

Solartechnik

Andreas Runkel, Eberhard Zentgraf

Innovative Lösungsansätze zur statisch geeigneten Installation von Photovoltaikanlagen auf Flachdächern – Theorie und Praxis

Flachdächer, d. h. Dächer mit einem Neigungswinkel von 0° – 5° , insbesondere auf weitläufigen Gewerbegebäuden, bieten große, meist unverschattete Flächen, deren Nutzung für die Energiegewinnung durch Photovoltaik (PV) wünschenswert ist – sei es zur Einspeisung ins öffentliche Stromnetz oder zur Selbstversorgung. Die Vorteile einer Flachdach-PV-Anlage gegenüber einer Installation auf Schrägdächern liegen auf der Hand: Die Anlage bietet leichtere Zugänglichkeit bei Montage und Wartung und die Ausrichtung der Module kann in der Regel frei gewählt und damit ertragsoptimal vorgenommen werden.

Die größte Schwierigkeit bei der PV-Installation auf Flachdächern liegt jedoch in der gegenüber Schrägdächern meist deutlich geringeren Belastungsfähigkeit. Um auch Flachdächer für die nachhaltige Stromgewinnung aus Sonnenenergie nutzen zu können, bedarf es also einer möglichst leichten und dennoch standsicheren Konstruktion, die auch bei – je nach Dachhöhe und geographischer Lage – hohen Windstärken die stabile Fixierung der PV-Module sicherstellt. In Theorie und Praxis stehen zahlreiche technische Lösungen zur Verfügung; ein Pilotprojekt des TEC-Instituts sowie seine Umsetzung auf einer umfangreichen Gewerbedachfläche demonstriert eine davon.

Mit aerodynamischen Systemen Ballast sparen und dem Wind trotzen

Die überwiegende Mehrzahl der heute angebotenen Systeme zur ballastarmen Installation von PV-Anlagen auf Flachdächern folgt einem gemeinsamen Grundkonzept – der Ausnutzung aerodynamischer Effekte. Dabei ist das Funktionsprinzip so einfach wie effektiv: Aufgeständerte PV-Module bieten dem Wind große Angriffsflächen, daher muss die Installation den je nach Windstärke enormen Kräften standhalten. Unter Ausnutzung aerodynamischer Effekte kann die gesamte PV-Anlage im Prinzip frei auf

dem Dach stehen, ohne davongeweht zu werden, da durch die Anbringung zusätzlicher Rückseitenbleche – sogenannter Schließwinkel – an der Aufständigung die Windkräfte kompensiert und so umgelenkt werden, dass die entstehende Sogwirkung unter den Modulen die Anlage auf dem Dach hält. Je nach Modell sorgen auch zusätzliche seitliche Verkleidungen dafür, dass dem Wind möglichst wenig Angriffsfläche geboten wird. Ein weiterer Trick, um die Anlage stabiler zu machen, besteht in der Verbindung der Module untereinander. Je mehr Module miteinander verschraubt sind, desto robuster wird die gesamte Anlage. Sämtliche Lösungen dieser Art bieten neben der Gewichtsersparnis weiter den Vorteil, dass keine Eingriffe in die Dachhaut erforderlich sind und das Risiko von Undichtigkeiten so von vornherein vermieden wird.

Verschiedene Anbieter sind inzwischen mit Variationen solcher aerodynamischer Installationssysteme auf dem Markt, so u. a. die deutschen Unternehmen Solarstep (Solarstep light), hb-Solar (Scirocco), Donauer (Futura Flat Roof), KNUBIX GmbH (Knubix 100), WASI (Aerobox) und Schüco (MSE 100) oder die US-Anbieter Sunpower (T5, T10) und Solyndra (SL 001). Unterschiede zwischen den verschiedenen Systemen finden sich z. B. im Gewicht, der Modulneigung, in der Form der Unterkonstruktion und dem nötigen Montageaufwand. Konkrete Berechnungen für den Einzelfall sowie Modelltests im Windkanal zeigen auf, welches Installationssystem für ein bestimmtes Dach am besten geeignet ist.

Montage durch Verkleben – nicht sinnvoll bei echten Flachdächern

Eine Alternative zu aerodynamischen Lösungen stellt die Montage durch Verkleben dar. Je nach Untergrundmaterial werden dazu gerahmte kristalline PV-Module oder Bahnen laminiertes Dünnschichtmodule mittels spezieller Klebstoffe oder selbstklebender Rückseite direkt auf der



Bild 1. Flachdächer bieten reichlich Raum zur PV-Installation – wenn da nicht die meist geringe Belastbarkeit wäre (Foto: Fotolia)



Bild 2. Rückseitige Verkleidungen an der Aufständigung bewirken aerodynamische Effekte zur Stabilisierung der Module auf dem Dach, im Bild: Modell Scirocco von hb-Solar



Bild 3. Schlechte Selbstreinigung bei geringer Neigung: Nach zweijährigem Einsatz bei einem Neigungswinkel von ca. 10° haben die Schmutzablagerungen am Modulrand bereits fast die untere Zellreihe erreicht



Bild 5. Die montierten und aufgeständerten Module auf dem Dach von Resopal



Bild 4. Pilotprojekt auf dem Flachdach des TEC-Instituts (Fotos 2, 3, 4: TEC-Institut)



Bild 6. PV-Installation in besonderer Größenordnung: Die Solaranlage auf dem Dach von Resopal (Fotos 5, 6: ANTARIS SOLAR)

Dachfläche fixiert. Die Vorzüge solcher Systeme, die z. B. von PVflex, LRB und Solon SE angeboten werden, liegen auf der Hand. Da auf ein Trägersystem komplett verzichtet wird, bietet die Klebmontage eine enorme Gewichtsersparnis, schnellere Installationsprozesse und fällt i. d. R. kostengünstiger aus als die Installation mit einer Unterkonstruktion.

Zu beachten ist dabei, dass eine Modulbefestigung mittels Verkleben erst ab einer Dachneigung von ca. 6° sinnvoll ist. Eine geringere Neigung führt zu suboptimaler Sonneneinstrahlung und verhindert die Selbstreinigung der Module: Regen kann nicht mehr richtig ablaufen und Schmutzbeläge am Rand überlagern schon nach wenigen Jahren die unteren Zellen.

Diffiziles Großprojekt – das 19000-m²-Flachdach von Resopal in Groß Umstadt

Wie die ideale PV-Anlageninstallation auf einem konkreten Flachdach aussieht, muss stets individuell und anhand zahlreicher Faktoren ermittelt und an die Praxis angepasst

werden. Das Pilotprojekt einer flachdachtauglichen PV-Installation auf dem Gebäudedach des TEC-Institut für technische Innovationen GmbH & Co. KG in Waldaschaff lieferte dabei wesentliche Erkenntnisse, die schließlich unmittelbare Anwendung bei der Errichtung der Solaranlage auf dem Dach des Schichtstoffherstellers Resopal im hessischen Groß Umstadt durch den Solartechnikspezialisten Antaris Solar fanden.

Die zur Verfügung stehende Bruttodachfläche des Gewerbegebäudes von Resopal betrug ca. 19000 m², die sich auf mehrere konstruktionsgleiche Flachdächer sowie ein Schrägdach verteilten – ein Projekt also, das schon allein durch seine Größenordnung eine besondere Aufgabe darstellte. Typisch für eine Flachdachkonstruktion lag die durch einen Gutachter ermittelte durchschnittliche Maximalast der Dächer bei lediglich 7 kg/m². Eine klassische Installation der Module mittels Ballastverwendung zur Gewährleistung der Standsicherheit war also aufgrund der zu großen Auflast ausgeschlossen.

Während für das Schrägdach ein Standardmontagegestell verwendet werden konnte – die Wahl fiel hier auf

ein Modell des Anbieters MP-Tec – mussten bei der Wahl eines geeigneten Installationssystems für die Flachdächer die verschiedenen oben dargestellten Optionen im Detail gegeneinander abgewogen werden. Nach eingehender Analyse fiel die Wahl schließlich auf das Modell Scirocco des Anbieters hb-Solar, weil damit zum Einen eine sehr geringe Gewichtsbelastung von lediglich 5,5–6 kg/m² erreicht werden konnte und weil dieses System außerdem die gewünschte Modulaufständerung mit 20° Neigungswinkel erlaubte. Dieser Neigungswinkel ergab sich aus der Abwägung von eingebrachter Modulleistung einerseits und Ertrag andererseits sowie aus statischen Überlegungen; je niedriger der Neigungswinkel, desto geringere Horizontal- und Vertikallasten treten auf. Dass bei flacherem Neigungswinkel die Modulreihen enger zueinander installiert werden können, was letztlich aber wiederum die Gewichtslast erhöht, macht deutlich, dass auch die Berechnung der optimalen Dachbelegung keine triviale Aufgabe ist.

Ballastarme Modulmontage mit dem System Scirocco

Bei der Modulmontage mit Scirocco werden Aluminiumprofile, Module und Windabweiser miteinander verbunden, sodass die gesamte PV-Anlage als eine Einheit auf dem Dach steht. Je größer der Verbund ist, d. h. je mehr Module miteinander verbunden sind, desto stabiler steht die Konstruktion. Die gerahmten Module wurden mithilfe spezieller Modulklemmen an den Profilen fixiert und die Verkabelung erfolgte auf der Rückseite der Module mit UV-festen PV-Kabeln, die zum Schutz vor Witterungseinflüssen in den Profilen verlegt wurden. Jeweils 14 bzw. 18 Module wurden so in Reihe geschaltet und mit einem Wechselrichter verbunden. Zwar ist die Montage dieses Systems im Vergleich mit anderen Systemen etwas komplexer, da eine größere Zahl von Bauteilen Verwendung findet, die oben genannten Vorteile wogen diese Einschränkung jedoch auf.

Insgesamt kamen auf dem Flachdach von Resopal 3996 Module vom Typ ANTARIS SOLAR AS M 180 und AS M 175 zum Einsatz, die an 56 Wechselrichter angeschlossen wurden. Der Aufbau der Anlage wurde dabei aufgrund des Projektumfangs in drei Abschnitte aufgeteilt, die auch nacheinander in Betrieb genommen wurden: Im Dezember 2009 je ein Anlagenabschnitt mit einer Leistung von 285,12 kWp auf 2022 m² Modulfläche bzw. 248,85 kWp auf 1815 m² sowie – aufgrund des langen Winters – im April ein dritter Abschnitt mit 173,25 kWp Leistung und einer Modulfläche von 1264 m².

Mit innovativer Technik eine schwierige Fläche für die nachhaltige Energiegewinnung erschlossen

Die folgenden Kennzahlen zusammengefasst verdeutlichen noch einmal die Dimensionen der Solaranlage auf dem Resopal-Gebäude und ihren Nutzen sowohl im Hinblick auf den Energieertrag als auch hinsichtlich der Umweltfreundlichkeit. Die Anlage bringt es auf eine Gesamtnennleistung von 707,22 kWp und umfasst eine Modulfläche von 5101 m². Jährlich werden damit ca. 670000 kWh Strom erzeugt und die Umwelt profitiert von einer CO₂-Einsparung von ca. 711134 kg im Jahr. Dank innovativer Installationssysteme lässt sich eine Solaranlage dieser Größenordnung inzwischen mit einem Gesamtgewicht von nicht mehr als ca. 161263 kg realisieren, sodass heute auch große, aber wenig belastbare Flachdachflächen zur Nutzung der Solarenergie zur Verfügung stehen.

Weitere Informationen:
TEC-Institut für technische Innovationen GmbH & Co. KG,
Dipl.-Ing. (FH) Eberhard Zentgraf,
Leiter Forschung Photovoltaik,
Am Heerbach 5, 63857 Waldaschaff,
Tel. (0 60 95) 99 96 66,
Fax (0 60 95) 99 91 97,
info@tec-institut.de,
www.tcc-institut.de