

Optisch-ästhetische Integration Photovoltaik-Planungsleitfaden



Abb. 1: Dachlandschaften prägen das Erscheinungsbild von Städten – hier am Beispiel der Münchener Altstadt. (Foto: Michael Nagy/Presseamt München)

Das geneigte Dach

Als oberer Abschluss der Gebäude prägen die geneigten Dächer in entscheidender Weise die Gestalt von Gebäuden und in Summe bilden die daraus resultierenden Dachlandschaften charakteristische Silhouetten von Städten. Deren Erscheinungsbild – strukturbildende Form, Neigung in Abhängigkeit von Deckungsmaterial sowie Ausbildung der Teilflächen – ist stets stark von regionalen, das heißt klimatischen und materialspezifischen Gegebenheiten bestimmt. Für die Gliederung der Dachflächen sind die Profilquerschnitte der in der Regel kleinmaßstäblichen Bauteile von Bedeutung und auch die Farbigkeit beeinflusst das Erscheinungsbild des Daches.

Für die Planung einer Photovoltaik (PV)-Anlage auf geneigten Dächern ist zu berücksichtigen, ob sich das Gebäude in einer historisch gewachsenen Innenstadt, planvollen Erweiterung oder in Vorstadt bzw. Siedlungsquartier befindet. Besonders in der Altstadt können zusätzliche Anforderungen durch Denkmalschutz bzw. Gestaltungsansatzungen bestehen.

Definition

Bei der Integration von PV-Anlagen sind zunächst gestalterische und funktional-konstruktive Aspekte zu unterscheiden. Unter gestalterischer Integration versteht man



Abb. 2: Vollflächige Integration einer PV-Anlage in historischem Gebäudeensemble – opusHouse in Darmstadt (opus architekten BDA; Quelle: SeV Bayern).

das schlüssige Einfügen in die Dachfläche, wobei das PV-Modul als Teil derselben funktionale und konstruktive Aufgaben zu übernehmen hat. Maßgeblich für eine gesamtheitliche Lösung ist die Abstimmung der Anlagenplanung mit den baulichen Merkmalen des Gebäudes und eine gestalterische Lösung von Anordnung, Binnengliederung der Anlage bis zum einzelnen Detail. Dabei muss gewährleistet sein, dass die Installation auf oder in der Dachhaut nicht im Widerspruch zu deren Anforderungen und Eigenschaften steht, sondern diese optimal ergänzt und unterstützt.



Abb. 3: Dimensionierung und Anordnung der PV-Anlage nehmen Bezug auf die Tragstruktur des Gebäudes – Einfamilienhaus in Hegenlohe (Architektur: Tina Wolf, Michael Resch; Quelle: SeV Bayern).



Abb. 4: Durch Verwendung von Dummymodulen an Graten und Kehlen entsteht eine optisch gleichmäßige Flächenausbildung – Umweltarena in Spreitenbach (René Schmid Architekten; Quelle: SeV Bayern).

Übergeordnete Integrationsstrategien

Bei PV-Dachanlagen werden häufig Unverträglichkeiten mit der Dachgeometrie oder eine zusammenhangslose Verteilung der Module auf den (Teil-)Flächen als Gründe für eine fehlende gestalterische Qualität angeführt. Dazu zählen die Zerstückelung homogener Dachflächen sowie Diskrepanzen in der Farbgebung und die fehlende Abstimmung der Bauteilabmessungen mit dem überwiegend kleinteiligen Dachdeckungsmaterial. Betrachtet man prinzipielle Anordnungsmöglichkeiten, zeigt sich, dass bei Pult- und Satteldächern die Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich der Integration vielfach stimmiger sind als bei Walm- und Mansarddächern. Allerdings eröffnet die Photovoltaik neben dem Einsatz von Dummy-Modulen mit einer gestuften Zellenanordnung in Verbindung mit farblich angeglichenen Rückseitenfolien auch bei Anschnitten im Bereich von Graten und Kehlen eine optisch gleichmäßige Flächenausbildung. Bei der Anlagenplanung müssen zusätzlich bestehende Dachauf- und -einbauten berücksichtigt werden.

Bezüglich der Anordnung des PV-Generators in der Dachfläche können bei Anlagen, die nur eine Teilfläche belegen, Bezüge zu gebäudestrukturellen Kanten (unter anderem Tragstruktur, Vorbauten, Rücksprünge) wichtige Akzentuierungen leisten und sollte bei der Anordnung eine Lage an den Dachrändern (Traufe, Organg, First) untersucht werden. Bei Aufdachanlagen bestehen zusätzlich konzeptionelle Besonderheiten. Zum einen kann die PV-Anlage auch über die Dachränder hinaus positioniert werden und somit entweder die potentielle Fläche erweitern oder ungünstig exponierte Bereiche (Verschattung) vermeiden.



Abb. 5: „Ausragen“ der PV-Anlage über die Dachränder – Museum für Archäologie in Herne (von Busse, Klapp, Brüning Architekten; Quelle: Architekten Brüning Rein).

Allerdings sind aufgrund höherer Beanspruchungen durch Windsog- und -druckkräfte hierbei die Dimensionen der Unterkonstruktion gegebenenfalls zu verstärken. Zum anderen sind auch bei Aufdachanlagen flächig wirkende Anordnungen des PV-Generators möglich, wenn die Oberfläche der PV-Module aufgrund von Wandüberständen in einer Ebene mit den Dachrändern liegt.

Entscheidend für eine gestalterisch befriedigende Lösung sind auch Fragen der Oberflächenbeschaffenheit und der Farbigkeit. So stehen den Oberflächen solartechnischer Systeme – glatte und spiegelnde Flächen aus Metall und Glas – meist Dachdeckungsmaterialien mit rauen Strukturen und warmen Farbtönen gegenüber. Hinsichtlich einer farblichen Anpassung der PV-Anlage an die Dachdeckung steht eine moderate Bandbreite an Farben zur Verfügung. Allerdings bedarf der Einsatz zusätzlicher Farben wie auch Formen in der Dachfläche einer sorgfältigen Behandlung.



Abb. 6: „Einfassen“ der PV-Anlage durch Wandüberstände an den Dachrändern – Halle design.s in Freising (Deppisch Architekten; Quelle: SeV Bayern).

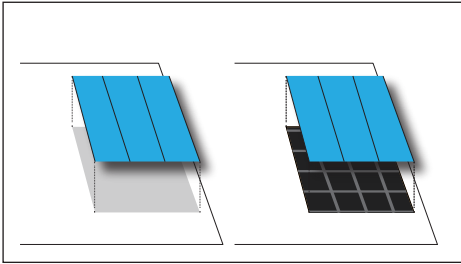


Abb. 7: Aufdachmontage (links), das PV-Modul ist über der Dachfläche, Indachmontage (rechts), das PV-Modul ist in der Dachfläche angeordnet.



Abb. 8: Die PV-Anlage ist vollflächig in die Dachflächen integriert; Aufdachmontage mit sorgfältig detaillierter Behandlung der Dachränder – Hof 8 in Weikersheim (Architekturbüro Klärle; Foto: Brigida González; Quelle: SeV Bayern).

Additiv versus integriert

Bei den funktional-konstruktiven Aspekten einer Anlagenplanung ist besonders die Lage zur wasserführenden Schicht ein wichtiges Kriterium.

Man unterscheidet sogenannte Aufdach- bzw. Indachlösungen. Zum einen ist das PV-Modul über der Dachfläche angeordnet, zum anderen befindet sich das PV-Modul in der Dachfläche. Aus diesen beiden Grundprinzipien resultieren unterschiedliche Anforderungen, die für die jeweils spezifische Einbausituation analysiert werden müssen, wie das Zusammenwirken von Bauteiltiefe, Dachaufbau, sowie die Lage des Systems zu den jeweiligen Funktionsschichten (Lastabtragung, Dämmung, Feuchteschutz etc.).

Ob nun aufgeständert oder bündig in die Dachhaut integriert, maßgebliche Parameter einer gestalterisch zufriedenstellenden Lösung sind die Modulabmessungen, deren Proportionen und die der Gesamtanlage sowie die Binnengliederung, vor allem aber die gewählte Anordnung in der Fläche.

Die Vorteile einer Aufdachlösung im Neubau können im Bauablauf liegen, einer klaren Gewerketrennung oder dass beim Modulaustausch nicht die Dachfläche geöffnet werden muss; aber auch in Nutzungsaspekten, etwa in einer verbesserten Hinterlüftung. Bei einer Indachlösung können finanzielle Vorteile durch die Substitution von ‚konventionellem‘ Dachdeckungsmaterial entstehen.

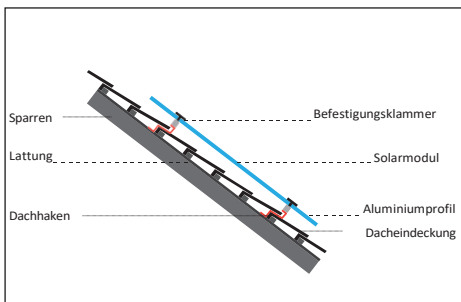


Abb. 9: Aufdachmontage des PV-Moduls mit Dachhaken am Sparren.

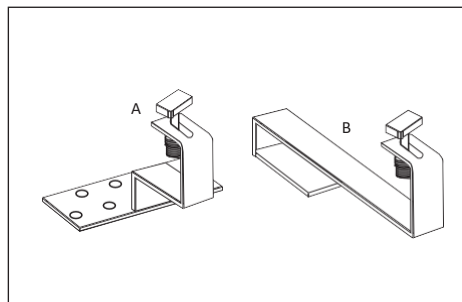


Abb. 10: Dachhaken (A) – Befestigung direkt am Sparren; Dachhaken (B) – Befestigung an Montagebrett.

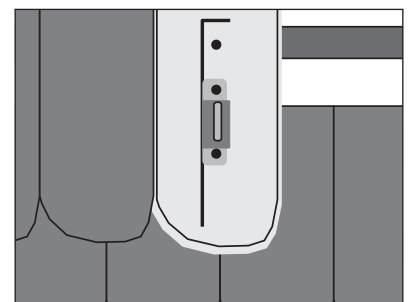


Abb. 11: Biberschwanzdeckung mit Solarhalter (Grafiken: SeV Bayern).



Abb. 12: PV-Anlage als Teilfläche in Aufdachmontage mit Bezug zum Dachdeckungsmaterial – Einfamilienhaus in Hagenohsen (Foto: Roland Krippner).



Abb. 13: Dachparallele Montage der PV-Module auf Metalldach in Stehfalztechnik – Einfamilienhaus in Willich (Foto: RHEINZINK).

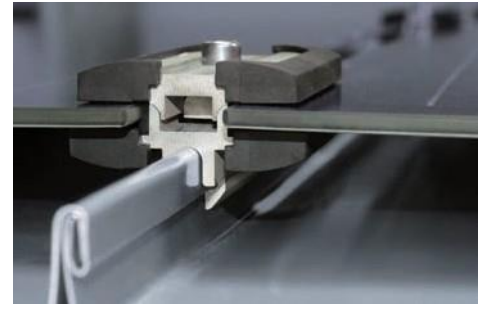


Abb. 14: Am Stehfalz befestigt fixiert die Klemme punktuell das rahmenlose PV-Modul (Foto: RHEINZINK).

Aufdach

Bei der Aufdach-Montage werden die PV-Module mit einer Metallunterkonstruktion meist parallel zur bestehenden Dachdeckung (z. B. aus Tondachziegeln, Betondachsteinen, Faserzement- oder Schieferplatten, Metallblechen etc.) montiert, die dadurch mit ihrer dichtenden Funktion erhalten bleibt. Die Kabelführung erfolgt unterhalb der Dachhaut. Bei dieser additiven Lösung gestalten sich in der Regel die Anpassungsarbeiten weniger problematisch.

Die Unterkonstruktion muss neben dem Eigengewicht die Winddruck- und -sogkräfte aufnehmen und in das Dachtragwerk einleiten. Bei der Dachbefestigung kann je nach Lastfall eine sparrenabhängige (Dachhaken) oder sparrenunabhängige (spezielle Befestigungsziegel, Falzdachklemmen) Ausführung gewählt werden. Das zusätzliche Konstruktionsgewicht erfordert im Normalfall keine statischen Veränderungen am vorhandenen Dachstuhl. Bei bestehenden Dächern ist gegebenenfalls die Tragfähigkeit der Konstruktion zu prüfen und eine Verstärkung vorzunehmen.

Ideal für diese Montageart sind Dachdeckungen mit ebenen Oberflächen. Für die Montage werden diverse Systeme aus Edelstahl oder Aluminium angeboten.

Hinsichtlich der Befestigung unterscheidet man

- Dachhaken
- Befestigungsdachpfannen
- Falzdachklemmen

Bei Eindeckungen mit Tondachziegeln oder Betondachsteinen wird entweder ein Dachhaken zwischen den überlappenden Bauteilen geführt und mit dem Sparren verschraubt oder ein spezieller Befestigungsziegel (z. B. aus Kunststoff) dient zur Aufnahme des Profil- bzw. Modulhalters. Diese Spezialziegel lassen sich unabhängig von der Sparrenlage einsetzen und werden mit der Dachlattung verschraubt. Bei Metalldächern in Stehfalztechnik oder speziellen Profildächern werden Stehfalz- oder Rundkopfklemmen eingesetzt, die an den Stehfalzbördeln durchdringungsfrei befestigt werden. Auf diesen Befestigungs-

punkten können Metallprofile einzeln oder bereits im Werk zu Gruppen vormontierte Module angeordnet werden. Aufgrund möglicher Kontaktkorrosion sind Standardwerkstoffe Aluminium bzw. Edelstahl.

Bei der Aufdachmontage werden in der Regel gerahmte Glas-Folien- oder Glas-Glas-Module in herstellerabhängigen Standardformaten eingesetzt. Rahmenprofile ermöglichen eine direkte, nicht sichtbare Kabelführung. Es lassen sich aber auch rahmenlose Module verbauen, die mit speziellen Haltern punktuell auf der Unterkonstruktion befestigt werden.

Die PV-Module werden meistens auf Stoß montiert, getrennt durch eine Montagefuge. In der Ebene der Dachneigung sind jedoch auch Anordnungen mit schindelförmiger Überlappung der horizontalen Bauteilfuge möglich.

Hinweise:

- Krippner, Roland (Hg.): Gebäudeintegrierte Solartechnik – Architektur gestalten mit Photovoltaik und Solarthermie. DETAIL Green Book. München 2016
- Krippner, Roland: Solaranlage und Baudenkmal. Zur Gestaltungsaufgabe neue Energietechnik auf alte Dächer und Fassaden. In: Bernhard Weller; Sebastian Horn (Hg.): Denkmal und Energie 2018. Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort. Wiesbaden 2017, S. 187–202
- Photovoltaische Anlagen. Leitfaden. DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie. Berlin 5/2013
- Gebäudeintegrierte Solartechnik – Solarenergie und Architektur. Aus den Wettbewerben des Solarenergieförderverein Bayern. Hrsg. v.: Solarenergieförderverein Bayern e.V. Bearbeitung / Redaktion: Gerd Becker; Fabian Flade; Roland Krippner; Bruno Schiebelsberger; Walter Weber. Broschüre. München, 03/2019
- Weller, Bernhard; Hemmerle, Claudia; Jakubetz, Sven; Unnewehr, Stefan: Photovoltaik. Technik - Gestaltung - Konstruktion. Detail Praxis. München 2009

Bildverzeichnis:

Mit „Quelle: SeV Bayern“ gekennzeichnete Abbildungen stammen aus den Einreichungen zum Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik des Solarenergieförderverein 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