



Solarkollektoren (Flachkollektoren) zur Erwärmung von Wasser



Photovoltaik-Module zur Erzeugung von Strom

## 6. Solarenergie

Solarenergie steht unbegrenzt und kostenlos zur Verfügung. Die Sonneneinstrahlung in Deutschland bietet mehr als genug Potenzial: Selbst im Aachener Raum beträgt die mittlere Strahlung jedes Jahr ungefähr 1.000 Kilowattstunden pro Quadratmeter. Diese beachtliche Menge entspricht rechnerisch dem Energiegehalt von etwa 100 Litern Heizöl.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten von Solaranlagen:

- **Solarthermische Anlagen** erwärmen Wasser (für Brauchwasser und/oder Raumheizung) über Solarkollektoren.
- **Photovoltaikanlagen** erzeugen Strom mit Hilfe von Solarmodulen.

Solaranlagen können einzelne oder mehrere Gebäude (Verbundanlagen) versorgen. Meist werden die Kollektoren bzw. Module auf Schrägdächer gelegt oder auf Flachdächern aufgeständert. Die senkrechte Installation an der Fassade ist ebenfalls möglich. Die Aufstellung am Boden wird in

der Regel bei großflächigen Anlagen mit gewerblicher bzw. öffentlicher Nutzung gewählt.

### Ist Ihr Gebäude geeignet?

Gebäudebesitzer in der StädteRegion Aachen können im **Solarpotenzialkataster** nachschauen, ob Ihr Gebäudedach grundsätzlich für die solare Nutzung geeignet ist. Hier sind die Daten für jedes Gebäude im Stadtgebiet Aachen und in den anderen neun Kommunen der StädteRegion abrufbar: [www.solare-stadt.de/staedteregion-aachen/Solarpotenzialkataster](http://www.solare-stadt.de/staedteregion-aachen/Solarpotenzialkataster)



Dies sollte bei der Beurteilung des Daches berücksichtigt werden:

- **Dachneigung:** Je nach Art der Solaranlage sind ca. 30° bis 45° optimal, bei thermischen Anlagen mit zusätzlicher Heizungsunterstützung besser steiler (bis 60°).
- **Himmelsrichtung:** Die Ausrichtung nach Süden bringt den höchsten Ertrag. Außer Norden sind fast alle Ausrichtungen akzeptabel, da die Ertragseinbußen in der Regel mit etwas mehr Modul- bzw. Kollektorfläche ausgeglichen werden können.
- **Verschattung:** Bäume (Wachstum beachten), Gauben, Schornsteine, Nachbardächer etc. können Schatten auf die Solaranlage werfen und die Leistung verringern. Bei der Planung sollte der gesamte Tages- und Jahresverlauf der Sonne berücksichtigt werden.
- **Sanierungsbedarf der Dachfläche:** Wenn in absehbarer Zeit eine Erneuerung der Dacheindeckung bzw. Dachdämmung geplant ist, sollte dies vor der Installation der Solaranlage erfolgen.



Die weiteren Voraussetzungen für eine sinnvolle Nutzung von Solarenergie werden im Folgenden betrachtet, jeweils getrennt für Solarthermie und Photovoltaik.

#### Solarthermie: sonnengewärmtes Wasser

Es gibt Anlagen zur Erwärmung des Wassers in Bad und Küche (Brauchwasseranlagen) und solche, die zusätzlich die Heizung unterstützen. Diese Kombianlagen benötigen eine größere Kollektorfläche, damit auch im Winter noch genügend Sonne „eingefangen“ werden kann, und außerdem einen größeren Wasserspeicher.

#### Komponenten einer thermischen Solaranlage

- **Solarkollektor** (Flachkollektor oder Vakuumröhrenkollektor): Er nimmt die Sonnenstrahlung auf und wandelt sie in Wärme um.
- **Solarkreislauf mit Wärmeträgerflüssigkeit:** Über Rohre wird die Wärme vom Kollektor zum Wasserspeicher transportiert.
- **Wasserspeicher:** Über einen Wärmetauscher wird die Solarwärme an das Wasser abgegeben. Im Wasserspeicher wird die Wärme bevorratet und kann als warmes Frischwasser oder Heizungswasser genutzt werden.
- **Heizkessel für die Nachheizung** des Wasserspeichers, wenn die Kraft der Sonne nicht ausreicht.

Ergänzt wird das System durch weitere Komponenten zur **Regelung und Wärmeverteilung**.

#### Zwei Arten von Kollektoren, ein Prinzip

Solarkollektoren arbeiten nach dem Absorberprinzip: Die Sonne strahlt auf ein schwarzes Blech, den **Absorber**, welcher die Sonnenenergie fast vollständig „schluckt“ und in Wärme umwandelt. In Rohrschlangen, die im Absorber integriert sind, zirkuliert eine Flüssigkeit (häufig Wasser mit Frostschutzmitteln), welche die Wärme aufnimmt und weiterleitet.

#### Flachkollektor

Das Absorberblech liegt in einer flachen „Kiste“, die mit einer Glas- oder Kunststoffscheibe abgedeckt ist. Flachkollektoren sind vergleichsweise preiswert und werden daher häufig verwendet. Sie können auf der Dach-eindeckung liegen (Aufdachsystem) oder in diese integriert werden (Indachsystem).

#### Vakuumröhrenkollektor

Das Absorberblech liegt in einer luftleeren Glasröhre. Mehrere Glasröhren werden nebeneinander auf ein Gestell montiert. Vakuumröhrenkollektoren sind teurer als Flachkollektoren und empfindlicher bei thermischen und mechanischen Belastungen. Ähnlich wie bei einer Thermoskanne hat dieser Kollektortyp jedoch eine besonders gute Wärmedämmung und dadurch einen höheren Wirkungsgrad. So kann mit kleinerer Kollektorfläche der gewünschte Ertrag erzielt werden.

#### Voraussetzungen für einen effizienten Betrieb

- **Eigenschaften der Dachfläche:** Neigung, Himmelsrichtung, Verschattung, Sanierungsbedarf: Siehe oben bei „Ist Ihr Gebäude geeignet?“
- **Zentrale Warmwasserbereitung:** Eine zentrale Warmwasserbereitung ist notwendig, damit alle Wasserverbraucher in Bad und Küche aus dem sonnengewärmten Wasserspeicher bedient werden können. Ist ein dezentrales System mit einzelnen Geräten vorhanden, erhöhen sich durch die Umstellung die Investitionskosten (v. a. durch Installation zusätzlicher Rohrleitungen).
- **Warmwasserbedarf:** Im Gegensatz zur Heizwärme wird warmes Wasser für Bad und Küche das ganze Jahr benötigt. Je mehr Personen im Haushalt leben und warmes Wasser verbrauchen, desto lohnenswerter ist die Investition in die Solaranlage.
- **Zusätzliche Heizungsunterstützung:** Voraussetzungen sind größere Kollektorflächen und ein größeres Volumen des Wasserspeichers. Je besser der bauliche Wärmeschutz des Gebäudes, desto größer ist die erreichbare solare Deckung. Eine Fußboden- oder Wandheizung ist wegen der niedrigen Heizwassertemperaturen besonders gut für solare Unterstützung geeignet.
- **Planung und Installation:** Die Solaranlage sollte Teil eines übergreifenden Sanierungskonzeptes sein.



Für die technische Planung, Auslegung und Installation sind Fachleute zu beauftragen. Auch ausgereifte Techniken wie thermische Solaranlagen müssen nachreguliert und an den tatsächlichen Bedarf angepasst werden. Regelmäßige Wartung sollte selbstverständlich sein.

#### Ihr zuverlässiger Fachbetrieb für energieeffiziente Gebäudetechnik MEISTERBETRIEB Elektrotechnik Anton Beckers



- Elektroinstallation
- Elektroreparaturen
- Hausgerätereparaturen aller Fabrikate
- Antennen-SAT-Anlagen
- Power-Net EIB/KNX

Malmedyer Str. 8 52066 Aachen  
Fon: 0241 65503  
Fax: 0241 607863  
Mobil: 0177 2791480  
[www.elektro-anton-beckers.de](http://www.elektro-anton-beckers.de)



### Wie viel Kollektorfläche? Wie viel Speichervolumen?



Es gibt zwar Faustregeln, aber die Dimensionierung sollte stets nach der individuellen Situation erfolgen. Wichtig sind dabei ...

- der vorhandene Warmwasserverbrauch (Häufigkeit und Dauer des Badens und Duschens, Nutzung einer Spülmaschine etc.) inkl. absehbarer Veränderungen
- bei Heizungsunterstützung: der vorhandene Heizwärmeverbrauch (individuelle Wohlfühltemperatur, Lüftungsverhalten der Bewohner, Dämmstandard des Gebäudes etc.) inkl. absehbarer Veränderungen
- die Bauart des Kollektors und die Einbindung in das Heizsystem
- Abweichungen von der optimalen Neigung und Ausrichtung sowie unvermeidbare Verschattungen



Thermische Solaranlagen können unter bestimmten Voraussetzungen gefördert werden (siehe auch Kapitel IV).

### Photovoltaik: Sonnenlicht macht Strom

Photovoltaik (PV)-Module erzeugen Strom, der selbst genutzt oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann. Zahlreiche Photovoltaikanlagen wurden in den letzten 20 Jahren als wirtschaftlich lukratives Investitionsobjekt errichtet, weil der Netzbetreiber den ins Netz eingespeisten Sonnenstrom zu einem hohen Preis abnehmen musste.

#### Inzwischen hat sich vieles verändert:

- Die Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist nur noch sehr gering. Sie liegt deutlich unter dem Preis, den man für öffentlichen Strom beim Energieversorger bezahlt.
- Es lohnt sich daher, möglichst viel Solarstrom selbst zu nutzen und möglichst wenig öffentlichen Strom zu beziehen.
- Die größtmögliche Anlage ist nicht in jedem Fall die wirtschaftlich sinnvollste, weil der Strom ggf. nicht sinnvoll genutzt werden kann.
- Die Module sind deutlich preiswerter geworden.
- Batteriespeicher, die den erzeugten Strom für eine spätere Nutzung speichern, sind marktreif und auch für den privaten Haushalt erschwinglich geworden.



Die **grundsätzlichen Voraussetzungen** – Neigung, Himmelsrichtung, Verschattung, Sanierungsbedarf der Dachfläche, die **im Abschnitt „Ist Ihr Gebäude geeignet?“** aufgeführt sind, gelten auch für Photovoltaik (PV)-Anlagen. Es ist auch möglich, die Module auf einer ebenen Fläche (Flachdach oder Erdboden) aufzuständern. Bei der senkrechten Montage an der Fassade ist zu berücksichtigen, dass der Ertrag deutlich geringer ausfällt (etwa 30 bis 40 Prozent weniger als bei schräger Montage).

### Komponenten einer Photovoltaikanlage

- **Solarzellen, Solarmodul:** Mehrere miteinander verbundene Solarzellen ergeben ein Modul. Mehrere Module bilden die gewünschte Fläche zur Stromerzeugung. Es gibt verschiedene Modultypen mit unterschiedlichen Eigenschaften.
- **Wechselrichter:** Solarzellen erzeugen Gleichstrom. Die meisten Geräte und auch das öffentliche Netz funktionieren allerdings mit Wechselstrom. Daher muss der Wechselrichter den Gleichstrom umwandeln.
- **Zwei oder drei Stromzähler:** Die Menge des insgesamt erzeugten Solarstroms wird von einem Zähler gemessen (Pflicht bei Anlagen über 10 Kilowatt-Peak Leistung). Ein zweiter Zähler misst den Anteil, der ins öffentliche Netz eingespeist wird. Handelt es sich dabei um einen „Zweirichtungszähler“, kann er gleichzeitig auch die Strommenge messen, die aus dem öffentlichen Netz bezogen wird. Ansonsten gibt es dafür ein drittes Gerät.
- **Batteriespeicher (optional):** Er funktioniert im Prinzip wie die bekannten kleinen „Akkus“, nur dass er statt aus der Steckdose von der Solaranlage aufgeladen wird. Ein Batteriespeicher ermöglicht die Nutzung von Solarstrom, wenn die Sonne nicht scheint oder die gerade erzeugte Sonnenenergie nicht ausreicht.

### Wie viel Strom kann erzeugt werden?

Die Leistung von PV-Anlagen wird in **Kilowatt-Peak (kWp)** ausgedrückt. Dieser Wert beschreibt die optimale Leistung der Anlage unter genormten Testbedingungen. Der tatsächliche Ertrag einer gut geplanten und optimal ausgerichteten Anlage beträgt in Nordrhein-Westfalen durchschnittlich 850 – 950 kWh Ertrag pro kWp und Jahr.

Wie viel Strom eine Anlage erzeugen kann, ist neben der Größe der Modulfläche von diesen Faktoren abhängig:

- **Eigenschaften der Dachfläche:** Neigung, Himmelsrichtung, Verschattung, Sanierungsbedarf: Siehe „Ist Ihr Gebäude geeignet?“
- **Verschattung und Verschaltung:** Im Vergleich zu thermischen Solaranlagen hat bei Photovoltaikmodulen eine Verschattung mehr Einfluss auf den Ertrag. Wenn eine einzelne Solarzelle verschattet wird, hat dies negative Auswirkungen auf alle mit ihr verbundenen Solarzellen des Moduls. Unvermeidbare Verschattungen sind also bei der Verschaltung der Solarzellen zu berücksichtigen.
- **Wirkungsgrad der Solarzelle:** Je nach Herstellungsmethode und Material unterscheidet man **kristalline Siliziumzellen**, die sowohl ein guter Wirkungsgrad als auch ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis auszeichnen. Daneben gibt es **Dünnschichtmodule** aus Silizium oder anderen Elementen mit einem geringeren Wirkungsgrad, die aber in der Herstellung günstiger und bezüglich des Einsatzortes flexibler sind. Die **HIT-Hybridzellen** haben im Vergleich den höchsten Wirkungsgrad, werden aber wegen ihres hohen Preises nur in Sonderfällen eingesetzt.

- **Wahl und Installation der Anlagenkomponenten:**



Eine zur örtlichen Situation passende Planung und Installation ist sehr wichtig. Alle Anlagenkomponenten sind aufeinander abzustimmen. Durch Planungsfehler oder nicht optimierte Regeltechnik können die errechneten Erträge deutlich geringer ausfallen.

Bevor man die Installation einer Photovoltaikanlage in Auftrag gibt, sollten einige Vorbereitungen getroffen werden:

- Bau mit dem örtlichen Stromnetzbetreiber abstimmen
- eventuelle Genehmigungen von der örtlichen Baubehörde einholen
- Prüfung von steuerrechtlichen Aspekten, Versicherungsschutz und Brandschutz

### Solarstrom ins Netz einspeisen und selbst nutzen

Das bundesweit gültige Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt seit April 2000 die Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energien. Für den Strom, der ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird, erhält der Eigentümer 20 Jahre lang eine garantierte **Einspeisevergütung pro Kilowattstunde**. Diese zahlt der Stromnetzbetreiber.



Die Vergütungssätze und weitere Regelungen haben sich seit Inkrafttreten des EEG häufig geändert, daher sollte man bei der Planung immer den aktuellen Stand berücksichtigen. Um das öffentliche Stromnetz nicht durch Einspeisen von Sonnenstrom zu überlasten, sieht das EEG eine besondere Regelung vor: Entweder man **reduziert die tatsächlich mögliche Leistung der Solaranlage** dauerhaft um 30 Prozent oder man erlaubt dem Netzbetreiber die Anlage bei Bedarf abzuregeln (aktives Einspeisemanagement).

**PHOTOVOLTAIK  
HEIZUNGSINSTALLATION  
INGENIEURSERVICE**

**Leberz & Partner**  
GmbH  
www.leberz-und-partner.de

Jakobstr. 218 • 52064 Aachen  
0241 - 477 07 0

**SOLVIS**

**KWB**  
Die Biomasseheizung



Inzwischen liegt die Vergütung für den ins öffentliche Netz eingespeisten Strom deutlich unterhalb des üblichen Preises für Haushaltsstrom. Daher lohnt es sich, den **Strom selbst zu verbrauchen**. Allerdings fallen die Zeiten der Sonneneinstrahlung nicht immer mit den Zeiten des eigenen Stromverbrauchs zusammen. Jeder Haushalt hat sein **individuelles „Lastprofil“**, wann wieviel Strom benötigt wird.

Die Zeiten des Stromverbrauchs können teilweise an die Sonnenzeiten angepasst werden: Beispielsweise können Zeitschaltuhren, Funksteckdosen und/oder programmierbare Steuergeräte Haushaltsgeräte wie Waschmaschine oder Spülmaschine dann einschalten, wenn die Sonne scheint. Wie viel Solarstrom auf diese Weise direkt genutzt werden kann, hängt von Art und Anzahl der vorhandenen Stromverbraucher ab. Höhere Anteile werden bei Einbindung eines Batteriespeichers möglich.



Photovoltaikanlagen können unter bestimmten Voraussetzungen zusätzlich zur gesetzlich garantierten Einspeisevergütung gefördert werden (siehe auch Kapitel IV).

## Stromspeicher

Batteriespeicher für Photovoltaikanlagen haben sich in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt, vor allem in Bezug auf die nutzbare Leistung, die Lebensdauer und die Herstellungskosten. So sind sie inzwischen auch für private Nutzer mit eher kleinen Anlagen sinnvoll einsetzbar. Neben der Erhöhung des Eigenverbrauchs können Batteriespeicher auch zur Entlastung des öffentlichen Stromnetzes beitragen, weil sie die Einspeisung von Strom an sonnigen Tagen und zu sonnenreichen Tageszeiten verringern (Abpuffern von sog. Lastspitzen).

Wie bei allen technisch komplexen Systemen ist eine fachgerechte und auf den Nutzer abgestimmte Planung die Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb.

## Batterietypen

Für den Einsatz in Privathaushalten gibt es Bleibatterien und Lithium-Ionen-Batterien, die sich in Hinblick auf die Speicherkapazität (= speicherbare Strommenge), Lebensdauer und Kosten unterscheiden.

**Bleibatterien** (Blei-Säure- oder Blei-Gel-Technologie) sind bewährt – auch aus anderen Nutzungsbereichen – und vergleichsweise preisgünstig. Die Lebensdauer wird maßgeblich von der Art der Be- und Entladung bestimmt und umfasst etwa 1.500 – 3.000 Ladezyklen. Nur etwa die Hälfte der Speicherkapazität ist aus technischen Gründen nutzbar.

**Lithium-Ionen-Batterien** (meist Lithium-Eisen-Nanophosphat) sind im Vergleich zu Bleibatterien deutlich teurer, aber unempfindlicher bei unterschiedlicher Be- und Entladung. Sie halten länger (bis zu 15.000 Ladezyklen) und es kann ein höherer Anteil der Speicherkapazität genutzt werden.

Bei der Entscheidung für einen Batterietyp und für das konkrete Produkt spielen zusätzlich folgende Faktoren eine Rolle:

- Wartungsintervalle
- Sicherheitsvorschriften
- Nutzerverhalten
- benötigte Entladegeschwindigkeit
- Einbindung in die PV-Anlage

Batteriesysteme können bei bereits bestehenden Solaranlagen meist problemlos nachgerüstet werden.



Batteriespeicher können unter bestimmten Voraussetzungen gefördert werden (siehe auch Kapitel IV).

## Photovoltaikstrom unterstützt die Heizung

Die Kombination einer PV-Anlage mit einer **elektrisch betriebenen Wärmepumpe** erhöht den Anteil des selbst genutzten Solarstroms und ist technisch problemlos umsetzbar. Allerdings gelten alle Regeln für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen trotzdem (siehe Kapitel III, 4), denn der Solarstrom kann nur einen Teil der benötigten Strommenge ersetzen. Beide Systeme müssen aufeinander abgestimmt sein, u. a. in Bezug auf Leistung und Art der Wärmepumpe, Bedarf an Haushaltsstrom und Leistung der Photovoltaikanlage (und ggf. des Batteriespeichers). Besonders wichtig für den optimalen Betrieb ist die Kommunikation zwischen PV-Anlage und Wärmepumpe, also eine intelligente Vernetzung und Steuerung.

Eine **Nachtstromspeicherheizung** mit Solarstrom zu betreiben, ist ein naheliegender Gedanke, aber technisch nicht einfach umzusetzen. Ein Problem liegt in der zeitlichen Verschiebung: Die Sonne scheint tagsüber und am längsten im Sommer, während die Nachtspeicheröfen auch nachts und vor allem im Winter heizen müssen. Es müssten die Aufladezeiten sowie die Steuerungs- und Messeinrichtungen geändert werden, damit die Solaranlage tagsüber die Speicherkerne laden kann. Ein weiteres Problem ist die Energiemenge, die zum Heizen gebraucht wird. Es wäre eine enorm große Photovoltaikanlage nötig, um durch Solarstrom den Bezug von Nachtstrom „spürbar“ reduzieren zu können.



Bedenkt man diesen technischen und finanziellen Aufwand, ist es im Normalfall sinnvoller, die benötigte Heizenergie durch Investitionen in den Wärmeschutz des Gebäudes dauerhaft zu verringern.