

Dachintegrierte Anlagen

Photovoltaik-Planungsleitfaden



Abb. 1: Indachmontage einer vollflächigen PV-Anlage mit integrierten Dachfenstern – Effizienzhaus Plus im Altbau, Neu-Ulm (o5 Architekten BDA Raab Hafke Lang; Foto: Eibe Sönnecken; Quelle: SeV Bayern)

Auch bei der Indachmontage ist für eine gestalterisch schlüssige Einbindung einerseits die Bezugnahme auf die typologischen und strukturellen Merkmale des Gebäudes sowie die Identifizierung zusammenhängender, in sich geschlossener Flächen wichtig; andererseits sind neben den Photovoltaik (PV)-Modulen auch Auf-, Vor- und Einbauten mit einzubeziehen, die häufig eine sinnvolle Einbindung zusätzlich erschweren.

Vollfläche/Teilflächen

Da PV-Module die Funktionen von Dachdeckungsmaterialien übernehmen können, sind auch vollflächige Anordnungen mit einer vollständigen Substitution des Dachdeckungsmaterials denkbar. Da hierbei in der Regel bei südorientierten Gebäuden mit mehrflächigen Dächern nur eine Fläche als Energiedach ausgebildet ist, muss in der Gesamtschau beim First der Materialwechsel sorgfältig abgestimmt werden.

Soll nur eine Teilfläche des geneigten Daches mit PV-Modulen belegt werden, sind die Abmessungen der Anlage bei einer Indachlösung zunächst auf die Bauteilfugen zu beziehen, insbesondere bei kleinteiligen Dachdeckungsmaterialien. Neben den Proportionen des Generators spielt auch die Lage in der Fläche und zu den Dachrändern, wie First, Ortgang und Traufe, eine wichtige Rolle, auf die bei der Anordnung der PV-Anlage möglichst Bezug genommen werden sollte.



Abb. 2: Vollflächige PV-Anlage mit kleinformatigen Glasschindeln und äußerst sorgfältiger sowie eleganter Detaillierung der Dachränder – Bürogebäude in Kempththal (Kämpfen für Architektur; Foto: Willy Kracher; Quelle: SeV Bayern).

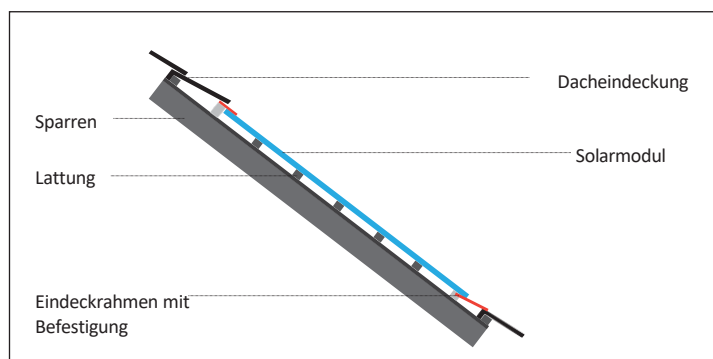


Abb. 3: Indachmontage des PV-Moduls, das damit zusätzlich die Funktionen des Dachdeckungsmaterials übernimmt. (Grafik: SeV Bayern).



Abb. 4: Solarkollektoren (links) und Photovoltaik (rechts) in einem Indach-Montagesystem – opusHouse, Darmstadt (opus Architekten BDA; Foto: Eibe Sönnecken; Quelle: SeV Bayern).



Abb. 5: Energiedach mit Dachfenstern und Oberlichtband im Gebäudebestand – ehemaliges Brauereigebäude in Bad Tölz (Lichtblau Architekten; Quelle: SeV Bayern).

Indach

Bei der Indach-Montage ersetzen PV-Module die konventionelle Dacheindeckung und müssen somit Schutzfunktionen der Dachhaut übernehmen. Insbesondere die umlaufenden Anschlüsse zum Dachdeckungsmaterial sowie die Fugen zwischen den Modulen sind regen- sowie schneesicher auszuführen und müssen mögliche Wärme- und Kälteausdehnungen aufnehmen können.

Der Markt bietet eine breite Palette an Lösungen, die von verschiedenen Komponentengrößen bis zum kompletten Energiedach reichen. Je nach Hersteller gibt es im Grunde für viele Dachdeckungen standardisierte Systeme, von der konventionellen Ziegelanschlusstechnik bis zu speziellen Eindeckrahmen, welche auf der vorhandenen Unterkonstruktion befestigt werden; mittels Blechen und Dichtungsprofilen erfolgen die Anschlüsse an Dachdeckung, Ortgang, First und Traufe. Die Anschluss- und Verbindungsleitungen werden bei der Indach-Montage in den Zwischenräumen der Dachsparren verlegt. Unterhalb einer Mindestdachneigung ($> 10^\circ$) ist für die Regensicherheit ein wasserdichtes Unterdach erforderlich. Bei PV-Modulen ist eine ausreichende Hinterlüftung auf der Systemrückseite zu beachten. Es werden auch kombinierte Systeme für Solarthermie und Photovoltaik angeboten, die den Vorteil bieten, dass bei gleichem Rahmen-, Befestigungs- und Abdichtungssystem einfache Kombinationsmöglichkeiten bestehen.

Im Bereich der Photovoltaik gibt es auch Module mit deutlich kleineren Systemgrößen, z. B. Solardachziegel. Durch herkömmliche Anschlusstechnik werden die Montage und die Anpassung vereinfacht und es besteht ein direkter Bezug zu dem vorhandenen modularen Prinzip.



Abb. 6: PV-Module, Solarkollektoren und Dachfenster in Profilsystem integriert; unterschiedlich geneigte Dachflächen nehmen auch Bezug auf die Nutzungsart der Solartechnik – Einfamilienhaus in Glattfelden (Mirlo Urbano Architekten; Quelle: SeV Bayern).

Hinsichtlich der PV-Module und deren Befestigung unterscheidet man bei der Indach-Montage

- Profilsysteme
- Solardachmodule
- Solardachziegel
- Solardachbahnen

Die unterschiedlichen Produkte haben jeweils spezifische Besonderheiten hinsichtlich Modulgröße und -abmessung und sind auf unterschiedliche Dachdeckungsmaterialien (Tonziegel, Betondachsteine, Faserzement-/Schieferplatten oder Metallbahnen) abgestimmt. Hierbei werden herstellereinspezifisch verschiedene Standardabmessungen angeboten; Sonderanfertigungen sind auf Anfrage möglich.

Insbesondere bei bestehenden Dächern müssen etwaige maßliche Abweichungen zwischen Dachfläche und PV-Generator aus Standardmodulen über die Detaillierung der Anschlüsse/Ränder aufgenommen werden.



Abb. 7: Vollflächige, über die Dachränder hinausgeführte PV-Anlage mit Unterkonstruktion aus Holz – Einfamilienhaus in Tamins (Bearth & Deplazes Architekten, Foto: Ralph Feiner; Quelle: SeV Bayern).

Profilsysteme

Für das Erscheinungsbild der Dachanlage ist die Kombination aus PV-Modul und Profilsystem entscheidend: Ist eine Ablesbarkeit des einzelnen Moduls (Rahmen, lineare Befestigung) oder eine homogene Dachfläche (rahmenlose Module, punktuelle Befestigung) gewünscht? Durch die unterschiedliche Ausbildung von vertikaler (Pressleiste) und horizontaler Fuge (H-Profil) können weitere Differenzierungen in der Binnengliederung erzeugt werden. Dabei muss in der Dachneigung der ungehinderte Abfluss des Regenwassers gewährleistet sein.

Profilsysteme bestehen in der Regel aus stranggepressten Aluminiumprofilen, die direkt auf die konventionelle Dachunterkonstruktion geschraubt werden. In und auf die verschiedenen offenen oder geschlossenen Profile gelegt, erfolgt die Befestigung von rahmenlosen und gerahmten PV-Modulen entweder punktuell oder linear. Die Dichtigkeit kann durch Überlappung (in Richtung der Dachneigung), Abdeckleisten oberhalb oder Entwässerungsprofile unterhalb der Module und Kunststoffdichtungen hergestellt werden. Bei großen Generatorflächen muss für eine wirksame Hinterlüftung auf eine ausreichende Höhe der Unterkonstruktion geachtet werden. Die Anschlüsse an die Dachränder erfolgen mittels Blechen oder spezieller Profile.

Solardachmodule

Solardachmodule sind in einem stärkeren Maße auf die Abmessungen von Tonziegeln/ Betondachsteinen oder Faserzement-/ Schieferplatten abgestimmt. Ausführungsvarianten sind entweder plattenförmig oder linear. Angelehnt an das



Abb. 8: PV-Indach-System für Betondachsteine; das querformatige Modul umfasst die Länge von sechs Dachpfannen – Einfamilienhaus in Schluchsee (Schaller + Sternagel Architekten, Foto: Wolfgang Scheide; Quelle: SeV Bayern).

Prinzip der Überlappung und Falz im Überdeckungsbereich können diese kleinformatigeren Produkte direkt auf der Unterkonstruktion befestigt werden. Vorteile sind geringes Gewicht, was eine zusätzliche mechanische Fixierung gegen Abheben erfordert, und einfachere Montage.

Lineare Systeme sind in der Höhe auf das Dachdeckungs-material abgestimmt und umfassen in der Länge zum Beispiel die Breite mehrerer Ziegel. Die Befestigung erfolgt mittels Kunststoffrahmen ebenfalls direkt auf der Unterkonstruktion und die Abdichtung ist auf das Dachdeckungs-material abgestimmt. Der Vorteil: schnellere Montage und einfachere Verschaltung gegenüber Solardachziegeln. Allerdings führt insbesondere bei roten Dächern der Maßstabssprung zu einer deutlichen Veränderung des Erscheinungsbilds. Dagegen können bei dunkelfarbigen Dächern und Dachdeckungs-materialien mit geradem Abschluss relativ homogene Flächen entstehen.



Abb. 9 Solardachziegel (links, Foto: Autarq) und PV-Dachschindeln (rechts, Foto: SolteQ, Quelle: SeV Bayern) ermöglichen eine kleinteilige Flächenbelegung.



Abb. 10: Flexible PV-Laminat auf Metaldach – Sanierung Artilleriekaserne in Osnabrück (Planungsbüro Rohling; Foto: Thyssen Krupp).

Solardachziegel

Neben Solardachmodulen gibt es Module mit noch deutlich kleineren Systemgrößen, z. B. speziell für geneigte Dächer entwickelte Solardachziegel, deren Formate an die konventioneller Dachdeckungsmaterialien angeglichen sind. Durch herkömmliche Anschluss-technik werden die Montage und die Anpassung, insbesondere auch im Bereich von Graten und Kehlen, vereinfacht und es besteht ein direkter Bezug zu dem vorhandenen modularen Prinzip; allerdings ist der Aufwand für die Verkabelung höher. Insbesondere bei dunkelfarbigem Dächern und Dachdeckungsmaterialien mit geradem Abschluss eignen sich Solardachziegel für PV-Generatoren mit kleinteilig strukturierten und homogenen Flächen.

Mittlerweile werden auch Solardachziegel aus gehärtetem Glas angeboten, die sowohl in Oberflächenbeschaffenheit, Profilquerschnitt und Farbigkeit stark dem Erscheinungsbild gängigen Materials angelehnt sind.

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

Solardachbahnen

Bei Metaldächern in Stehfalzausführung oder mit Aluminium-Profiltafeln (als Flachblech oder gedämmtes Sandwichelement) können in den Scharbreiten PV-Laminat (polykristalline Siliziumzellen und Organische Photovoltaik) angeordnet werden. Hierbei wird das lineare Prinzip der strukturbildenden Falze und Stege durch die PV ergänzt. Allerdings sind die Breiten und Längen der Module nur in standardisierten Abmessungen verfügbar, was bei der Anordnung in der Fläche und der Ausbildung von Laminatstößen und Rändern zu berücksichtigen ist.

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