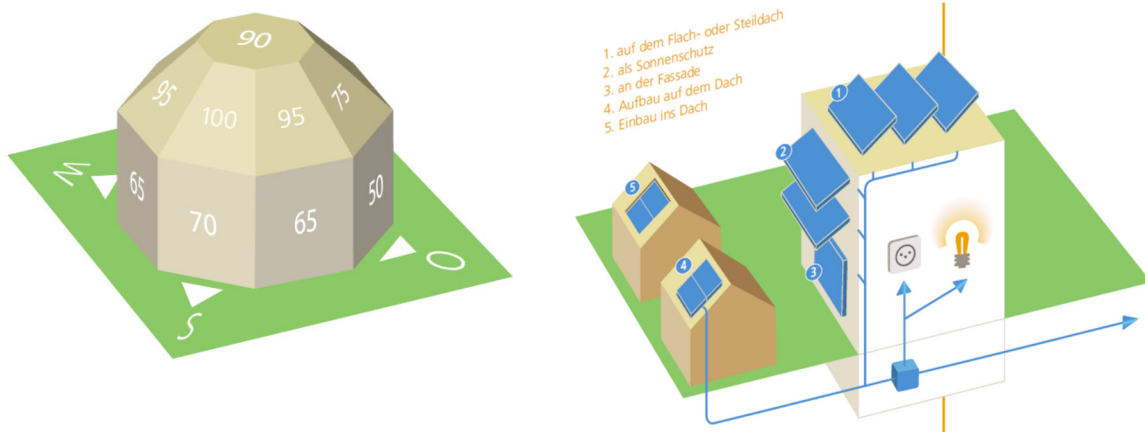


# Merkblatt Sonnen-Energie

## Grundlagen

Die Sonne scheint mit einer **Strahlungsleistung** von  $1'367 \text{ W / m}^2$  auf die Erdatmosphäre ein (**Solar-konstante**). Dabei fallen in unseren Breitengraden und bei wolkenlosem Himmel auf der Erdoberfläche immer noch etwa  $1'000 \text{ W / m}^2$  an. Diese gigantische Energiemenge machen sich nicht nur die Lebewesen zu Nutze, sondern sie kann auch mit technischen Hilfsmitteln in Strom oder Heizwärme umgewandelt werden.

Im Schweizer Mittelland kann mit einer jährlichen **Voll-Sonnenscheindauer** von etwa **800 Stunden** gerechnet werden. Dieser Wert ist abhängig von der Lage und den lokalen klimatischen Bedingungen.



*Ausrichtungen und Montagemöglichkeiten (Quelle: Swissolar).*

Die Sonneneinstrahlung ist auf eine **geneigte Südfläche** am grössten: Es werden 100 % des möglichen Ertrages am betreffenden Standort erreicht. Bei nach Südosten oder Südwesten ausgerichteten Solaranlagen ist nur mit geringen Einbussen von rund 5 % zu rechnen (siehe obige Abbildung).

Anlagen können auch **horizontal oder vertikal** angebracht werden, womit immer noch vernünftige Erträge realisiert werden können.

In der Regel werden Solaranlagen an ein bestehendes Gebäude angebaut bzw. in ein Gebäude integriert, womit keine zusätzliche Landfläche verbaut wird.

Von einer **integrierten Solaranlage** (z. B. **Indach**) wird gesprochen, wenn sie die Dach- oder Fassadenhaut **ersetzt**. Bei einem Schrägdach werden beispielsweise die Ziegel entfernt und die Solaranlage auf die Unterkonstruktion (Ziegellattung) montiert.

Eine **angebaute Solaranlage** (z. B. **Aufdach**) hingegen wird z. B. auf ein bestehendes Dach montiert, oder an eine Brüstung, Fassade etc. Es muss eine feste Verbindung zu einem Gebäude bestehen. Alle auf einem Flachdach aufgeständerten Solaranlagen fallen in diese Kategorie.

Die **freistehenden Anlagen** besitzen keine konstruktive Verbindung zu Bauten und werden „auf der grünen Wiese“ erstellt.

## Solarstrom-Anlagen (Photovoltaik)

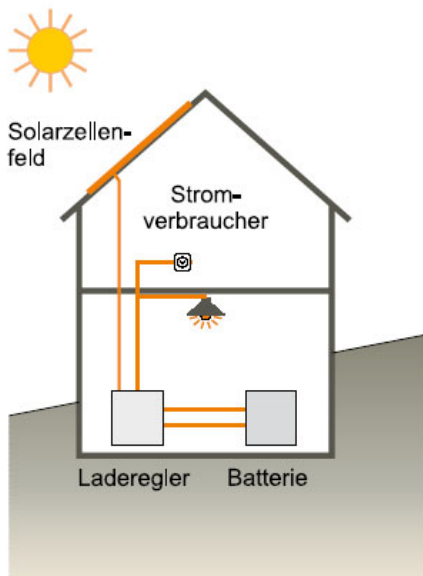
### Allgemeines

**Solarzellen** wandeln das Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom um. Heute werden oft 108 Halbzellen miteinander elektrisch verschaltet und bilden so ein sogenanntes **Solarmodul** mit einer Grösse von etwa 2 m<sup>2</sup> (Abmessungen 1.15 m x 1.75 m).

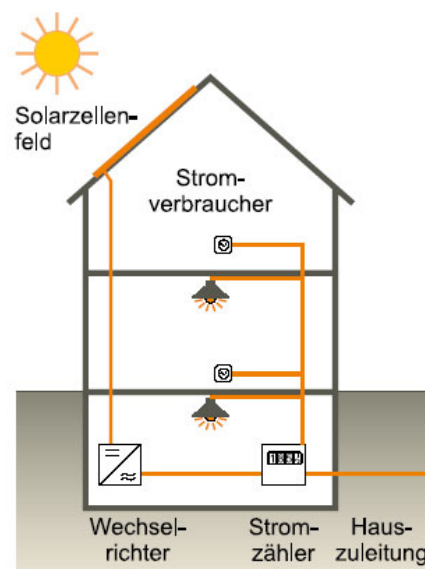
Durch den Preiszerfall der letzten Jahre spielt die optimale Ausrichtung nicht mehr *die* zentrale Rolle. Nebst den südausgerichteten Anlagen sind auch **Ost-West-Anlagen** üblich, bei welchen die Solarmodule nach Osten und Westen ausgerichtet sind. Auf einem Flachdach können so mehr Module platziert werden, da sie sich gegenseitig nicht beschatten.

**Inselanlagen** sind nicht mit dem Elektrizitätsnetz verbunden und kommen hauptsächlich in Berg- oder Alphütten zur Anwendung. Sie verfügen über eine Batterie als Energiespeicher, damit die Stromproduktion vom Stromverbrauch entkoppelt werden kann.

**Netzverbundanlagen** hingegen sind mit dem Netz (230 V bzw. 400 V Wechselspannung) verbunden und speisen den produzierten Strom ins Netz ein. Eine Faustregel besagt, dass bei einer jährlichen Stromproduktion, welche gleich hoch ist wie der jährliche Verbrauch (also beispielsweise 5'000 kWh), der Anteil **Eigenverbrauch** bei etwa 25 % liegt. Dies bedeutet, dass etwa 25 % des produzierten Solarstroms direkt im Haus verbraucht werden können und die restlichen 75 % als Überschuss ins Netz eingespeist werden.



Inselanlage (Quelle: Swissolar).



Netzverbundanlage (Quelle: Swissolar).

Die **Anlagegrösse** wird über die installierte Leistung definiert und mit **kW<sub>P</sub>** abgekürzt (**Kilowatt Peak**, maximale Leistung). Das ist die Modulleistung und entspricht der Leistung, welche die Anlage bei einer normierten und senkrechten Einstrahlung erbringt.

### Eckwerte

In der folgenden Tabelle sind einige **Kennzahlen** für eine Anlagegrösse von 1 kW<sub>p</sub> zusammengefasst. Sie dienen lediglich der groben Abschätzung und ersetzen keinesfalls die detaillierte Planung und Ertragsberechnung. **Heutige Solarmodule mit 108 Halbzellen** weisen eine Grösse von etwa 1.15 m x 1.75 m auf und eine Nennleistung von bis zu 420 Wp.

Parameter	Wert	Bemerkungen
Flächenbedarf für 1 kW <sub>p</sub>	ca. 5 m <sup>2</sup>	Abhängig vom Typ der Solarzellen
Jahresertrag bei 1 kW <sub>p</sub>	ca. 1'100 kWh (Südausrichtung, ohne Beschattung)	Abhängig vom Standort (Ausrichtung, Verschattung, klimatische Bedingungen)
Investitionskosten für 1 kW <sub>p</sub>	Fr. 1'000 ~ 3'000	Je grösser die Anlage, desto geringer sind die spezifischen Kosten

Integrierte Solarstromanlagen sind in der Regel bedeutend teurer als angebaute Anlagen.

Solarstrom einer Aufdach-Photovoltaikanlage kann heute für 5 – 14 Rp. / kWh produziert werden (**Gestehungskosten**). Der tiefe Wert bezieht sich auf unkomplizierte Grossanlagen auf einem Schrägdach mit rund 100 kW<sub>p</sub>, der höhere Wert auf eine Kleinanlage < 10 kW<sub>p</sub>. Darin enthalten sind Amortisation sowie Kosten für Betrieb und Unterhalt. Eine Kapitalverzinsung ist nicht berücksichtigt.

### Eigenverbrauch und ökologischer Mehrwert

Den Investitionen stehen natürlich Erträge gegenüber. Einerseits kann der Solarstrom direkt im Gebäude verbraucht werden (**Eigenverbrauch**), womit externe Stromkosten eingespart werden. Je nach Stromtarif des Energieversorgers kann dies bis zu 40 Rp. / kWh betragen (in Extremfällen noch mehr). Andererseits muss der **lokale Netzbetreiber** den als Überschuss in sein Netz eingespeisten **Solarstrom vergüten**. Das ist heute in der Grössenordnung von 20 Rp. / kWh. Damit ist die „physikalische“ Strom-Rücklieferung abgegolten.

Der Solarstrom weist zusätzlich einen **ökologischen Mehrwert** auf, da er aus einer nach heutigen Gesichtspunkten unerschöpflichen und sauberen Quelle gewonnen wird. Dieser Mehrwert kann unter Umständen in Form von Zertifikaten (**Herkunftsnachweise HKN**) dem Energieversorger verkauft werden. So kann im besten Fall ein zusätzlicher Erlös von bis zu 4 Rp. / kWh erzielt werden. Die Praxis liegt heute aber eher bei einigen wenigen Rappen.

Die einzelnen Strombezüger eines Mehrfamilienhauses können einen **Zusammenschluss zum Eigenverbrauch ZEV** bilden, so dass alle Parteien von der Solarstromanlage profitieren können. Auch benachbarte Grundstücke dürfen angeschlossen werden, selbst wenn Strassen oder Bäche dazwischen liegen.

### Kostendeckende Einspeisevergütung KEV

Per 1.1.2009 wurde die **kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)** schweizweit eingeführt. Wie es der Name sagt, soll ins Netz eingespeister Strom aus erneuerbaren Quellen kostendeckend vergütet werden. Die Produktionsanlagen sollten also über die angenommene Lebensdauer amortisiert und das eingesetzte Kapital verzinst werden können.

Anlagen, welche nicht schon bis Mitte 2012 an die KEV angemeldet wurden, werden keine KEV mehr erhalten. Seit dem 1.1.2018 können jedoch alle Anlagen an die Einmalvergütung EIV angemeldet werden.

### Einmalvergütung

Für **Anlagen bis 50 MWp** gibt es seit 1.1.2018 eine Einmalvergütung EIV. Der ökologische Mehrwert (Herkunftsnachweise) darf weiter genutzt bzw. zusätzlich vermarktet werden.

Anlagegrösse bis 50 MWp	Aufbauart <sup>1</sup>		
	Aufdach	Indach	Bonus Fassaden (> 75°)
Leistungsbeitrag < 30 kWp	Fr. 400.-/kWp	Fr. 440.-/kWp	Fr. 250.-/kWp
Leistungsbeitrag < 100 kWp	Fr. 300.-/kWp	-	Fr. 100.-/kWp
Leistungsbeitrag ≥ 100 kWp	Fr. 270.-/kWp	-	-

*Einmalvergütung EIV. Ansätze gültig bei Inbetriebnahme ab 1.1.2023. Angaben ohne Gewähr.*

### Förderprogramme

Einige wenige Kantone, Gemeinden oder Energieversorger führen ein zusätzliches Förderprogramm für Photovoltaikanlagen. Das **Nachfragen kann sich lohnen!** Siehe auch <https://www.energiefranken.ch>.

## Thermische Solaranlagen (Wärme)

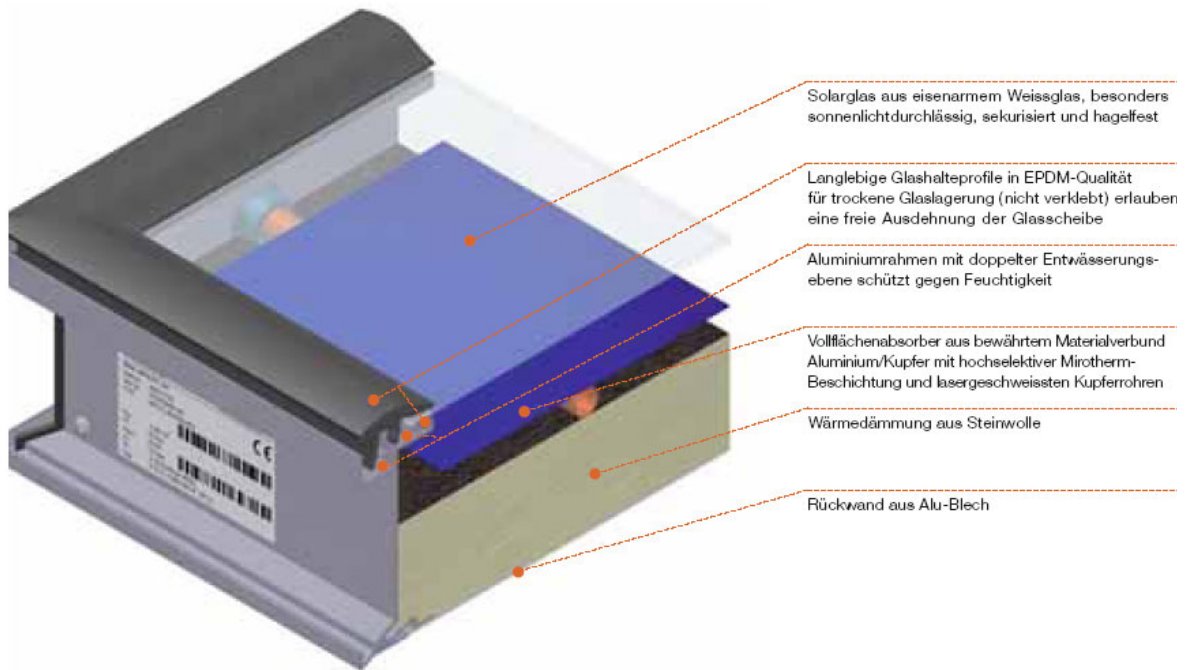
### Allgemeines

In einem **geschlossenen Kreislauf** wird im **Sonnenkollektor** Wasser von der Sonne erwärmt und im Boiler (oder Heizungsspeicher) wird die gewonnene Sonnen-Wärme wieder an das Brauchwasser bzw. Heizungswasser abgegeben.

Der **Flachkollektor** ist ein flacher Kasten, welcher auf der Unterseite und an den Seitenwänden gegen Wärmeverluste isoliert ist und auf der Oberseite eine Glasabdeckung aufweist. Im Inneren ist auf ein dunkles **Absorberblech** meist mäanderförmig ein Kupferrohr aufgelötet. Das Absorberblech erwärmt sich durch die Sonneneinstrahlung stark und gibt die Wärme an das in den Kupferrohrchen zirkulierende Wasser ab.

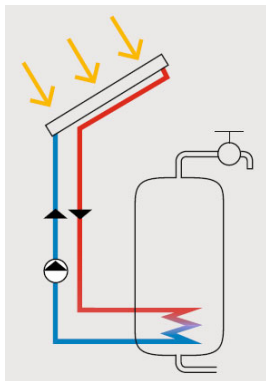
Der **Röhren-** oder **Vakuurröhrenkollektor** besteht aus einzelnen vakuumierten Glasröhren, in welchen die länglichen Absorber-Bleche eingelegt sind. Durch das Vakuum sind die Röhren hervorragend gegen Wärmeverluste geschützt. Röhrenkollektoren weisen höhere Wirkungsgrade auf und erreichen höhere Temperaturen, sind jedoch teurer als Flachkollektoren.

<sup>1</sup> *Integriert:* Die Solaranlage ersetzt die Fassaden- bzw. Dachhaut. / *Angebaut:* Auf dem bestehenden Dach (ersetzt nicht die Dachhaut), an Brüstung etc., es muss eine feste Verbindungen zu einem Gebäude o.ä. bestehen. / *Freistehend:* Keine konstruktive Verbindung zu Bauten.

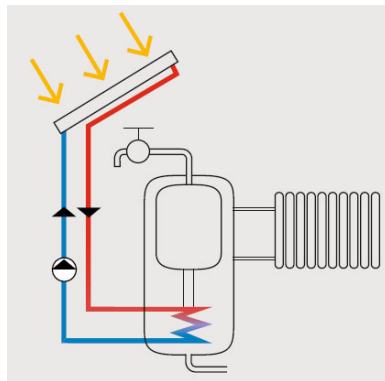


*Aufbau eines Flachkollektors (Quelle: Ernst Schweizer AG).*

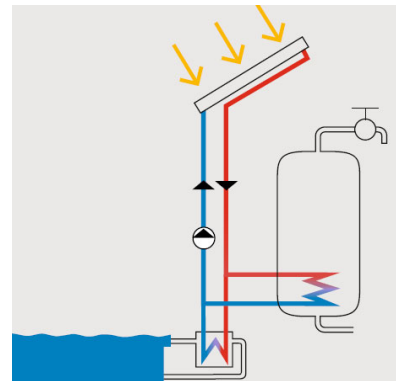
Die **Anwendungsmöglichkeiten** sind extrem vielfältig; nachfolgend sind drei davon schematisch dargestellt (Quelle: Ernst Schweizer AG). Am meisten kommt die reine Brauchwassererwärmung zum Zuge.



*Brauchwassererwärmung.*



*Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung.*



*Brauch- und Schwimmbadwassererwärmung.*

**Eckwerte**

In der folgenden Tabelle sind einige **Kennzahlen** für Anlagen zur Brauchwassererwärmung bzw. Heizungsunterstützung zusammengefasst. Sie dienen lediglich der groben Abschätzung und ersetzen keinesfalls die detaillierte Planung und Ertragsberechnung.

Bei einer Solaranlage für die Brauchwassererwärmung kann mit einem Ertrag von etwa 400 – 600 kWh pro m<sup>2</sup> Sonnenkollektor gerechnet werden (entsprechend 40 – 60 Liter Heizöl bzw. m<sup>3</sup> Erdgas).

Parameter	Wert	Bemerkungen
<b>Brauchwassererwärmung EFH</b>		
Flächenbedarf Sonnenkollektoren	ca. 4 m <sup>2</sup> Absorberfläche (AF)	1 m <sup>2</sup> pro Person
Solarboiler	500 Liter	100 Liter pro m <sup>2</sup> Kollektorfläche; Typische Anwendung EFH
Investitionskosten	ca. 14'000 Fr. (inkl. Solarboiler)	Bzw. 10'000.- Fr. Mehrkosten gegenüber konventioneller Warmwasseraufbereitung
Spezifischer jährlicher Ertrag	Ca. 500 kWh / m <sup>2</sup> KF	Mittelland
Deckungsgrad	60 – 70 %	des gesamten jährlichen Warmwasserverbrauchs
Zusatznutzen	Die Lebensdauer des Wärmereizers wird um bis zu 25 % erhöht; geringere Wartungs- und Unterhaltsarbeiten.	

<b>Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung</b>		
Flächenbedarf Sonnenkollektoren	0.6 – 1.2 m <sup>2</sup> AF pro MWh/a Heizwärmebedarf	
Heizungsspeicher	100 Liter pro m <sup>2</sup> AF	z.B. Kombispeicher mit 1'500 Heizungsspeicher und 200 Liter Boilerinhalt
Investitionskosten	1'500 – 2'500 Fr./m <sup>2</sup> AF	Gesamtanlage
Spezifischer Ertrag	Ca. 350 kWh / m <sup>2</sup> AF	Mittelland
Deckungsgrad	25 – 30 %	des jährlichen Energiebedarfs für Warmwasser und Heizung

<b>Brauchwasservorwärmung MFH</b>		
Flächenbedarf Sonnenkollektoren	0.5 – 1 m <sup>2</sup> pro Bewohner bzw. 1.5 – 3 m <sup>2</sup> pro Wohnung	
Vorwärmespeicher	30 – 50 Liter pro m <sup>2</sup> AF	
Investitionskosten	1'200 – 2'000 Fr./m <sup>2</sup> AF	Gesamtanlage
Spezifischer Ertrag	Ca. 600 kWh / m <sup>2</sup> AF	Mittelland
Deckungsgrad	30 – 50 %	des jährlichen Energiebedarfs für das Warmwasser

**Förderung**

Unter anderem **fördert** der Kanton **Luzern** die **Erstellung thermischer Solaranlagen**. Die detaillierten Förderbedingungen sind unter [www.energie.lu.ch](http://www.energie.lu.ch) (Kanton Luzern) abrufbar.

**Weitere Informationen**[www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)[www.solarprofis.ch](http://www.solarprofis.ch)[www.pronovo.ch](http://www.pronovo.ch)[www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)[www.energiefranken.ch](http://www.energiefranken.ch)

Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie

Adress-Verzeichnis von Händlern, Planern und Installateuren von Solaranlagen

Anmeldung an die Einmalvergütung

Programm EnergieSchweiz

Förderprogramme in Ihrer Gemeinde

---

© 2023

Lindenberg Energie GmbH

Franz Ulrich

Oberebersol 16

6276 Hohenrain

Tel. 041 910 41 42

[info@lindenberg-energie.ch](mailto:info@lindenberg-energie.ch)[www.lindenberg-energie.ch](http://www.lindenberg-energie.ch)