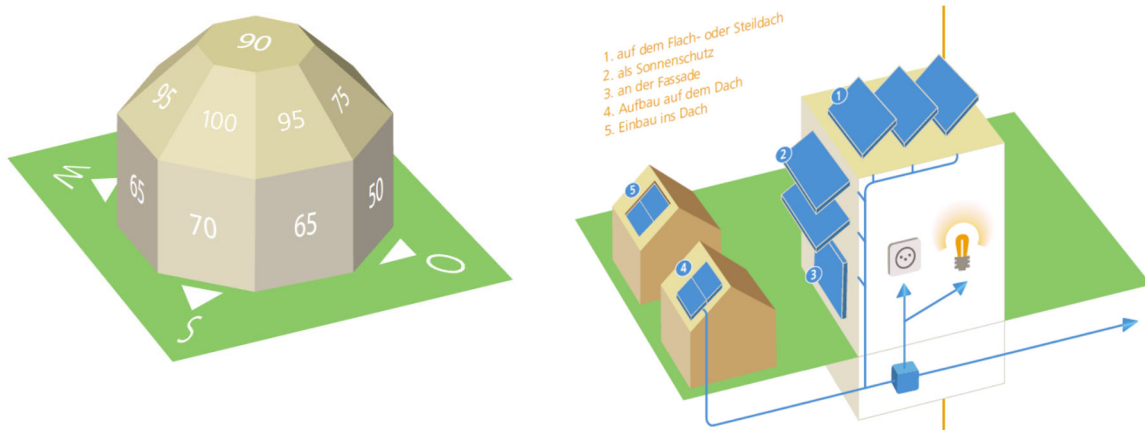


# Merkblatt Sonnen-Energie

## Grundlagen

Die Sonne scheint mit einer **Strahlungsleistung** von  $1'367 \text{ W} / \text{m}^2$  auf die Erdatmosphäre ein (**Solar-konstante**). Dabei fallen in unseren Breitengraden und bei wolkenlosem Himmel auf der Erdoberfläche immer noch etwa  $1'000 \text{ W} / \text{m}^2$  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 **900 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. Eine steile Aufstellung und Ausrichtung nach Süden ist für den **Winterertrag** ideal, weil dann der Sonnenstand tief ist.

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 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)

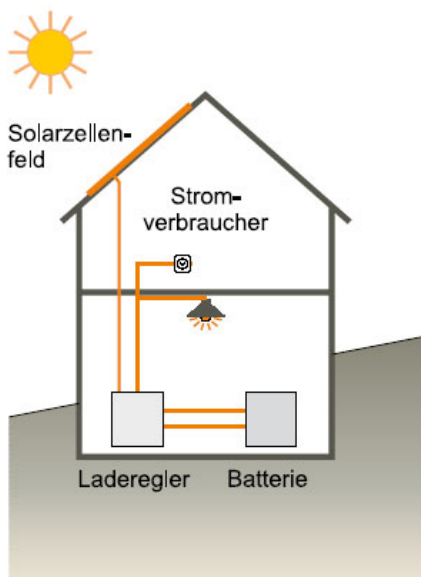
### Allgemeines

Solarzellen wandeln das Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom um. Heute werden oft 108 Halbzellen miteinander elektrisch verschaltet und bilden ein sogenanntes Solarmodul mit einer Grösse von etwa 2 m<sup>2</sup> (Abmessungen 1.17 m x 1.77 m).

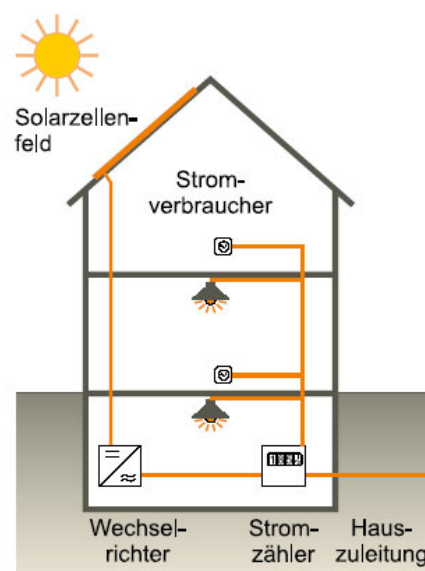
Durch den Preiszerfall der letzten Jahre spielt die optimale Ausrichtung nicht mehr die zentrale Rolle. Nebst den südausgerichteten Anlagen sind auch Ost-West-Anlagen. Auf einem Flachdach können so mehr Module platziert werden, da sie sich gegenseitig nicht beschatten. Selbst Norddächer werden immer häufiger zur Solarstromgewinnung genutzt.

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 ist.

Netzverbundanlagen hingegen sind mit dem Netz (230 V bzw. dreiphasig 400 V Wechselspannung) verbunden und speisen die produzierte Energie ins Netz ein. Eine Faustregel besagt, dass bei einer jährlichen Stromproduktion, welche gleich hoch ist wie der jährliche Verbrauch (also beispielsweise je 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, z. B. für SAC-Hütte (Quelle: Swissolar).



Netzverbundanlage (Quelle: Swissolar).

Die **Anlagegrösse** wird über die installierte Leistung definiert und mit **kWp** 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 kWp 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 1.17 m x 1.77 m auf und eine Nennleistung von bis zu 460 Wp.

Parameter	Wert	Bemerkungen
Flächenbedarf für 1 kWp	ca. 5 m <sup>2</sup>	Abhängig vom Typ der Solarzellen
Jahresertrag bei 1 kWp	ca. 1'100 kWh (Südausrichtung, ohne Beschattung)	Abhängig vom Standort (Ausrichtung, Verschattung, klimatische Bedingungen)
Investitionskosten für 1 kWp	Fr. 1'200 ~ 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 – 16 Rp. / kWh** produziert werden (**Gestehungskosten**). Der tiefe Wert bezieht sich auf unkomplizierte Grossanlagen auf einem Schrägdach mit rund 100 kWp, der höhere Wert auf eine Kleinanlage < 10 kWp. Darin enthalten sind Amortisation sowie Kosten für Betrieb und Unterhalt. Eine Kapitalverzinsung ist nicht berücksichtigt.

### Eigenverbrauch und Herkunftsnachweise

Den Investitionen stehen 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 10 Rp. / kWh (jedoch grosse Schwankungen zwischen den Netzbetreibern; siehe <https://pvtarif.ch>). Damit ist die „physikalische“ Strom-Rücklieferung abgegolten.

Der Solarstrom weist zusätzlich einen **ökologischen Mehrwert** auf, da er aus einer nach heutigen Gesichtspunkten unerschöpflichen und relativ 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 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.

### Einmalvergütung

Für **Anlagen ab 2 kWp** gibt es seit 1.1.2018 eine **Einmalvergütung EIV** (Förderbeitrag). Er liegt in der Grössenordnung von Fr. 350.-/kWp. Der aktuelle Förderansatz kann unter <https://pronovo.ch> abgerufen werden. Der ökologische Mehrwert (Herkunftsnachweise) darf weiter genutzt bzw. zusätzlich vermarktet werden.

### Förderprogramme

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

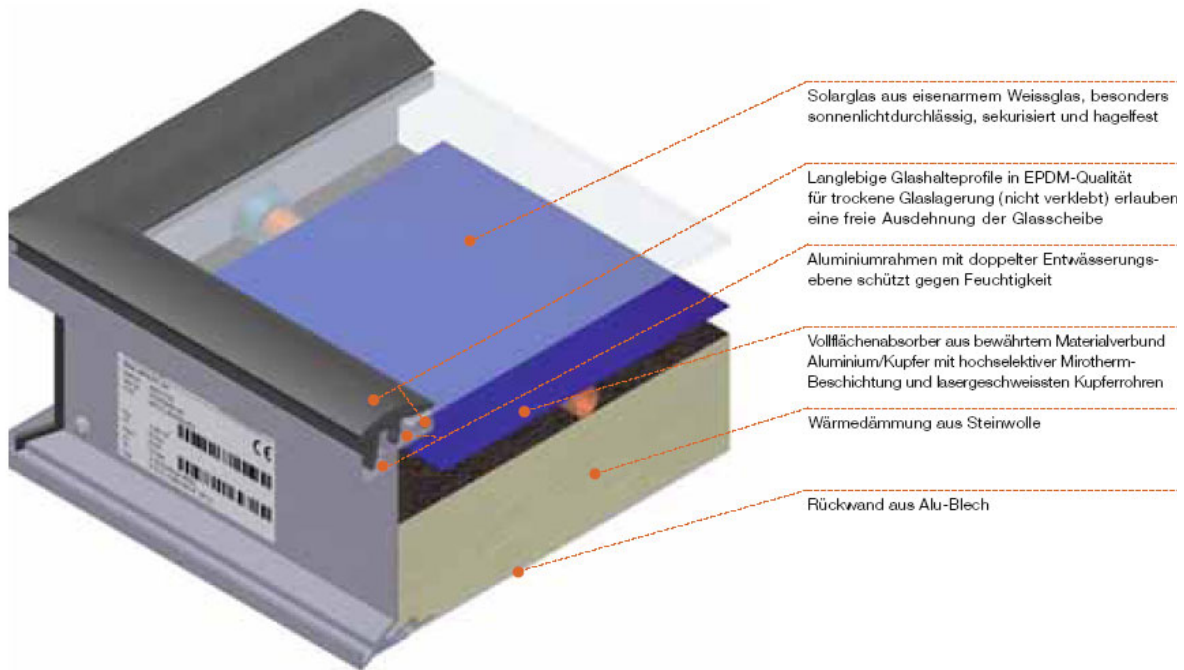
## Thermische Solaranlagen (Wärme)

### Allgemeines

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

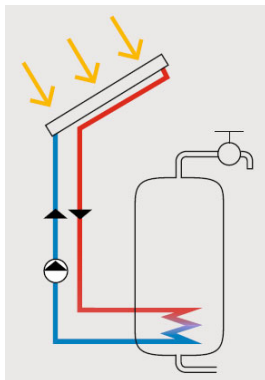
Der **Flachkollektor** ist ein flacher Kasten, dessen Unterseite und Seitenwände gegen Wärmeverluste isoliert sind und auf der Oberseite eine Glasabdeckung aufweist. Im Inneren ist auf ein dunkles **Absorberblech** meist mäanderförmig ein Kupferrohr aufgelötet. Das Absorberblech erwärmt sich durch die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

Der **Röhren-** oder **Vakuümrohrenkollektor** 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.

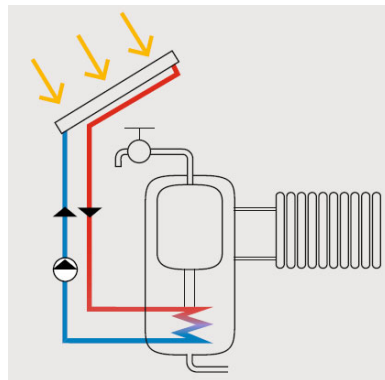


*Aufbau eines Flachkollektors (Quelle: Ernst Schweizer AG).*

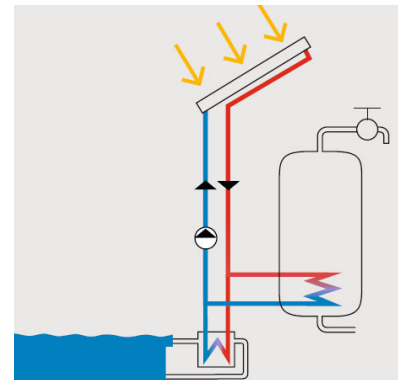
Die **Anwendungsmöglichkeiten** sind extrem vielfältig; nachfolgend sind drei davon schematisch dargestellt (Quelle: Ernst Schweizer AG). Am meisten kommt die reine Brauchwassererwärmung zum Zuge.



*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> AF; typische Anwendung EFH
Investitionskosten	ca. Fr. 14'000 (inkl. Solarboiler)	Bzw. Fr. 10'000.- Mehrkosten gegenüber konventioneller Warmwasseraufbereitung
Spezifischer jährlicher Ertrag	Ca. 500 kWh / m <sup>2</sup> AF	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	Fr. 1'500 – 2'500 pro m <sup>2</sup> AF	Gesamtanlage
Spezifischer Ertrag	Ca. 350 kWh pro 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	Fr. 1'200 – 2'000 pro 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**

Viele Kantone fördern die **Erstellung thermischer Solaranlagen**. Siehe <https://energiefranken.ch>.

**Weitere Informationen**[www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie

[www.solarprofis.ch](http://www.solarprofis.ch)

Adress-Verzeichnis von Händlern, Planern und Installateuren von Solaranlagen

[www.pronovo.ch](http://www.pronovo.ch)

Anmeldung an die Einmalvergütung

[www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)

Programm EnergieSchweiz

[www.energiefranken.ch](http://www.energiefranken.ch)

Förderprogramme in Ihrer Gemeinde

---

© 2024

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)