



WISSEN,  
DAS ANKOMMT.

## Leseprobe zum Download



Liebe Besucherinnen und Besucher unserer Homepage,

tagtäglich müssen Sie wichtige Entscheidungen treffen, Mitarbeiter führen oder sich technischen Herausforderungen stellen. Dazu brauchen Sie verlässliche Informationen, direkt einsetzbare Arbeitshilfen und Tipps aus der Praxis.

Es ist unser Ziel, Ihnen genau das zu liefern. Dafür steht seit mehr als 25 Jahren die FORUM VERLAG HERKERT GMBH.

Zusammen mit Fachexperten und Praktikern entwickeln wir unser Portfolio ständig weiter, basierend auf Ihren speziellen Bedürfnissen.

Überzeugen Sie sich selbst von der Aktualität und vom hohen Praxisnutzen unseres Angebots.

Falls Sie noch nähere Informationen wünschen oder gleich über die Homepage bestellen möchten, klicken Sie einfach auf den Button „In den Warenkorb“ oder wenden sich bitte direkt an:

**FORUM VERLAG HERKERT GMBH**

**Mandichostr. 18**

**86504 Merching**

Telefon: 08233 / 381-123

Telefax: 08233 / 381-222

**E-Mail: [service@forum-verlag.com](mailto:service@forum-verlag.com)**

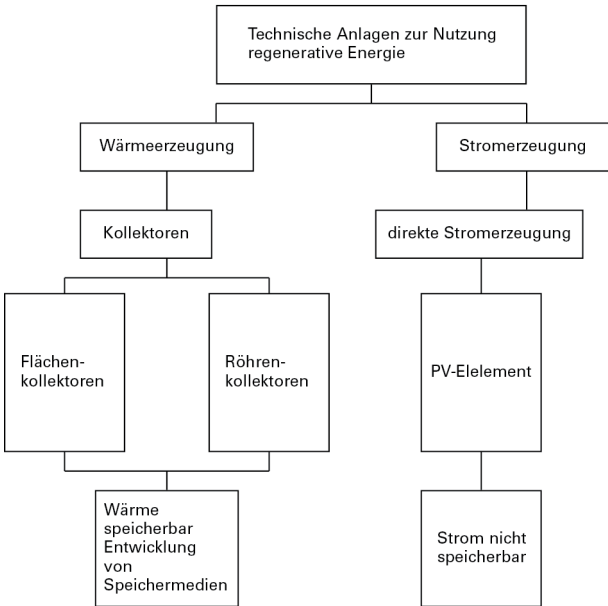
**[www.forum-verlag.com](http://www.forum-verlag.com)**

## Photovoltaikanlagen

Photovoltaikanlagen liefern Strom für Wärmepumpenheizungen, Elektroheizungen, aber auch Pellets-, Gas- oder Ölheizungen. Bei Letzteren wird der Strom meistens für einen Heizstab oder Infrarotpaneel genutzt. Durch den Strom wird Wärme generiert, durch die die Temperatur in einem Speicher konstant gehalten werden kann. Primär im Sommerhalbjahr wird solarer Strom zur Warmwasserbereitung erzeugt. In der Übergangszeit und zeitweise im Winter kann dieser in Abhängigkeit der Größe der Anlage und der Sonnenintensität auch zur Heizungsunterstützung dienen.

Photovoltaikanlagen wandeln Sonnenenergie in elektrische Energie (Strom) um. Die Umwandlung erfolgt durch Solarmodule, die aus einer Zusammenschaltung von Siliziumzellen bestehen. Eine einzelne Zelle von ca. 10 x 10 cm erreicht bei maximaler Sonneneinstrahlung eine Leistung von rund 1,5 Watt. In einem Solarmodul sind ca. 80 Stück dieser Zellen zusammengefasst, die bei Bestrahlung Gleichstrom mit einer Leistung von etwa 120 Wp erzeugen. 8 m<sup>2</sup> PV haben dann eine Leistung von 1 kWp, deren Primärenergieaufwand bei der Herstellung 8.000 kWh beträgt.

### Technische Anlagen zur Wärme- und Stromerzeugung



**Bild 1:** Schematische Darstellung gebäudebezogener Nutzung regenerativer Energiequellen (Quelle: C. Uske)

### Wirkungsgrad

Die Photovoltaikanlage ist aufgrund ihres niedrigen Wirkungsgrads sehr flächenintensiv. Die Solarzellen erzielen Wirkungsgrade von wenigen Prozent, so liegen:

- Dünnschichtmodule auf Siliziumbasis bei 5–10 %
- Monokristalline Module bei 15–16 %
- Polykristalline Module bei 12–15 %
- Konzentration-Mehrschicht-Laborexemplar bei 35 %

Monokristalline Solarzellen erreichen einen deutlich höheren Wirkungsgrad als andere Solarzellen und sind so für kleinere Flächen geeignet. Sie sind jedoch aufwendig in der Herstellung und damit auch teurer in der Anschaffung. Der Wirkungsgrad ist bei diffusem Licht wesentlich schlechter als bei Dünnschichtzellen.

Dünnschichtzellen sind preiswert in der Herstellung und Anschaffung. Sie haben einen geringeren Rohstoffverbrauch und sind leichter. Sie haben keine Wirkungsgradverluste durch Wärme, jedoch im Allgemeinen einen niedrigeren Wirkungsgrad und benötigen dadurch u. U. mehr Fläche. In den Wintermonaten ist eine hohe Ausbeute durch die hohe Lichtempfindlichkeit, gerade bei diffusem Licht, gegeben.

Konzentratorzellen benötigen aufgrund ihrer Bauweise eine erheblich größere Fläche. Der Konzentrator bündelt die Solarstrahlung von einer großen Eingangsfläche auf die relativ kleine, dafür aber effektivere Solarzelle.

Der Systemwirkungsgrad im Jahresverlauf ergibt sich dann aus der Multiplikation mit der Performance Ratio (PR). In diese fließen die Verluste des Wechselrichters ebenso mit ein wie Abschattungen und Verluste durch hohe Temperaturen. Die PR liegt im Bereich von 0,7–0,85.

Über einen Wechselrichter wird der Gleichstrom in technischen Wechselstrom umgewandelt und kann somit in das öffentliche Netz eingespeist werden. Die Verluste, die bei der Umwandlung und Übertragung entstehen, liegen bei ca. 3–7 %.

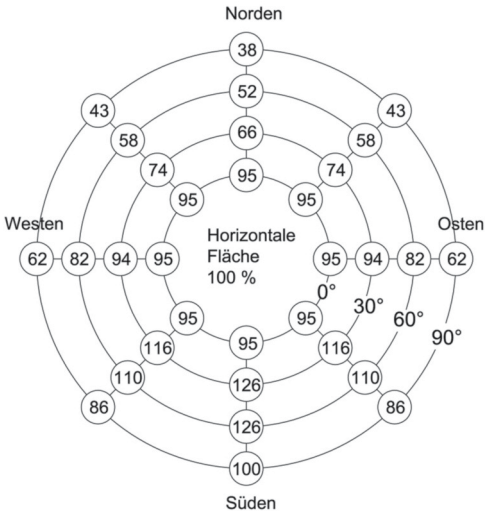
Globalstrahlung ist die an der Erdoberfläche auf eine horizontale Empfangsfläche auftretende Solarstrahlung. Sie setzt sich zusammen aus Direktstrahlung und diffuser Strahlung. Die Strahlungsleistung beträgt bei einem wolkenlosen Himmel ca. 600–800 W/qm, der Diffusanteil daran liegt bei etwa 10–20 %. Die solare Einstrahlung hängt von der Sonnenscheindauer ab, nach der dann die Wärme- bzw. Strommenge errechnet werden kann. Die Werte werden zusätzlich beeinflusst durch die Ausrichtung der Kollektoren und die Verschattung.

Die Einstrahlung auf die Kollektoren ist abhängig von der Jahreszeit und dem Standort des Gebäudes. Entsprechend dem Sonnengang ergeben sich für die Monate unterschiedliche Strahlungsintensitäten und Energiemengen. In der DIN 4108-6 sind diese Werte und verschiedene Standorte aufgeführt. Die Strahlungsintensität kann dann über die Tage des Monats mit dem Stundenfaktor 24 multipliziert in die monatliche Energiemenge umgerechnet werden. Das Ergebnis ist die Energiemenge, die den Kollektoren zur Verfügung steht.

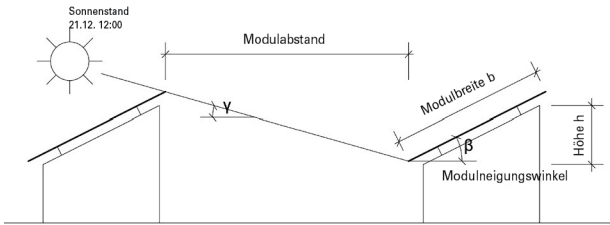
Voraussetzung für den Betrieb einer Photovoltaikanlage ist eine verschattungsfreie Aufstellung. Die Dachfläche sollte nach Süden ausgerichtet sein und eine Neigung zwischen 20 und 50° haben, wobei eine flachere Neigung höhere Erträge liefert. Den höchsten Ertrag, über das Jahr gerechnet, erzielt eine südorientierte Anlage von 30° geneigter Modulfläche. In der winterlichen Sonne dagegen ist eine Neigung von 60° sinnvoll. Kollektoren dürfen sich nicht gegenseitig verschatten. Um eine größere Anzahl an Kollektoren verschattungsfrei aufzustellen zu können, ist eine 60°-Ausrichtung optimal.

### Hinweis

Auch wenn sie keine so hohen Erträge wie die nach Süden ausgerichtete Flächen bringen, können Anlagen auf Ost- und Westdächern oft sinnvoll sein. Bei Ost- und Westdächern bleibt die Maximalleistung der Gesamtanlage jedoch meist unter 70 % im Verhältnis zur Südfläche.



**Bild 2:** Darstellung der Globalstrahlung auf die Kollektorfläche in Abhängigkeit von der Himmelsrichtung (Quelle: C. Uske)



**Bild 3:** Berechnung der Modulabstände bei einer Reihenaufstellung auf dem Flachdach. (Quelle: C. Uske)

$$\text{Modulabstand} = \frac{h}{\tan \gamma (21.12. 12:00)}$$

wobei  $h = \sin \beta \cdot b$

**Tabelle 1:** Übersicht Module und deren Effizienz [7]

Photo-voltaik	Primärenergie	Amorti-sation	Erntefaktor
Mono-Si	ca. 15.000 Kwh/KW/peak	55	06
Poly-Si	ca. 12.000 Kwh/KW/peak	38	08
Amorphes-Si	ca. 8.000 Kwh/KW/peak	28	11
CIS	ca. 2.500 Kwh/KW/peak	15	20

### Einbauarten

Dächer eignen sich sehr gut für die Unterbringung und Nutzung einer Photovoltaikanlage. Bevorzugte Dächer sind:

- Flachdächer
- Schrägdächer
- Sheddächer
- Atriumüberdachungen

### Flachdach – Aufdachsystem

Bei einer Aufdach-Anlage erfolgt die Aufständigung der PV-Module durch eine lastabtragende Unterkonstruktion, die auf die vorhandene Dacheindeckung aufgebaut wird. Vor dem Aufbau einer Anlage ist die Standsicherheit des Dachs zu prüfen. Es muss in der Lage sein, die zusätzlichen Lasten durch die

PV-Anlage aufzunehmen. Die für die Berechnung notwendigen Größen sind in der DIN 1055-1 definiert.

Solarmodule der Aufdach-Systeme werden mit einer Metallkonstruktion oberhalb der Dachabdichtung befestigt. Hierfür stehen standardisierte Systeme zur Verfügung, die sich in freistehende Schwerlastverfahren und Verankerungssysteme unterteilen.

Das „Schwerlastverfahren“ kann angewandt werden, wenn der Standsicherheitsnachweis noch Reserven zur Verfügung hat. Hier erfolgt eine Verankerung an den Fußpunkten der Unterkonstruktion mittels Betonplatten oder Betonschwellen. Ist bereits eine Kiesschicht zum Schutz der Abdichtung auf dem Dach vorhanden, kann diese als Auflast eingesetzt werden. Ein mit Kies gefülltes Trapezblech wirkt hier als Gegengewicht gegen abhebende Windkräfte.

### **Flachdach – Indachsystem**

Bei Indachsystemen für Flachdächer fallen aufgrund des flachen Neigungswinkels, der höheren Modultemperaturen und der schlechten Selbstreinigung weniger Erträge an. Diese werden durch den geringeren Montageaufwand und damit auch Kosten kompensiert.

Es gibt zwei Arten von Indachsystemen:

- Kunststoffbahnen mit flexiblen PV-Zellen
- PV-Module als Umkehrdach

### **Schrägdach – Aufdachsystem**

Solarmodule der Aufdachsysteme werden mit einer Metallkonstruktion oberhalb der Dachabdichtung befestigt. Anders als beim Flachdach ist für die Regensicherheit eine funktionsfähige, separate Dacheindeckung notwendig. Schienensysteme aus Edelstahl und Aluminium ermöglichen eine schnelle Montage. PV-Anlagen können dadurch auch nachträglich installiert werden und sind somit die günstigere Alternative zum Indachsystem. Die Hinterlüftung der Anlage fördert außerdem den Wirkungsgrad der PV-Module. Die Standsicherheit ist durch einen Tragwerksplaner auf jeden Fall nachzuweisen.

**Hinweis**

Solar- und Photovoltaikanlagen dürfen nicht auf Dächern mit Asbestplatten installiert werden.

**Schrägdach – Indachsystem**

Bei einer Indachanlage wird die Dacheindeckung von den PV-Modulen ersetzt. Das PV-System übernimmt somit den Schutz gegen Regen. Der Hersteller hat mittels experimenteller Versuche den Nachweis zu liefern, dass sein Produkt tauglich dafür ist.

Bei der Ausführung gibt es unterschiedliche Möglichkeiten:

- Die Module überlappen sich nach dem Schindelprinzip.
- Sie liegen in einem Gehäuse aus Kunststoff und Abdeckleisten.
- Sie werden rahmenlos oder mit gerahmten Standardmodulen verlegt.

Ist eine Dachneigung von mindestens  $22^\circ$  vorhanden, lassen sich Anschlüsse an Dachdeckung und Dachrand problemlos herstellen. Es wird jedoch eine zusätzliche Unterspannbahn erforderlich, die als zweite wasserführende Schicht fungiert und den Flugschnee oder durch Winddruck eingetriebenes Wasser ableitet. Indachsysteme sind nach den derzeitigen Regelungen des Baurechts über die Normen und technischen Regeln abgedeckt, jedoch beim Brandschutz gibt es unterschiedliche Forderungen der verschiedenen Landesbauordnungen. Ist eine harte Bedachung erforderlich, ist der Nachweis vom Hersteller dafür zu erbringen.

Als Modulformate stehen zur Verfügung:

- kleinteilige Solardachziegel aller Dacheindeckungsarten
- gruppierte Dachelemente
- großflächige Module

Je kleiner jedoch die Formate sind, umso mehr Verkabelungsarbeit fällt an.





### **Hinweis**

---

Da der Wirkungsgrad der Module von hohen Temperaturen negativ beeinflusst wird, ist bei der Installation auf dem Dach ein gewisser Abstand der Module als Hinterlüftung zur Dachfläche zu berücksichtigen, um eine Überhitzung zu vermeiden. Bei einer in die Dachhaut integrierten Montage, bei der keine oder nur eine geringe Hinterlüftung stattfinden kann, fällt die Ausbeute geringer aus.



Unser Wissen  
für Ihren Erfolg

## Bestellmöglichkeiten



### Das Baustellenhandbuch GEG

Für weitere Produktinformationen oder zum Bestellen hilft Ihnen unser Kundenservice gerne weiter:

#### Kundenservice

☎ **Telefon: 08233 / 381-123**

✉ **E-Mail: [service@forum-verlag.com](mailto:service@forum-verlag.com)**

Oder nutzen Sie bequem die Informations- und Bestellmöglichkeiten zu diesem Produkt in unserem Online-Shop:

#### Internet

🌐 **<http://www.forum-verlag.com/details/index/id/5845>**