grundfläche verwendet. Die Größe ist abhängig von der Dauerdruckfestigkeit des Dämmmaterials. Bei zu hoher Auflagerpressung kann über eine größere Basis sichergestellt werden, dass die Auflager auch langfristig nicht „einsinken“.

Dagegen setzt man bei linearer Lagerung (durchlaufende) Grundschielen mit auf der Unterseite punktuell fixierten Schutz-/Trennlagen ein. Während bei punktförmigen Stützensystemen der Abfluss des Regenwassers richtungsunabhängig nicht gestört wird, muss bei linienförmiger Lagerung die Entwässerungsrichtung des Daches beachtet werden. Diese sollte parallel zu den Schienen liegen. Ist das nicht möglich, muss der Abstand zwischen Dachabdichtung und Wannprofil durch Auflagermaterialien erhöht werden, damit das Niederschlagswasser auch mit Ablagerungen problemlos abfließen kann.

Schutz-/Trennlage

Zum Schutz vor mechanischer Beschädigung und zum Ausgleich der Bewegungen, wie unterschiedlicher thermischer Längenänderungen von PV-Anlage und Dachabdichtungsmaterial, werden Schutz- bzw. Trennlagen aus biegeweichen, elastischen Materialien eingesetzt. Für Bitumen- und Foliendächer sind dies in der Regel Bautenschutzmatte, Polyestervliese oder Polyethylen-Schäume. Bei PVC-



Abb. 8: Schutzlage für PV-Anlagen (Foto: KRAIBURG Relastec GmbH & Co. KG)

Dachbahnen werden spezielle Bautenschutzmatte mit Aluminiumkaschierung empfohlen, da durch im PVC enthaltene Weichmacher die Trennlage beschädigt werden kann.

Für die Standfestigkeit ist sicherzustellen, dass die PV-Anlage weder bei Maximalneigungen noch bei auftretenden Temperaturschwankungen, die beim Flachdach bis zu 100 Grad Celsius betragen können, „umherwandert“ oder abrutscht, was auch als „Raupeneffekt“ bezeichnet wird. Für die Lagesicherheit ist daher auf ausreichende Ballastierung abhängig von der Haftreibung zwischen Dachhaut und Lagerung des Montagesystems zu achten (geringer Haftreibungskoeffizient erfordert mehr Ballastierung). Für die verschiedenen Dachabdichtungsmaterialien gibt es unterschiedliche Haftreibungskoeffizienten; einige Hersteller bieten auch Software zur Berechnung der Ballastierung an.

Um die Bewegungen zwischen Unterkonstruktion und Dachhaut aufzunehmen, bieten Hersteller auch sogenannte „schwimmenden Lagerungen“ an. Das heißt, das Montagesystem kann an den Kontaktstellen Dimensionsänderungen infolge von Temperaturschwankungen weitgehend ausgleichen.



Abb. 9: Ballastierung des PV-Montagesystems mit Steinplatten (Foto: K2 Systems GmbH)



Abb. 10: PV-Montage mit Klicksystem (Foto: Esdec)



Abb. 11: Befestigungslösung mit kiesgefüllten Wannen als Ballastierung, die freistehend zu positionieren sind (Foto: Renusol Europe GmbH).

Ballastierung

Bei dachdurchdringungsfreien PV-Anlagen muss die Ballastierung das Abheben und Verschieben verhindern. Dabei ist ausreichende Auflast entsprechend der Haftreibung zwischen Dachhaut und Unterkonstruktion zu wählen. Hinsichtlich der Ballastierung ist der Einsatz von massiven und frostsicheren Steinen bzw. Kies zu unterscheiden. In der Regel werden bei Bitumenbahnen oder Dachfolien Betonsteine oder -platten eingesetzt, die über Abstandsprofile oder spezielle Wannen aufgelegt werden. Bei den Herstellern gibt es Unterschiede hinsichtlich der Lage, etwa die Positionierung der Auflast entlang der kurzen bzw. langen Seite der Unterkonstruktion, oder ob spezielle Profilgeometrien respektive zusätzliche Teile zum Einsatz kommen. Bei Kiesdächern können auch Wannensysteme eingesetzt werden, die mit (vorhandenem) Kies gefüllt werden. Somit entsteht zum vorhandenen Dachaufbau nur ein verhältnismäßig geringes zusätzliches Gewicht.

Montagesystem

Die Systeme unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Materialien der Bauteile, Aufständigungswinkel und Befestigungstechnik. Im Regelfall werden Leichtmetallprofile und (Edel-)Stahlbleche eingesetzt. Manche Hersteller bieten als Unterkonstruktion auch Wannensysteme aus Kunststoff an. Mittlerweile haben sich die Montagesysteme mit flacherer Aufstellung weitgehend durchgesetzt (Kosten, Aerodynamik). Hersteller bieten sowohl Ost-West- als auch Süd-Ausrichtung an, allerdings wird bei den Neigungen nicht mehr signifikant unterschieden. Es sind vor allem Unterkonstruktionen mit feststehender Aufständigung zwischen 10 und 15 Grad verfügbar. Einige Hersteller bieten flachere Winkel ab 6 Grad an und bei wenigen Produkten sind Abstufungen in 1 Grad-Schritten wählbar. Zur Verminderung der Windbeanspruchung müssen bei süd-orientierten PV-Anlagen rückseitig Windableitbleche eingesetzt werden. Diese reduzieren die Ballastierung und damit die Druckbelastung auf dem Flachdachaufbau.

Für eine schnellere Montage setzen einige Firmen mittlerweile weitgehend auf Steck- und Klickbefestigungen. Verschraubungen werden auf ein Mindestmaß beschränkt, sind aber einfacher lösbar.

Blitzschutz

In der Regel erhöht sich durch den Aufbau einer PV-Anlage „das Gefährdungspotential für direkte Blitzeinschläge [...] nicht“ (Spilker et al., April/2016, S. 74), außer das Gebäude steht exponiert auf einer Anhöhe und/oder die Konstruktion ragt deutlich über das (bestehende) Dach hinaus. Wann und ob ein Blitz- und/oder Überspannungsschutz erforderlich ist, regeln Blitzschutz-Normen und Merkblätter. Einige Systeme sind blitzstromtragfähig und können in den Blitzschutz eingebunden werden.

Hinweise:

- Photovoltaische Anlagen. Leitfaden. DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie. Berlin 5/2013
- Spilker, Ralf; Liebert, Géraldine; Zöller, Matthias; Oswald, Martin: Solaranlagen auf Flachdächern im Gebäudebestand. Bearbeitung / Redaktion: AIBAU - Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik, gGmbH. Forschungsbericht. Aachen, April/2016.
- Empfehlung für anzusetzenden Haftreibungskoeffizienten bei ballastierten Solaranlagen. Hrsg. v.: BSW – Bundesverband Solarwirtschaft e. V. Hinweispapier des BSW-Solar. Berlin, Juli/2014.

Bildverzeichnis:

Mit „Quelle: SeV Bayern“ gekennzeichnete Abbildungen stammen aus den Einreichungen zum Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik des Solarenergiefördervereins Bayern e. V. bzw. den Vorgängerwettbewerben.

Autoren: Roland Krippner / Fabian Flade

Herausgeberin:

Landeshauptstadt München Referat für Klima- und Umweltschutz
Bayerstraße 28a, 80335 München
muenchen.de/rku
Foto Referentin: RED GmbH Stand: Mai 2019