

# PV-Anlagen auf Flachdächern

## Photovoltaik-Planungsleitfaden



Abb. 1: Flachdächer in München (Foto: Michael Nagy/Presseamt München).

Das Flachdach taucht verstärkt zu Beginn des 20. Jahrhunderts auf und beginnt nachhaltig die Dachlandschaften zu verändern. Der horizontale Gebäudeabschluss ist jedoch keine Schöpfung der Moderne, sondern lässt sich bereits in der regionalen Bautradition, vor allem in heißen Regionen mit geringen Niederschlägen, nachweisen. Das flache Dach wird neben der Belichtung und Belüftung darunter liegender Räume auch als Erweiterung des Wohnraumes zur Dachterrasse oder als Standort für Gebäude- und Solartechnik genutzt.

Dachflächen mit einer Neigung unter 5 Grad werden als Flachdächer bezeichnet, die nach DIN 18531-1 (2017-07) ein Mindestgefälle von 2 Prozent aufweisen müssen. Anstelle einer Dachdeckung bildet die wasserführende Schicht eine Dachabdichtung. Flachdächer werden unterschieden in nicht genutzte und genutzte Dächer. Nutzungen können der Aufenthalt von Personen, das Parken von Fahrzeugen, eine intensive oder extensive Begrünung sein.

Flachdächer besitzen für die Aufstellung von Photovoltaik (PV)-Anlagen ein großes Flächenpotential und eröffnen gewisse Freiheiten bei der Planung, da gegenüber geneigten Dächern Vorteile bezüglich einer optimalen Orientierung der PV-Module nach Süden und der Wahl des Neigungswinkels bestehen. Allerdings ist bei den Montagearbeiten

auf besonderen Schutz der Dachabdichtung vor Beschädigungen, mit der möglichen Folge von Undichtigkeiten, zu achten.

Oftmals werden bei Flachdachaufstellungen bzw. Aufständungen sehr pragmatische Lösungen gewählt, da in der Regel die Anlage nicht oder nur von erhöhten Standpunkten aus unmittelbar eingesehen werden kann. Als fünfte Fassade des Hauses sind aber neben solar-geometrischen Parametern wie Modulabstand und -neigungswinkel (zur Vermeidung von Verschattungen) auch prinzipielle strukturelle (Bezüge zur Primärkonstruktion) und gestalterische Aspekte (Anordnung der Module im Hoch- oder Querformat, lineare oder punktuelle Befestigung) zu berücksichtigen, damit die Photovoltaik nicht zu einem Fremdkörper auf dem horizontalen Gebäudeabschluss wird.

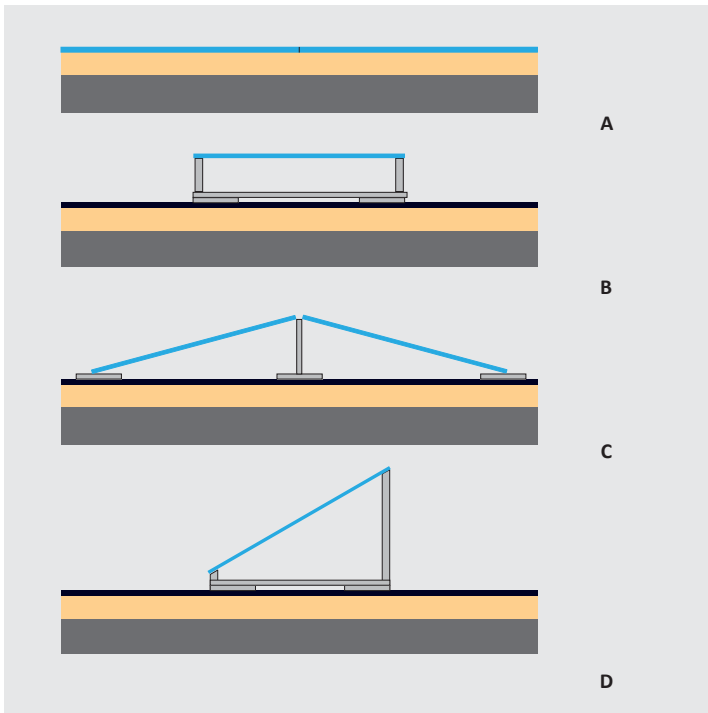


Abb. 2: Grundsätzliche Montagearten für PV-Module auf Flachdächern

- A) Dachparallele Montage (Indach)
  - B) Dachparallele Montage (Aufdach)
  - C) Aufständering in Ost/West-Ausrichtung
  - D) Aufständering in Süd-Ausrichtung
- (Grafiken: SeV Bayern)

Die Aufstellung von PV-Anlagen auf Flachdächern ist in unterschiedlichen Varianten möglich. Man unterscheidet zunächst

- Aufdach und
- Indachanlagen.

Die Aufdachmontage lässt sich in

- flach geneigte, dachparallele und
- (steil) geneigte, aufgestellte Anordnungen unterteilen.

## Aufdachmontage

Bei der Aufdachmontage wird, vergleichbar mit PV-Anlagen auf geneigten Dächern, in der Regel eine Unterkonstruktion aus Metall über der Dachhaut bzw. der wasserführenden Schicht angeordnet. Damit wird die Zugänglichkeit eingeschränkt, aber die PV-Module leisten auch eine Verschattung der Dachfläche, mit Verminderung der thermischen Beanspruchung.

Bei einer flach geneigten, dachparallelen Anordnung fällt über das Jahr betrachtet der Energieertrag gegenüber einer optimalen Ausrichtung bis zu 20 Prozent geringer aus. Gleichwohl können derartige PV-Generatoren unter konzeptionellen Aspekten oder aufgrund von Belangen des Denkmalschutzes sinnvoll sein, wenn gewünscht oder gefordert ist, dass die PV-Module nicht sichtbar den horizontalen Gebäudeabschluss bilden.



Abb. 3: Montage von ost/west-orientierten PV-Modulen auf die Unterkonstruktion (Foto: IBC Solar).



Abb. 4: Dachparallel montierte PV-Anlage (8° Neigung) – Bayerischer Landtag in München (Foto: Green City).

Damit eine vollflächig installierte Anlage bündig mit der Dachkante (Attika) abschließt, ist eine schlüssige Flächengliederung, abgestimmt auf die Modulabmessungen, und eine funktionale Zonierung erforderlich, die auch die Anordnung von Wartungsgängen berücksichtigt.

In der Regel werden PV-Module auf dem Flachdach jedoch geneigt aufgestellt.

Bei den Flachdachgestellen sind verschiedene Bauhöhen verfügbar, die eine oder mehrere Modulreihen (Hoch- oder Querformat) aufnehmen können. Neben starren Konstruktionen sind auch nachführbare (ein- und zweiachsig) Ausführungen denkbar. Mit Zunahme der Bauhöhe werden allerdings die PV-Module über den Dachrand hinaus sichtbar. Für ein stimmiges Gesamtkonzept sind Bezugnahmen auf Tragstrukturen, Vor- und Rücksprünge in der Fassade vorzunehmen.

Bei klimatechnischen Dachaufbauten kann eine geneigte Anordnung der Anlage auch zwischen den unterschiedlichen Gebäudeebenen und baulichen Kanten eine vermittelnde Funktion übernehmen.



Abb. 5: Dachparallel montierte PV-Anlage mit klarer Flächenzonierung – Mehrfamilienhaussanierung in Zürich mit Solarthermie-Fassade (Kämpfen für Architektur; Quelle: SeV Bayern).

Hinsichtlich der Orientierung zur Himmelsrichtung wird zwischen Süd- und Ost/West-Aufständigung unterschieden. Während bei einer Ausrichtung nach Süden die Module in einer Reihe mit höherem Neigungswinkel (in Mitteleuropa 30 Grad) aufgestellt werden, sind Ost/West-orientierte Module gekoppelt und beidseitig geneigt (10 bis 15 Grad) angeordnet.

Neben der Wahl des Anstellwinkels dient die Unterkonstruktion vor allem der Aufnahme der Eigenlasten und der Einleitung der Windkräfte.

Bei einer Montage oberhalb der Dachabdichtung, einer kostengünstigen und weit verbreiteten Konstruktionsart, werden unterschieden:

- Schwerlastverfahren (freistehend, ohne Verbund mit dem Dachtragwerk)
- Verankerungssysteme (verbunden mit dem Dachtragwerk, Durchdringung der Dachhaut)



Abb. 6: Aufgeständerte PV-Anlage zwischen klimatechnischem Dachaufbau und Flachdach – Bayerische Staatskanzlei in München (Fotos: Urbane Energie).

Bei den freistehenden Anlagen sind je nach Tragfähigkeit der Dachkonstruktion prinzipiell punkt- und linienförmige Verankerungen an den Fußpunkten möglich. Teilweise werden auch flach aufliegende Systeme wie kiesbefüllte Trapezbleche oder Wannen aus Kunststoff eingesetzt. Da sich mit dem Gewicht der Stützkonstruktion einschließlich Ballastierung (erhebliche) Zusatzlasten ergeben können, ist vor der Installation eine ausreichende Tragfähigkeit des Daches zu prüfen. Von einem statischen Nachweis ist die Wahl der Verankerung abhängig: Bei einer Schwerlastverankerung wird die (freistehende) Anlage mit Betonsteinen auf das Flachdach gestellt, wodurch eine aufwändige und schadensträchtige Durchdringung der Dachhaut vermieden werden kann. Bei fehlender Tragfähigkeit müssen die Lasten über eine spezielle Unterkonstruktion auf statisch beanspruchbare Bauteile wie Wandüberstände (Attika) abgeleitet werden.

Ein baukonstruktiver Sonderfall sind flachgeneigte Dächer mit Blecheindeckungen. Bei der Ausführung mit Stehfalz oder als Trapezblech erfolgt die Befestigung der Modulunterkonstruktion über Falzdachklemmen oder spezielle Adapterprofile (vgl. Kapitel „Optisch-ästhetische Integration“).



Abb. 7: Das Montagesystem ist am Stehfalz des Metaldaches befestigt – Solardach Messe München (Foto: Fabian Flade).

## Indachmontage

Bei der Photovoltaik gibt es auch Indach-Systeme für das Flachdach, etwa als begehbare Schutzschicht über der Dachabdichtung. Auflaminierte Module auf herkömmlichen Dach- und Dichtungsbahnen werden dann Teil der Dachhaut. Durch das extrem niedrige Eigengewicht können diese Systeme auch auf Dächern mit sehr niedriger Traglast installiert werden. Allerdings sind die Abmessungen der am Markt verfügbaren Produkte hinsichtlich der Bahnenbreite und -länge stark standardisiert, was bei der Verlegung zu berücksichtigen ist. Je nach Konfektionierung entstehen schmalere oder breitere regelmäßige Streifenmuster, wobei eine Differenzierung bei den Bahnenstößen eine gewisse Akzentuierung in der Binnengliederung ermöglicht. Die Verkabelung erfolgt aus Gründen einer besseren Gewerke-trennung und Zugänglichkeit über aufgesetzte Profile oberhalb der Dachhaut.

### Hinweise:

- Photovoltaische Anlagen. Leitfaden. DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie. Berlin 5/2013
- 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



Abb. 8: Dachhaut mit auflaminierten PV-Modulen – Flugwerft Oberschleißheim (prpm Architekten + Stadtplaner, Foto: alwitra Flachdachsysteme).

### Herausgeberin:

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