

# Praktischer Leitfaden Solarenergie

Landwirtschaft

*Der Weg  
zur nachhaltigen Nutzung  
vorhandener EnergieRessourcen*



Leitfaden zur erfolgreichen Umsetzung von Projekten zur Produktion erneuerbarer Energien

## **Impressum:**

Herausgeber: Schweizerischer Bauernverband, 5200 Brugg  
Autoren: Adrian Urs Sidler und Andreas Merz, Institut für Unternehmensführung,  
Hochschule für Wirtschaft, Fachhochschule Nordwestschweiz, 5210 Windisch  
Partner: Dienststelle Umwelt und Energie (uwe) des Kantons Luzern, 6002 Luzern  
Raiffeisen Jubiläumsstiftung, 9001 St. Gallen  
Mitwirkende: Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern  
Swissolar, 8005 Zürich  
Titelbild © Solar Agentur Schweiz

## Zielpublikum

Der praktische Leitfaden Solarenergie mit allen dazugehörigen Dokumenten richtet sich an interessierte Landwirte, welche konkrete Photovoltaik-Projektideen überprüfen, vorantreiben und umsetzen oder sich zum Thema informieren wollen. Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts wurde der Leitfaden vom Institut für Unternehmensführung der Fachhochschule Nordwestschweiz erarbeitet. Der Leitfaden

- ist zu **Dokumenten** und **Informationen** ausserhalb des Leitfadens verlinkt
- ermöglicht mit Pfeilen ↑↓ den Sprung von einem zum anderen Kapitel / Projektschritte
- hebt die wichtigsten und zentralen Punkte mit einer roten Umrahmung hervor

## Die Ausgangslage

- Die Sorge über die Umweltbelastung hat 2007 bei der Bevölkerung der Schweiz am stärksten an Gewicht gewonnen und wird von 25% als eines der fünf wichtigsten Probleme genannt<sup>1</sup>.
- Die Schweizer Wirtschaft, Politik und Medien zeigen ein verstärktes Umwelt-Engagement<sup>1</sup>.
- Die neue Stromversorgungsverordnung mit den kostendeckenden Einspeisevergütungen wird ab 1. Januar 2009 in Kraft gesetzt<sup>2</sup>.
- In den ersten zwei Monaten der Anmeldeöglichkeit bei der Kostendeckenden Einspeisevergütung KEV wurden rund 5000 Anlagen mit 89 MW Leistung angemeldet. Dieser Ansturm zeigt, dass in der Schweiz ein riesiges Interesse an erneuerbarem Strom besteht<sup>2</sup>.
- Für Solarenergie stehen laut KEV nur 5 % der Gelder (rund 16 Mio. Franken) zur Verfügung. Dies hat zur Folge, dass zurzeit nur wenige Projekte von der KEV profitieren können.<sup>3</sup>
- Neu angemeldete Projekte müssen bei den gegenwärtigen KEV-Bestimmungen mit Wartezeiten von mehreren Jahren rechnen.
- Rund die Hälfte des Wärme- und mehr als ein Drittel des Strombedarfs in der Schweiz lässt sich langfristig mit heute verfügbarer Solartechnologie auf bestehenden Bauten decken<sup>4</sup>!
- Herausforderungen wie neue Freihandelsabkommen oder der zurzeit ungewisse Ausgang der WTO-Verhandlungen sind für die Zukunft der Landwirtschaft mitbestimmend.
- Zusätzliche Wertschöpfungsquellen und Diversifikationen sind für die erfolgreiche Landwirtschaft von grosser Bedeutung.
- Die landwirtschaftlichen Betriebe haben grosse Dachflächen von 100 bis 1500m<sup>2</sup> und mehr.<sup>5</sup>
- Fossile Energieträger (Kohle, Erdgas und Erdöl) sind einerseits nicht ewig verfügbar und lassen andererseits bei deren Verbrennung Treibhausgase entstehen, welche die Klimaerwärmung vorantreiben<sup>6</sup>.
- Die Klimaproblematik ist seit dem UNO-Klimabericht & Nobelpreis 2007 nicht nur wissenschaftlich, sondern auch allgemein gesellschaftlich anerkannt.

## Ihr Ziel ist unser Ziel

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1. Ist mein Betrieb geeignet?           | ➔ | Eine einfache Vorabklärung                    |
| 2. Wie realisiere ich eine Solaranlage? | ➔ | Praktischer prozessorientierter Projektablauf |
| 3. Was muss ich wissen?                 | ➔ | Die wichtigsten Informationen                 |

## Hauptinformationsstellen

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1. <a href="#">Swissolar</a>                                | ➔ | Beratungen und Informationen                |
| 2. <a href="#">Kantonale landwirtschaftliche Beratungen</a> | ➔ | Prozessbegleitung sowie -schrittberatung    |
| 3. <a href="#">Kantonale Energiefachstellen</a>             | ➔ | Rechtliche und fachliche Beratung           |
| 4. <a href="#">Schweizerischer Bauernverband</a>            | ➔ | Buchhaltung, Rechtsformen und Steuern       |
| 5. <a href="#">Agridea</a>                                  | ➔ | Detaillierte Broschüre erneuerbare Energien |
| 6. <a href="#">ART</a>                                      | ➔ | Publikationen und Prüfberichte              |

## Quellen

Dokumentanfang ↑

<sup>1</sup> gfs bern (2007) Sorgenbarometer 2007, Bern

<sup>2</sup> <http://www.bfe.admin.ch>

<sup>3</sup> Bauernzeitung, 13.5.08: Bauernverband will mehr Geld für die Solarenergie

<sup>4</sup> [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

<sup>5</sup> ART-Bericht 694 (2008) Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben

<sup>6</sup> IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis – Summary for Policymakers, Genf

# Projekttablauf

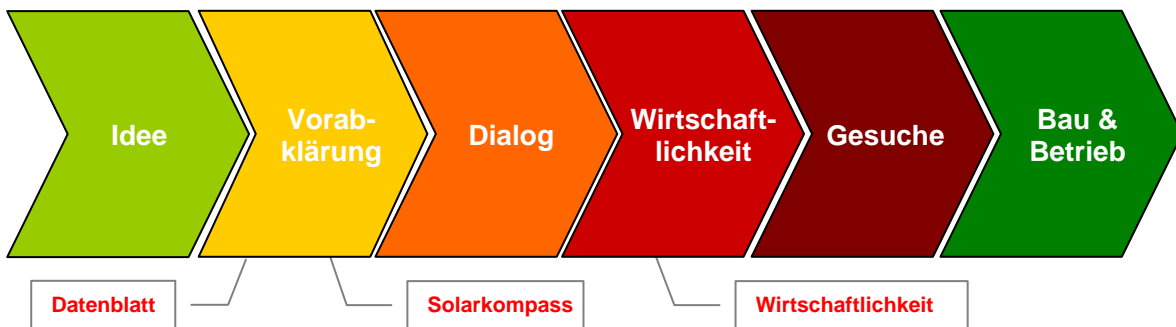


## Kurzübersicht

In sechs Schritten eine Photovoltaikanlage erfolgreich realisieren. Pro Projektschritt sollen die wichtigsten Fragen gestellt, die richtigen Antworten gefunden und die Kosten offen gelegt werden. Damit wird grösstmögliche Transparenz hergestellt, um den Projekttablauf und dessen Konsequenzen einzuschätzen. Der Projekttablauf ist klar gegliedert, was erlaubt, bei jedem Schritt einen Entscheid für eine Projektfortsetzung oder einen Projektabbruch zu fällen.

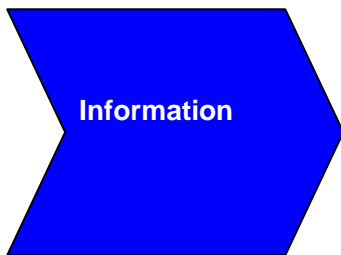
## Projekttablauf

Der modellhafte Projekttablauf zur Realisierung einer Solaranlage besteht aus folgenden Abschnitten und Dokumenten, welche Sie Schritt für Schritt zum erfolgreichen Unternehmer begleiten:



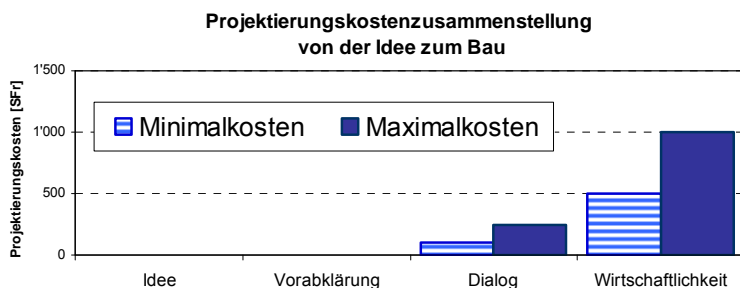
## Schritt für Schritt zum Unternehmer

Im Abschnitt "Informationen" finden Sie die wichtigsten Grundlagen, ein Abkürzungsverzeichnis und ein kleines Glossar zum Thema. Weiterführende Informationen können bei den [Hauptinformationsstellen](#), im Internet oder in der Fachliteratur gefunden werden.



## Zusammenstellung der anfallenden Kosten

Die Kosten für die Projektabklärungen sind für eine Solaranlage relativ klein. Die Kosten für den Dialog sind ebenfalls gering, die Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsberechnung kostet je nach Anbieter etwas mehr. Für den Bau sind neben Investitionskosten auch mit anderen kleineren Kosten zu rechnen, welche aber im Verhältnis zur Investitionshöhe tief sind. Der vorliegende, einfachstrukturierte Projekttablauf wird es Ihnen jederzeit ermöglichen, die schon getätigten Ausgaben mit den noch folgenden Kosten im Projekttablauf, den Chancen einer erfolgreichen



Projektverwirklichung gegenüber zu stellen. So können Sie jederzeit über eine Fortführung oder einen Abbruch des Projektes entscheiden.

Abbildung 1: Geschätzte Minimale und Maximale Beratungs-Kosten im Projekttablauf der einzelnen Projektschritte.

## Zu beantwortende Fragen zu jedem Projektschritt

Projektschritte	Welche Fragen müssen beantwortet sein?
 Idee	<input type="checkbox"/> Ist Ihr Entscheid für die Produktion von Solarstrom und/oder Warmwasser gefallen? <input type="checkbox"/> Kennen Sie die wichtigen Faktoren für eine erfolgreiche Umsetzung eines Solarprojekts? <input type="checkbox"/> Sind Alternativen zur Kostendeckenden Einspeisevergütung vorhanden?
 Vorabklärung	<input type="checkbox"/> Ist Ihr Betrieb für eine Solaranlage geeignet? <input type="checkbox"/> Welche Faktoren / Bereiche sind kritisch und wie können diese verbessert werden? <input type="checkbox"/> Haben Sie sich über Solarenergie informiert und Beispiele angeschaut?
 Dialog	<input type="checkbox"/> Ist Ihnen klar, weshalb der Dialog von grosser Bedeutung ist? <input type="checkbox"/> Wissen Sie, wie Sie den Dialog in Ihrem Projekt organisieren? <input type="checkbox"/> Haben Sie alle projektrelevanten Anspruchspersonen berücksichtigt? <input type="checkbox"/> Haben Sie den Dialog erfolgreich durchgeführt? <input type="checkbox"/> Werden Massnahmen, um Schwierigkeiten zu beheben, in Angriff genommen?
 Wirtschaftlichkeit	<input type="checkbox"/> Wurden alle für den Businessplan relevanten Inhalte erarbeitet? <input type="checkbox"/> Entsprechen die eingesetzten Werte der Realität? <input type="checkbox"/> Haben Sie die Wirtschaftlichkeit Ihres Projekts berechnet? <input type="checkbox"/> Haben Sie den Businessplan mit einer Fachperson besprochen? <input type="checkbox"/> Kann Ihre Solaranlage langfristig mit Gewinn betrieben werden?
 Gesuche	<input type="checkbox"/> Haben Sie alle nötigen Baugesuchsunterlagen zusammengestellt? <input type="checkbox"/> Ist die Stellungnahme eines Netzbetreibers zum Anschlussgesuch vorhanden? <input type="checkbox"/> Sind Zusicherungen für Kostendeckende Unterstützungen vorhanden?
 Bau & Betrieb	<input type="checkbox"/> Sind die Baumodalitäten geklärt? <input type="checkbox"/> Sind Ihre Eigenleistungen geregelt? <input type="checkbox"/> Sind die benötigten Versicherungen abgeschlossen? <input type="checkbox"/> Ist die Inbetriebnahme mit dem Anlagebauer abgesprochen? <input type="checkbox"/> Sind Fragen zur Buchhaltung und Steuern geklärt? <input type="checkbox"/> Ist die Wartung der Anlage bzw. Serviceleistungen klar?

Dokumentanfang ↑



# Idee



## Kurzübersicht

Als Ergänzung zur Viehhaltung und Flächenbewirtschaftung kann durch die Stromproduktion eine neue Einkommensmöglichkeit geschaffen werden.

## Frage der Nutzung der Sonnenenergie

Die Sonnenenergie kann passiv oder aktiv genutzt werden.

**Passiv:** Durch entsprechende Bauweisen wie Fassadengestaltung mit viel Fensterfläche auf der Südseite, Wärmedämmung, Komfortlüftungen, kompakter Bauweise usw. kann die Sonnenenergie passiv genutzt werden.

**Aktiv:** Mit entsprechenden Hilfsmitteln kann die Sonnenenergie aktiv genutzt werden.



Dies ist einerseits durch **Sonnenkollektoren** möglich, welche die Sonneneinstrahlung direkt in Wärme, das heisst in warmes Wasser umwandeln.



Andererseits kann durch **Photovoltaikmodulen** die Sonneneinstrahlung direkt in Solarstrom umgewandelt werden<sup>1</sup>.

Die Frage, welche Art der Sonnenenergienutzung angestrebt wird, sollte früh in die Planung miteinbezogen werden. Je nach Situation ist eine Kombination sinnvoll. Durch die Produktion von Solarwärme kann der Energieverbrauch für Warmwasser und Heizung aktiv reduziert und damit als ökologische Verbesserung Ihres Betriebs verstanden werden. Durch die Produktion von Solarstrom wird der betriebliche Energieverbrauch weder reduziert noch ökologischer, sofern der Strom verkauft wird. Die wirtschaftlichen Aspekte stehen beim Solarstrom im Vordergrund. Dieser praktische Leitfaden Sonnenenergie richtet sich hauptsächlich an Projekte im Bereich Photovoltaik, wobei er einige nützliche Informationen zu Sonnenkollektoranlagen enthält.

## Faktoren eines erfolgreichen Projektverlaufs

### Dialog

In die Planungs- und Ausführungsprozesse einer Solaranlage sind mehrere Akteure involviert. Alle relevanten Akteure müssen frühzeitig in den Prozess miteinbezogen werden.

### Nachhaltigkeit (ökonomisch, ökologisch, sozial)

Ist ein Betrieb und Projekt nachhaltig, kann ökonomischer, sozialer und ökologischer Erfolg über die Zeit erzielt und Risiken und Gefahren auf ein Minimum reduziert werden.

### Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit entscheidet über Erfolg und Misserfolg einer Solaranlage. Das Bundesamt für Landwirtschaft fördert Anlagen zur Produktion von erneuerbarer Energie mit zinslosen Darlehen, sogenannten Investitionskrediten.

## Problematik des Kostendeckels bei der Kostendeckenden Einspeisevergütung

Da das Energiegesetz für jede Technologie einen bestimmten Kostendeckel vorschreibt, ist es heute bereits so, dass der Kostendeckel der Photovoltaik (PV) ausgeschöpft ist. Dieser beträgt maximal 5 Prozent (rund 16 Millionen Franken) des zur Verfügung stehenden Gesamtbetrages. Das bedeutet, dass neu angemeldete Anlagen auf eine Warteliste gesetzt werden und Wartefristen von mehreren Jahren in Kauf genommen werden müssen. Der Kostendeckel der Photovoltaik kann gemäss Energiegesetz erst erhöht werden, wenn diese Technologie kostengünstiger wird oder wenn durch parlamentarische Vorstösse eine Erhöhung des Kostendeckels beschlossen wird<sup>2</sup>. Die [Hauptinformationsstellen](#) geben Ihnen über den aktuellen Stand gerne Auskunft.

klären Sie alternativ zur KEV auch die möglichen Stromverkaufs- und Vermarktungsmodelle ab (z.B. Direktvermarktung an Einzelkunden resp. an grössere EW's).

## Quellen

Dokumentanfang ↑

<sup>1</sup> [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

<sup>2</sup> [www.bfe.admin.ch/energie](http://www.bfe.admin.ch/energie)

# Vorabklärung



## Kurzübersicht

Die Vorabklärung ermöglicht eine Abschätzung über die Eignung einer Solaranlage auf Ihrem Betrieb und gibt Ihnen die Möglichkeit Beispiele von Anlagen anzuschauen.

## Warum ist die Vorabklärung wichtig?

Vor dem Beginn des Realisierungsprozesses ist es wichtig zu klären:

Ist Ihr Landwirtschaftsbetrieb und Sie persönlich für ein Projekt Solarenergie geeignet?

## Solar-Kompass

Ob Sie und Ihr gesamter Betrieb für eine Solarstromanlage geeignet sind, kann mit Hilfe des **Solarkompass** auf kurze und einfache Art und Weise geklärt werden. Die von Ihnen eingegebenen Antworten fließen in eine Gesamteinschätzung ein, welche Ihnen als Entscheidungshilfe zur Fortführung des Solarprojekts dient. Nachdem Sie die Bewertung auf dem Eingabeblatt abgeschlossen haben, wird die grafische und numerische Auswertung automatisch erstellt. Das farbige Balkendiagramm zeigt Ihnen die Stärken und Schwächen des Vorhabens auf. Die Ampel zeigt Ihnen eine Gesamtbewertung des Vorhabens an. Leuchtet die Ampel rot, ist von einer Solaranlage auf Ihrem Betrieb abzusehen. Leuchtet die Ampel grün, könnte eine Solaranlage Ihren jetzigen Betrieb gut ergänzen. In diesem Fall würden sich weitere Abklärungen bzw. die Projektweiterführung mit den nächsten Schritten lohnen.

Die Einschätzungen müssen als eine Abschätzung des Potentials verstanden werden und geben über die Nachhaltigkeit das heisst über die ökologisch, sozial und ökonomisch erfolgreiche Umsetzung des Projekts noch keine Auskunft.

## Praxisbeispiele

Eine Vielzahl unterschiedlichster Projekte im Bereich der solaren Energienutzung können auf dem Internet eingesehen werden. Folgende Linksammlung führt Sie zu einigen Beispielssammlungen.

[Solarenergie Beispiele vom Bundesamt für Energie](#)

[Beispiele Solaragentur](#)

[Beispiel Solarbauern Schweiz](#)

Im weiteren hat die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) in einem Bericht verschiedene Photovoltaikanlagen bezüglich ihrer Fläche, gewähltem Zellentyp, und Finanzierungszusammensetzung auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht.

[Original ART Bericht: Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben \(PDF\)](#)

## Datenblatt

Damit Sie die wichtigsten Informationen für Ihr Solarprojekt zusammentragen können, steht Ihnen als Hilfsmittel das **Datenblatt** Solarenergie zur Verfügung. Dort werden die örtlich-relevanten Gegebenheiten aufgenommen. Eventuell müssen Sie einige Informationen bei Ihrem Elektrizitätsanbieter nachfragen. Mit den zusammengetragenen Fakten können Sie Fachpersonen aufsuchen, welche Sie gerne weiter beraten. Ein Branchenverzeichnis mit den Fachpersonen Ihrer Region finden sie bei [Swissolar](#).

## Infos und Links

Dokumentanfang ↑

[Datenblatt.xls](#)

[Solarkompass.xls](#)

[Branchenverzeichnis von Solarfachpersonen](#)

# Dialog



## Kurzübersicht

Die Kommunikation mit allen relevanten Akteuren ist für den Erfolg der Realisierung einer Solaranlage ein entscheidender Punkt. Dank dem Dialog können die unterschiedlichen Interessen eingebunden, das Vertrauen gewonnen und Missverständnisse frühzeitig erkannt und gelöst werden.

## Warum ist der Dialog wichtig?

Eine grosse Anzahl von Projekten scheitern teilweise oder vollständig, weil das praktizierte Projektmanagement – häufig als Folge eines einseitigen und reduzierten Verständnisses - wesentliche Erfolgsfaktoren ausser Acht lässt:

- Es werden die Auswirkungen von Projekten auf unterschiedliche Betroffene nicht oder zu wenig berücksichtigt.
- Widerstände werden unterschätzt und nicht bearbeitet.

## Dialog

Die Akteure, wie Nachbarn, Gemeinden, Kantone, Umweltverbände sollten möglichst frühzeitig, also vor der Wirtschaftlichkeitsberechnung bzw. Baueingabe, angesprochen werden. Die Akteure eines Projekts, auch Stakeholder genannt, sind Personen, welche an einem Projekt ein Interesse haben oder vom Projekt in irgendeiner Weise betroffen sind.<sup>1</sup>

Sprechen Sie miteinander – der Erfolg liegt im Dialog!

Bei der Realisierung einer Solaranlage sind in der Regel folgende **Stakeholder** betroffen:

- Standortbetrieb (Familie, Verwandte, ...)
- Nachbarn (Einwohner, benachbarte Betriebe, ...)
- Finanzpartner und Finanzinstitutionen
- Solarbranche und Gewerbe (Auftragnehmer, Solarstrom- oder Wärmebezüger, EWS, ...)
- Energiebezüger (Swissgrid, EWS, Private, ...)
- Gemeinde (Gemeinderat, Baubehörden, Umweltkommission, ...)
- Kanton (Bereiche Energie und Raumplanung)
- Bevölkerung (Anwohner, Solarstrom- oder Wärmebezüger, ...)
- Umwelt-, Heimat- und Denkmalschutzorganisationen

Für den Dialog können Sie die betroffenen Personen für eine Sitzung, Begehung oder Informationsveranstaltung auf Ihren Betrieb einladen oder Sie vereinbaren einen Termin bei den entsprechenden Institutionen.

## Ziele und Erfolgsfaktoren eines Dialogs

### Ziele des Stakeholderdialogs:

- Hauptziel des Dialoges ist die Meinung und Vorstellung der Akteure zur Solaranlage zu erfahren, diese auszutauschen und Vertrauen zu schaffen.
- Der Dialog und eine systematische Analyse des Projektes erlauben Zusammenhänge zu verstehen und den Projektprozess aktiv zu gestalten.
- Dank dem Dialog können längerfristige Zusammenarbeitsformen entstehen.

### Erfolgsfaktoren eines Stakeholderdialogs:

- Ziele klar definieren
- Keine Schnellschüsse – Dialog braucht Zeit
- Offenheit und Ehrlichkeit sind wichtig
- Zuhören lernen

## Kosten

Ein Dialog in der vorgeschlagenen Form von Informationsveranstaltungen, Sitzungen oder Rundgängen kostet Sie primär Zeit und vielleicht ein Apéro. Weitere Kostenfolgen sollten damit nicht verbunden sein.

## Quellen

Dokumentanfang ↑

<sup>1</sup> Quality management - Guidelines to quality in project management, ISO - International Organization for Standardization, Genf



# Wirtschaftlichkeit



## Kurzübersicht

Die Wirtschaftlichkeit ist das Herzstück eines neuen Betriebszweiges/Unternehmens. Die schon vorhandenen Grundlagen werden mit weiteren noch zu beschaffenden Informationen, sowie Offerten zu einer Wirtschaftlichkeitsberechnung zusammengetragen. Diese dient als Entscheidungsgrundlage und als Antrag für Finanzpartner. Eine Anlage selber zu betreiben ist für den Landwirt meistens viel interessanter als einen Standort zur Verfügung zu stellen.

## Warum ist die Wirtschaftlichkeit wichtig?

Der Bau von Solarenergieanlagen ist mit Investitionen verbunden. Neben der Abklärung von gesetzlichen Rahmenbedingungen und technischen Fragen sind Wirtschaftlichkeitsfragen von zentraler Wichtigkeit.

Lassen Sie sich nie von Anlagenbauern oder irgendwelchen Vermittlern voreilig zu einer Vertragsunterzeichnung drängen!

1. Planen - 2. Finanzierung sichern - 3. Entscheiden - 4. Unterschreiben

Erst eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erlaubt Ihnen zu entscheiden und dient Ihnen,

- die unternehmerische Zukunft optimal vorzubereiten, zu planen und zu kommunizieren.
- die Erfolgchancen eines Vorhabens aufgrund der finanziellen Konsequenzen und anhand von Risikoabwägungen schlüssiger zu beurteilen (z.B. Offertenvergleich).
- Projekte strategischen Partnern (Shareholder und Stakeholder) überzeugend zu "verkaufen" und diese für ein Engagement zu begeistern.

[Strukturverbesserung Investitionshilfen](#)

## Inhalt und Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist eine Zusammenstellung aller für das Projekt relevanten Daten. Für Unternehmer ist diese Berechnung bei wirtschaftlichen Fragestellungen ein strategisches Managementinstrument und dient zur Entscheidungsfindung.

Sie können die Vorlage über den untenstehenden Link kostenlos beziehen und problemlos selber erarbeiten.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen finden Sie auf der [Homepage von Swissolar](#).

## Rechtliche Aspekte und Verträge

Für viele Landwirte stellt sich die Frage, ob sie ein entsprechendes Projekt selbst realisieren oder ob sie nur ihren Standort zur Verfügung stellen wollen. Wird die Anlage nicht selbst erstellt, so sind die Hilfsmittel von SBV Treuhand und Schätzungen (Merkblatt, Mustervertrag, ...) wertvoll für die eigene Meinungsbildung zum Einstieg in die kommenden Vertragsverhandlungen. Ein frühzeitiger Beizug von SBV Treuhand und Schätzungen hilft, rechtliche und wirtschaftliche Fragen rechtzeitig zu erkennen.

Weitergehende Beratung erhalten Sie vom [Schweizerischen Bauernverband, Abteilung Treuhand und Schätzungen](#), Tel. 056 462 52 71, [info@sbv-treuhand.ch](mailto:info@sbv-treuhand.ch)

## Fragen im Zusammenhang mit der Wirtschaftlichkeit

1. Liegen mehrere Offerten vor?
2. Konnten Sie die Finanzierung sicherstellen?
3. Haben Sie alle relevanten Faktoren in die Wirtschaftlichkeitsberechnungen integriert und stellten Sie bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen Quervergleiche auf?
4. Lassen Sie eine "schlüsselfertige Anlage" erstellen und organisieren Sie die Zahlungsfreigabe, damit die Kosten im Griff sind und böse Überraschungen ausbleiben?
5. Haben Sie bezüglich einer höheren Rentabilität eine Kombination mit anderen anstehenden Arbeiten und Renovationsprojekten (Dachzustand bzw. Dachsanierungen) miteinbezogen?

## Infos und Links

[Dokumentanfang](#) ↑

### Wirtschaftlichkeit.xls

[Merkblatt Empfehlungen zur Vertragsausarbeitung \(Swissolar und Schweizerischer Bauernverband\)](#)

# Gesuche



## Kurzübersicht

Für die Baubewilligung muss beim örtlichen Bauamt ein komplettes Baugesuch eingereicht werden. Neben dem Baugesuch müssen die Gesuche für die Kostendeckende Einspeisevergütung sowie Finanzierungsgesuche bei Stiftungen eingereicht werden.

## Baugesuch

Jeder Kanton hat sein eigenes Verfahren bezüglich der Baugesuchseinreichung. Die entsprechenden Informationen können bei den meisten Gemeinden auf der Homepage oder auf dem Bauamt bezogen werden.

Die vorausgegangene Zusammenarbeit mit den staatlichen Dienststellen im Rahmen des Dialogs erlaubt eine einfachere Gesuchsbehandlung.

Für die korrekte Zusammenstellung aller Unterlagen ist der Zuzug eines erfahrenen Beraters oder Anlagenbauers zu prüfen.

Für die Baugesuchseinreichung müssen Solaranlagen alle geltenden Vorschriften einhalten, insbesondere die Umwelt- und Raumplanungsgesetze. Es gilt, dass in Bau- und Landwirtschaftszonen sorgfältig in Dach- und Fassadenflächen integrierte Solaranlagen zu bewilligen sind, sofern keine Kultur- und Naturdenkmäler von kantonaler oder nationaler Bedeutung beeinträchtigt werden. Bei angebauten oder freistehenden Anlagen ist die Bewilligungsfrage zuvor sorgfältig abzuklären.<sup>1</sup>

## Kostendeckende Einspeisevergütung für Strom

Die Anmeldung für die Kostendeckende Einspeisevergütung erfolgt durch den Stromproduzenten bei der [Swissgrid](#), der nationalen Netzgesellschaft. Die Anmeldung ist jederzeit möglich. Das Anmeldeverfahren findet in mehreren Etappen statt<sup>2</sup>:

1. Die Anmeldung per Post mit dem vorgegebenen [Formular](#) (online oder handschriftlich ausgefüllt) enthält folgende Angaben:

- Kategorie der Anlage
- Nennleistung
- Erwartete jährliche Produktion
- Zustimmung der Grundeigentümer
- Geplantes Inbetriebnahmedatum

Die Swissgrid prüft, ob die Unterlagen vollständig sind und klärt ab, ob die Vergütung für das Projekt zugesichert werden kann. Den Entscheid teilt sie dem Gesuchsteller mit.

2. Die Projektfortschrittmeldung erfolgt durch den Gesuchsteller spätestens 6 Monate nach der Anmeldung bzw. nach dem Erhalt des positiven Entscheides und enthält folgende Angaben:

- Baubewilligung, falls notwendig
- Allfällige Änderungen gegenüber der Anmeldung
- Stellungnahme eines Netzbetreibers zum Anschlussgesuch

3. Die Inbetriebnahmemeldung ist für integrierte Anlagen spätestens 24 Monate, für alle anderen Anlagen spätestens 15 Monate nach der Anmeldung bzw. nach dem Erhalt des positiven Entscheides mit folgenden Angaben einzureichen:

- Inbetriebnahmedatum
- Abnahmeprotokoll mit detaillierter technischer Beschreibung
- Allfällige Änderungen gegenüber der Anmeldung
- Bestätigung der Anmeldung im Herkunftsnachweissystem

Folgende Grundprinzipien bestimmen die Beurteilung des Gesuchs:<sup>3</sup>

- Grundsatz: Die Gesuchsunterlagen werden nach dem zeitlichen Eingang (Poststempel) beurteilt.
- Warteliste: Ist in einem Bereich (z.B. für Photovoltaik) die jährliche Zubaumenge erreicht, kann eine Anlage in die Warteliste aufgenommen werden und zu einem späteren Zeitpunkt von einer Vergütungszusicherung profitieren.
- Fristeinhaltung: Werden die Fristen nicht eingehalten, wird der Platz für ein anderes Projekt (z.B. der Warteliste) freigegeben.
- Abweichung von Angaben in der Anmeldung: Falls die Angaben der Inbetriebnahmemeldung über die Leistung (max. 15% kleinere bzw. 0% höhere) und den Standort erheblich von den Daten der Anmeldung abweichen, kann die nationale Netzgesellschaft den Bescheid widerrufen.

Für weitere Informationen und die Anmeldung bei Swissgrid helfen folgende Links:

Verordnung	<a href="#">Stromversorgungsverordnung vom 14. März 2008 (StromVV)</a>
Swissolar	<a href="#">Fakten zur Kostendeckenden Einspeisevergütung für Solarstrom</a>
Swissgrid	<a href="#">Checkliste Anmeldung Photovoltaik (PDF)</a>
Swissgrid	<a href="#">Online Anmeldung für Photovoltaik-Anlagen</a>
Swissgrid	<a href="#">Wegleitung für die Anmeldung zur Kostendeckenden Einspeisevergütung</a>
Swissgrid	<a href="#">Teilnahmebedingungen für die Anmeldung zur Kostendeckenden Einspeisevergütung</a>
BFE	<a href="#">Richtlinie Kostendeckende Einspeisevergütung</a>
BFE	<a href="#">Informationen zur Kostendeckenden Einspeisevergütung</a>
BFE	<a href="#">Prozessablauf zwischen Stromproduzenten und Partnern</a>
BFE	<a href="#">Häufig gestellte Fragen bezüglich Einspeisevergütung (PDF)</a>

### Vermarktung von zertifiziertem Solarstrom auf dem freien Markt

Steht die Vermarktung von zertifiziertem Ökostrom auf dem freien Markt anstelle der Kostendeckenden Einspeisevergütung für Sie im Zentrum, ist die Kontaktaufnahme mit einer Zertifizierungsstelle, den lokalen Energiewerken, einer Solarstrombörse zu empfehlen oder mit dem Aufbau eines Abo-Kundenstammes (Verkauf von Zertifikaten) zu beginnen. [Oekostromland](#)

### Zinslose Darlehen

Das Bundesamt für Landwirtschaft fördert Anlagen zur Produktion von erneuerbarer Energie mit zinslosen Darlehen, sogenannten [Investitionskrediten](#), die innerhalb einer gewissen Frist zurückbezahlt werden müssen. Zuständig sind die kantonalen Dienststellen Landwirtschaft.

### Private und öffentliche Stiftungen

Es gibt private und öffentliche Stiftungen, welche Solarprojekte unterstützen. Die Unterstützungen sind meist an Bedingungen geknüpft. Eine Abklärung lohnt sich, wobei bei positiven Gegebenheiten einem Unterstützungsgesuch nichts im Wege stehen sollte.

### Förderbeiträge an private Investoren für Solaranlagen

Beim Solarstrom hat die Kostendeckende Einspeisevergütung teilweise die bisherigen kantonalen Förderprogramme und Steuerabzüge ersetzt. Auskunft erhalten Sie bei den [kantonalen Energiefachstellen](#).

Hinweis: Der Bau von Sonnenkollektoren zur Warmwassergewinnung wird in einigen Kantonen und Gemeinden mit [Förderbeiträgen](#) unterstützt.

### Schweizer Berghilfe

Die Schweizer Berghilfe setzt sich für die Verbesserung der Lebensbedingungen der Bergbevölkerung ein. Deshalb unterstützt sie innovative und nachhaltige Projekte im Berggebiet mit Beratung und finanzieller Hilfe. Dazu zählen Gemeinschafts- oder Regionalprojekte genauso wie Projekte von Familien oder Einzelpersonen. Die [Schweizer Berghilfe](#) hilft Antragstellern, die etwas bewegen wollen und bereit sind, unternehmerische Risiken einzugehen.<sup>4</sup>

### Schweizer Bergheimat

Die gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung von Bio-Bergbauernhöfen sorgt mit ihren Aktivitäten dafür, dass auch abgelegene Gebiete bewohnt und landwirtschaftlich genutzt werden. Sie unterstützt bzw. fördert deshalb auch Sonnenenergie mit zinslosen Darlehen oder Beiträgen aus einem Rotationsfonds. Weitere Informationen siehe Homepage der [Schweizer Bergheimat](#).<sup>5</sup>

### Fremdfinanzierung

Es gibt die Möglichkeit, Ihre Anlage durch Elektrizitätswerke (EW), Stiftungen oder gemeinnützige Vereine fremd finanzieren zu lassen. Es empfiehlt sich die Verträge mit Sorgfalt zu überprüfen und eine faire Standortabgeltung anzustreben. Dazu gibt das [Merkblatt zur Fremdfinanzierung von Solaranlagen](#) detailliert Auskunft. Informationen zu Fremdfinanzierungsquellen erfahren Sie bei EWs, im Internet oder unter folgendem Link: [Solarspar](#)

<sup>1</sup> [www.solarbauern.ch](http://www.solarbauern.ch)

<sup>2</sup> Stromversorgungsverordnung

<sup>3</sup> FAQ Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) (Artikel 7a Energiegesetz neu) (2007) Bundesamt für Energie, Bern

<sup>4</sup> [www.berghilfe.ch](http://www.berghilfe.ch)

<sup>5</sup> [www.schweizer-bergheimat.ch](http://www.schweizer-bergheimat.ch)

# Bau & Betrieb wir wünschen Ihnen viel SONNE



## Kurzübersicht

Der Bau beginnt mit der Vergabe der Solaranlage oder einzelner Komponenten an einen oder mehrere Unternehmer. Zudem dürfen Risiken wie Blitzschlag oder Betriebsausfall während dem Betrieb einer Solaranlage nicht vernachlässigt werden.

## Vergabe

Bei der Vergabe des gesamten Auftrags an einen oder an verschiedene Unternehmer ist es wichtig, dass mehrere Angebote miteinander verglichen werden (siehe Wirtschaftlichkeitsberechnung). Es ist nicht immer so, dass das günstigste Angebot auch das Beste ist. Deshalb lohnt es sich, neben dem Preis auch die Zuverlässigkeit und Qualität der Anbieter anhand von Referenzen zu überprüfen. Auch stellt sich die Frage, welcher Unternehmer im Falle eines unvorhergesehenen Problems am schnellsten auf dem Betrieb bzw. der Baustelle anwesend sein bzw. einen Spezialisten vorbeischicken kann. Idealerweise arbeiten Sie mit Ihren Baupartnern auf der Basis einer „schlüsselfertigen Anlage“.

Sollten sich mehrere Bauherren derselben Region zusammenschliessen können und beim gleichen Unternehmer den gleichen Anlagentyp in Auftrag geben, können Kosten eingespart werden. Zusätzlich entsteht dadurch ein Netzwerk von Solaranlagenbetreibern, die sich gegenseitig unterstützen können, was in der Betriebsphase von grossem Nutzen sein kann<sup>1</sup>.

Verschiedene, lokale [Maschinenringe](#) bieten Landwirten die Möglichkeiten an, den Einkauf der Solarmodule gemeinsam zu realisieren und damit ein gutes Preis / Leistungs-Verhältnis zu erreichen! [Ausgewiesene Solarprofis](#)

## Eigenleistungen

Je nach Fähigkeiten, verfügbarer Zeit und Einsparungspotential können kleinere oder grössere Eigenleistungen beim Bau der Anlage erbracht werden. Eigenleistungen sind mit der zuständigen Firma abzusprechen. Grundsätzlich sollen alle Arbeiten nur unter der Aufsicht von Solarfachleuten vorgenommen werden. Hilfen beim Transport und bei gewissen Arbeiten auf dem Dach sind durchaus sinnvoll.<sup>2</sup>

Regeln Sie die Kompetenzen und Pflichten gegenüber dem Unternehmer klar, nicht zuletzt wegen Garantiefragen und hinterfragen Sie Ihren Arbeitseinsatz anhand der Wirtschaftlichkeit.

Von "Basteleien" mit "Do-it-yourself-Kits" ist abzuraten. Die Anlage ist nur so gut, wie der schwächste Teil in der Kette. Wer sich bezüglich der Qualität und Quantität der Eigenleistungen überschätzt, kann durch unsachgemässe Ausführung, Bauverzug oder Unfälle kurzfristig Schaden anrichten.<sup>3</sup> Zusätzlich können Spätschäden (z.B. durch unsachgemässe Stromanschlüsse) zu erheblichen, zukünftig Reparaturkosten und Ertragsausfällen führen.

## JugendSolarProjekt

Mit dem Leitsatz "Taten statt Worte" baut Greenpeace zusammen mit Jugendlichen aus der ganzen Schweiz Solaranlagen auf öffentlichen Gebäuden und/oder sozialen Einrichtungen. Bis heute haben über 10'000 Jugendliche beim Bau von mehr als 160 Anlagen mitgewirkt. Interessierte Landwirte können sich mit [JugendSolarProjekt](#) in Verbindung setzen, um eine allfällige Zusammenarbeit zu prüfen.

"Wir müssen das Unmögliche träumen und schrittweise erbauen. Und dabei das Gute im Menschen nie aus den Augen verlieren." Retze Koen, Solarpionier.

## Unvorhergesehenes wie Blitzschlag, Betriebsausfall usw.

Wer eine Solaranlage realisiert oder betreibt, sollte sich früh mit den Risiken einer Solaranlage und dem geeigneten Versicherungsschutz auseinandersetzen. Dies sollte unbedingt vor dem definitiven Investitionsentscheid und der Auftragserteilung umfassend abgeklärt und gelöst werden.<sup>2</sup> Erkundigen Sie sich bei Ihrer Gebäudeversicherung, welche Deckungen übernommen werden und welche nicht.<sup>2</sup> Folgende Dokumente stellen Massnahmen bezüglich Blitzschutz und Versicherungen vertieft dar.

[Merkblatt zu Blitzschutz und Versicherungen von Swissolar \(PDF\)](#)

[Merkblatt zu Versicherungen von Solarbauern \(PDF\)](#)

## Inbetriebnahme und Rechnungsüberprüfung

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgt bei Photovoltaikanlagen in der Regel sofort nach Abschluss der Montage in Zusammenarbeit mit dem Anlagenbauer. Eine genaue Abnahme der Anlage ist wichtig, wobei auf Garantieleistungen, Anlagendokumentationen, Kontrollmessungen, genaues Festhalten der Erträge, so wie an die spezielle Abnahme der elektrischen Komponenten zu achten ist.<sup>2</sup> Will man für die Abnahme ein externes Protokoll beziehen, kann bei der österreichischen Solarenergie ein [Beispielsabnahmeprotokoll](#) eingesehen werden.

Nach der Inbetriebnahme sollte anhand einer detaillierten Abrechnung die erbrachten Leistungen mit den verrechneten Aufwendungen und Materiallieferungen verglichen werden.

## Steuervergünstigungen

Beim Bau von Solaranlagen auf bestehende Gebäude sind in vielen Kantonen die Investitionskosten steuerlich abzugsfähig. Der Abzug ist für Eigentümer möglich, welche auf ihren Privatliegenschaften Solaranlagen installieren. Es ist davon auszugehen, dass die Abzüge zukünftig für Photovoltaikanlagen aufgrund der Doppelförderung (KEV & Steuervergünstigung) wegfallen. Für Solarkollektoren sollten die Steuervergünstigungen aufrecht erhalten bleiben.

[Merkblatt AEE.pdf](#)

## Diverses

### Ausbildung für Anlagenbetreiber

Es gibt verschiedene Organisationen, öffentliche Dienststellen oder Anlagenbauer, welche mit öffentlichen Veranstaltungen, Vorträgen und Kurse interessierten Personen Informationen zur Nutzung der Solarenergie vermitteln. [Solarbauern](#)

### Buchhaltung & Steuern

[SBV Treuhand und Schätzungen](#) unterstützt Sie rechtlich, betriebswirtschaftlich und bei wichtigen Vertragsverhandlungen.

### Reinigung

Die Reinigung der Solaranlagen ist in der Regel nicht nötig, da die witterungsbeständige und schmutzabweisende Oberfläche mit Hilfe der Niederschläge meistens sauber bleibt.<sup>4</sup> Bei allfälliger Bedeckung durch Laub oder anderen Verunreinigungen können Photovoltaikmodule feucht gereinigt werden, jedoch ohne aggressive Reinigungsmittel.<sup>2</sup> Die Reinigung sollte im Rahmen des Services und der Wartung geregelt werden und nie ungesichert erfolgen.

### Schneerutsch

Für Solaranlagen ist es von Vorteil, wenn der Schnee von den Solarmodulen abrutschen kann, damit auch im Winter die Sonne ungehindert auf die Solarmodule scheint. Diesbezüglich sind Sicherheitsfragen mit einzubeziehen.<sup>2</sup>

Gleichzeitig ist wichtig, dass Sie sich die statische Auslegung für die den örtlichen Bedingungen angepassten Wind- und Schneelasten der Solarmodule (bezüglich ihrer Montage) zeigen lassen.

### Service und Wartung

Photovoltaikanlagen sind relativ wartungsarm. Einige technische Werte / Daten müssen monatlich abgelesen und auf deren Korrektheit überprüft und kontrolliert werden. Am Besten schliessen Sie mit einer einzigen Firma einen Wartungsvertrag ab, wobei die Arbeitsteilung zwischen Service-Firma und Landwirtschaftsbetrieb festgelegt werden muss, z. B. das Reinigen der Solaranlage auf dem Dach.<sup>2</sup> Einige Anlagenhersteller oder [Maschinenringe](#) bieten dafür eine externe, internetbasierte Anlagenüberwachung an.<sup>5</sup>

### Lebensdauer

Die Lebensdauer der einzelnen Anlagenteile sollten kritisch überprüft und vom Hersteller garantiert werden,<sup>2</sup> wobei 80% der ursprünglichen Leistung über mindestens 20 Jahre garantiert werden sollte.

### Erweiterung

Die Möglichkeiten von Erweiterungen sollten vor Baubeginn bereits miteinbezogen werden.

## Quellen

Dokumentanfang ↑

<sup>1</sup> Biogas Praxis (2006) von B. Eder und H. Schulz, Freiburg

<sup>2</sup> [www.solarbauern.ch](http://www.solarbauern.ch)

<sup>3</sup> Leitfaden Erneuerbare Energien (2008) Agridea Lindau

<sup>4</sup> [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

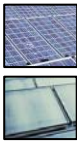
<sup>5</sup> [www.mbr-thurgau.ch/solar.html](http://www.mbr-thurgau.ch/solar.html)



# Informationen





## Frage der Warmwasser- oder Stromerzeugung

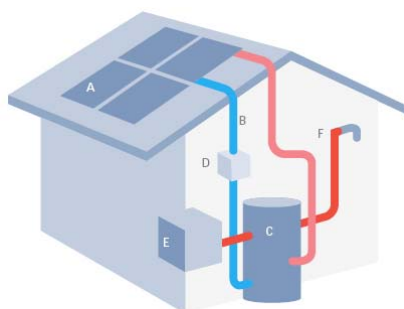


Eine wichtige Frage, welche bei der Nutzung der Solarenergie anfänglich geklärt sein sollte, ist das Ziel der Energienutzung. Sollen mit der Solaranlage warmes Gebrauchs- und Heizungswasser, das heisst Solarwärme produziert werden oder soll mit einer Solaranlage photovoltaisch Strom, das heisst Solarstrom hergestellt werden?

Tabelle 1: Vergleich zwischen der Solarstrom- und Solarwärmeproduktion.<sup>1</sup>

	 <b>Sonnenstrom Photovoltaik</b>	 <b>Sonnenwärme Solarthermie</b>
<b>Was wird erzeugt?</b>	Elektrizität für das Stromnetz	Wärme für Heizung und Warmwasser
<b>Auf dem Dach liegen ...</b>	Photovoltaik-Module	Sonnenkollektoren
<b>Wirkungsgrad</b>	etwa 15%	etwa 40-50%
<b>Energieernte pro Jahr<sup>1</sup></b>	70-110 kWh/m <sup>2</sup>	250-600 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Lebensdauer</b>	über 25 Jahre	etwa 30 Jahre
<b>Amortisationszeit</b>	etwa 14-18 Jahre	etwa 10-15 Jahre
<b>Förderung</b>	KEV & weitere	unterschiedliche
<b>Ersparnis bei Betriebskosten des Hauses</b>	Keine, Investition dient der Geldanlage	Ja, Investition dient Senkung der Energiekosten
<b>Nutzung der Solarenergie im eigenen Betrieb?</b>	Je nach Modell wird der Solarstrom im Betrieb genutzt oder extern Verkauf (KEV oder Direktvermarktung), womit der Betrieb keinen Solarstrom nutzt.	Ja, nur im eigenen Haus bzw. Betrieb.
<b>Investitionen</b>	Investition auf großen Dächern, am besten in sonnigen Lagen	Investition auf kleinen Flächen abhängig vom Verbrauch
<b>Steuerliche Bewertung</b>	Gewinne sind zu versteuerndes Einkommen	Energieersparnis ist kein Gewinn, nicht zu versteuern
<b>Gestehungskosten</b>	50 – 90 Rp. / kWh (je nach Anlagegrösse und Anlagentyp)	15 – 30 Rp. / kWh (je nach Anlagegrösse)
<b>Häufig gestellte Fragen</b>	<a href="#">Häufig gestellte Fragen (FAQ) von Swissolar</a>	
<b>Weiterführende Informationen &amp; Links</b>	<a href="#">Infoblatt Solarstrom.pdf</a> <a href="#">Solarstrom für Wärmepumpen.pdf</a> <a href="#">Photovoltaik Solarstrom.pdf</a>	<a href="#">Solarwärme Eigenheime.pdf</a> <a href="#">Solarwärme Mehrfamilienhaus.pdf</a> <a href="#">Sonnenwärme Kosten &amp; Zahlen.pdf</a> <a href="#">Dimensionierungshilfe.pdf</a> <a href="#">Leistungsgarantie.pdf</a>

## Wie funktioniert ein solarthermische Anlage?



- A. Sonnenkollektor B. Zirkulationsleitung
- C. Speicher D. Pumpe E. Zusatzheizung
- F. Zapfstelle für Warmwasser

Eine Sonnenkollektoranlage besteht aus einem Sonnenkollektor auf dem Dach, einem Speicher und einem Steuerungsgerät im Haus, sowie den entsprechenden Leitungen dazwischen. Der Kollektor, ein schwarz beschichteter Metallabsorber, nimmt die Energie des Sonnenlichts auf und wandelt sie in Wärme um. Es gibt drei Typen von [Kollektoren](#) (verglaste Flachkollektoren, unverglaste Kollektoren oder Vakuumröhren-Kollektoren). Die Sonnenwärme wird im Absorber an zirkulierendes Wasser weitergegeben. Im Speicher wird diese Wärme mit Hilfe eines Wärmetauschers abgegeben und für die spätere Erwärmung des Brauch- oder Heizungswassers genutzt.<sup>2</sup>

Weitere Informationen finden Sie bei [Swissolar.ch](http://Swissolar.ch)

Abbildung 2: Sonnenkollektoranlage, Quelle Swissolar

## Wie funktioniert eine Solarzelle?



Solarzellen bestehen aus Halbleitern, welche durch die Lichteinstrahlung Elektrizität erzeugen. Die Halbleiter sind in der Regel aus Silizium. Der erzeugte Strom wird durch metallische Kontakte gesammelt und durch einen Wechselrichter von Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt. Dieser Strom kann via Einspeisezähler direkt ins öffentliche Elektrizitätsnetz eingespeist werden. [Swissolar.ch](http://Swissolar.ch).

Eine Solarzelle wandelt Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom um.

Negative Ladungsträger (Elektronen) werden durch die Lichtquanten (Photonen) aus dem Halbleiter herausgeschlagen und vom Sammler (Leiterbahnen) aufgefangen.

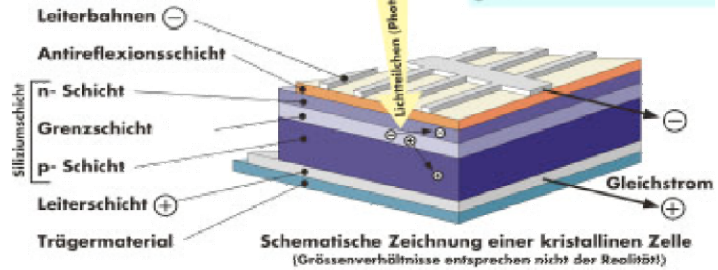


Abbildung 3: Solarzelle, Quelle Swissolar

## Welches sind die Einflussfaktoren einer Photovoltaikanlage bzw. des Stromertrags?



Der Stromertrag ist die entscheidende Grösse für die Wirtschaftlichkeit einer Solarstromanlage. Der Stromertrag ( $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ ) ist durch diverse Einflussgrössen beeinflusst.

Tabelle 2: Einflussfaktoren des Solarstromertrages<sup>8</sup>.

Einflussfaktoren	Beschreibung
Strahlungsangebot	Direkte Sonneneinstrahlung und diffuse, indirekte Einstrahlung auf die Photovoltaikanlage, welche vom geographischen Standort, der Witterung, der Ausrichtung und der Beschattung abhängig ist.
Ausrichtung	Abweichung von der optimalen Ausrichtung und Neigung
Modulwirkungsgrad	Umwandlungsfähigkeit des Moduls bei Standardtestbedingungen. Wirkungsgrad = Elektrische Leistung / Strahlungsangebot
Systemverlust	Verlust primär durch Temperatureinfluss, Wirkungsgrad des Wechselrichters, Kabel und Strahlungsreflexion.
Degradation	Rückgang des Wirkungsgrades der Solarmodule durch zunehmendes Alter.
Temperatureinfluss	Mit steigender Zelltemperatur verringert sich die Leistung; eine Montageart mit Hinterlüftung vermindert die Erwärmung.
Wechselrichter	Wirkungsgrad / Qualität des Wechselrichters, der den Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umwandelt. (Lebensdauer 13-15 Jahre)
Verlust durch Kabel	Kabelwiderstand
Reflexion	Verlust durch Reflektieren der Strahlung am Modul
Standard-Test-Conditions	Dient zur Normierung und Vergleich mit anderen Solarmodulen, wobei Zelltemperatur ( $25^\circ\text{C}$ ), Bestrahlungsstärke ( $1000 \text{ W/m}^2$ ) und Sonnenlichtspektrum gemäss Luftmasse (1,5) definiert sind und wird in Kilowatt Peak ( $\text{kW}_p$ ) angegeben.

## Welche Zelltypen gibt es?



Es hat sich im Laufe der Zeit eine grosse Vielfalt an Solarzellen-Technologien entwickelt, die sich in kristalline Solarzellen und Dünnschichtzellen unterscheiden.

### Kristalline Solarzellen

Bei der Herstellung kristalliner Solarzellen wird der Halbleiter aus einem Silizium-Block in dünne «Wafer» gesägt. Solarzellen aus mono- und polykristallinem Silizium sind mit einem Marktanteil von rund 94% heute die bedeutendste Photovoltaik-Technologie. Monokristalline Zellen erkennt man gut am sehr homogenen Erscheinungsbild, mit einem tiefen Blau bis hin zu dunklem Anthrazit. Sie haben die höchsten Wirkungsgrade (17%), sind aber etwas teuer in der Herstellung<sup>3</sup>.

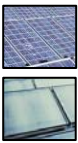
Die polykristallinen Zellen weisen ein sehr lebhaftes Bild auf, das durch etwa fingernagelgrosse Kristalle bestimmt wird. Diese Kristallstrukturen erniedrigen die Effizienz, womit der durchschnittliche Wirkungsgrad bei etwa 14 % liegt<sup>4</sup>.

### Amorphe oder Dünnschichtzellen

Wird auf Glas oder anderes Substratmaterial eine Halbleiterschicht aufgetragen, spricht man von amorphen- oder Dünnschichtzellen. Als Halbleiter werden dabei amorphes und mikromorphes Silizium, Cd-Te (Cadmium-Tellurid) (Schwermetall haltig), CIS (Kupfer-Indium-Diselenid) oder auch CIGS (Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid) verwendet. Die Schichtdicken betragen weniger als 1 µm (Dicke eines menschlichen Haares: 50-100 µm), so dass die Produktionskosten allein wegen der geringeren Materialkosten niedriger sind. Die Wirkungsgrade amorpher Zellen liegen allerdings noch weit unter denen der anderen beiden Zelltypen.

## Welche Standorte eignen sich?

### Geographische Lage



Das Strahlungsangebot gilt als wichtigster Einflussfaktor für den Stromertrag. Dieser ist nach Region differenziert und schwankt bei optimaler Ausrichtung in der Schweiz zwischen 1000 und über 1500 kWh/m<sup>2</sup>\*a.<sup>5</sup>

- [Strahlungs- und Ertragsberechnungstool \(PVGIS, europ. Kommission in Englisch\)](#)
- [Europa und Schweizerkarte \(PVGIS\)](#)
- [Karte Schweiz in FAT-Bericht](#)

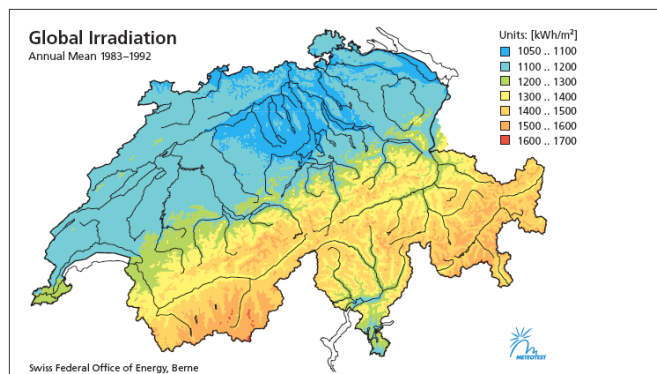


Abbildung 4: Mittleres Strahlungsangebot in der Schweiz.<sup>5</sup>

Die geographische Lage beeinflusst die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage auch bezüglich der vorhandenen Infrastruktur (Anfahrt und Netzanschluss) und der Erreichbarkeit für allfällige Reparaturen vor allem auch im Winterhalbjahr. Diesbezüglich schneiden strahlungsbevorzugte Orte in höheren Lagen meist wiederum schlechter ab.

### Ausrichtung und Neigung Ihres Daches

Die Installation von Solarzellen oder Solarkollektoren erfolgt am häufigsten auf dem Dach von Gebäuden. Je nach Ausrichtung bzw. Neigung des Daches kann mit besseren oder schlechteren Stromerträgen gerechnet werden.

Abweichungen von der Südausrichtung bis 45 Grad nach Osten bzw. Westen sind in unseren Breiten möglich und vermindern den Solarertrag in Abhängigkeit der Dachneigung noch nicht wesentlich.

Der optimale Neigungswinkel wäre der rechtwinklige Einfallswinkel der Sonne. Die ideale Neigung ist also je nach Jahreszeit verschieden, da die Sonne im Sommer höher steht als im Winter. Die Nachführung des Modulfelder nach der Sonne hat sich

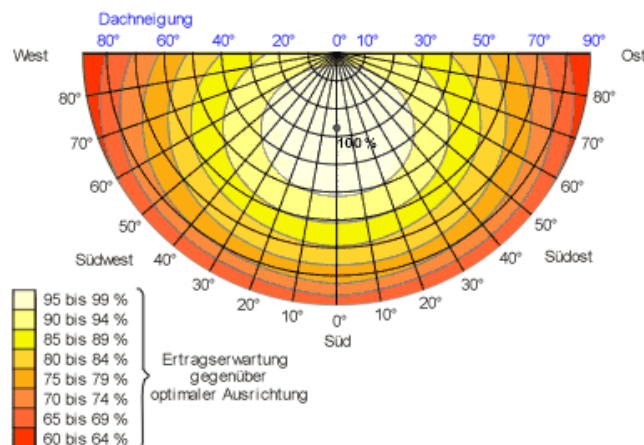


Abbildung 5: Ertragserwartung in Abhängigkeit von Dachneigung und Ausrichtung.

allerdings für Anlagen in unseren Breiten technisch als zu aufwendig, zu teuer und zu störanfällig erwiesen, weshalb die Module in der Regel fix montiert werden.<sup>2</sup> Es empfiehlt sich bei Schrägdächern die Installation im Winkel des Dachs zu wählen.<sup>6</sup> Bei Flachdächern haben sich Neigungen zwischen 20° und 30° eingebürgert, weil damit am meisten Module Platz haben und zusätzlich das architektonische Erscheinungsbild eines Flachdaches am wenigsten gestört wird.

### Beschattung

Jegliche Beschattungen durch Bäume, Nachbarhäuser oder Schornsteine u.a. sollten unbedingt vermieden werden – denn sie führen zu Leistungseinbussen und einer tieferen Wirtschaftlichkeit.

Vorübergehender Beschattung wie zum Beispiel durch Schnee, Staub oder Dreck wirkt der Selbstreinigungseffekt der Module entgegen. Andere Beschattungsverursacher wie Laub etc. sollten entfernt werden<sup>6</sup>.

## Anlagekategorien / Installation



Die Installation von Solaranlagen erfolgt entweder freistehend, angebaut oder integriert. Der Entscheid der Montagart ist von finanziellen, architektonischen oder auch bautechnischen Aspekten abhängig.



**Freistehende Anlagen** haben keine konstruktive Verbindung zu Bauten, stehen z.B. in Gärten, Brachland. Diese Anlagentypen stellen jedoch aufgrund der Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion in der Schweiz kaum eine Option dar. Dieser Anlagentyp hat zur Zeit die grösste Verbreitung in der Schweiz.

**Angebaute Anlagen** sind mit Bauten oder sonstiger Infrastruktur konstruktiv verbunden und dienen einzig der Energieproduktion.

Bei **integrierten Anlagen** sind die Module in Bauten integriert und weisen eine Doppelfunktion auf. Sie dienen einerseits der Energieproduktion, andererseits stehen sie anstelle von Ziegeln, Fassaden oder Schallschutzwänden<sup>7</sup>, womit die übliche Dachabdeckung wie Ziegel oder Eternit eingespart werden kann, was sich vor allem bei einem Neubau oder einer Renovation positiv auswirkt. Bei der Integration von Solaranlagen bei einem Neubau eines Ökonomiegebäudes kann eine Kombination mit einer Heubelüftung Sinn machen. Welche Montagearten gemäss KEV als integriert gelten, können auf folgender Homepage [bivp.ch](http://bivp.ch) nachgelesen werden.

Die Unterkonstruktion Ihres Daches muss das Gewicht Ihrer Solaranlage tragen können. Eine statische Prüfung vor der Montage garantiert Ihnen die Tragfähigkeit Ihres Daches<sup>6</sup>. Zusätzlich muss die Wind- und Schnellbelastung genau einberechnet und bei der Montage entsprechend berücksichtigt werden.

## Netzverbundanlage oder Inselanlage



Der Hauptunterschied zwischen diesen zwei Anlagearten besteht darin, dass die Netzverbundanlage Strom ins Netz des örtlichen Elektrizitätsunternehmens einspeist und damit Strom verkauft werden kann, während die Inselanlage für netzferne Anwendungen bestimmt ist (in Verbindung mit Batteriespeicherung), also für den Eigengebrauch Strom produziert wird<sup>8</sup>. Bei Alphütten findet die Inselanlage Anwendung.

## Wirkungsgrad



Ein wichtiger Faktor einer Solarzelle ist der Wirkungsgrad, welcher das Verhältnis angibt zwischen einfallender solarer Leistung und umgewandelter elektrischer Leistung. Die folgende Tabelle zeigt die aktuellen Wirkungsgrade und relativen Kosten pro m<sup>2</sup> Solarzellen. Damit wird klar, dass höhere Wirkungsgrade höhere Kosten zur Folge haben. Die Wahl des Solarzellentyps ist somit in der Wirtschaftlichkeitsberechnung miteinzubeziehen.

Tabelle 3: Wirkungsgrade und Kosten pro Quadratmeter

	Wirkungsgrade	Kosten / m <sup>2</sup>
Monokristallin	14-18%	hoch
Polykristallin	12-16%	mittel
Dünnschichtzellen	4-8%	niedrig

Im Vergleich dazu einige Werte von Gütern, die wir täglich nutzen, z.B. die Glühlampe mit einem Wirkungsgrad von 1-2% oder der Automotor (Ottoprinzip) mit 15-20%.

## Solarstromvermarktung



Es gibt drei Möglichkeiten, den Strom aus der Photovoltaikanlage zu vermarkten:

1. Deckung des Eigenbedarfs
  - Produzent ist „Eigentümer“ des Solarstrom und kann diesen zu eigenen Werbezwecken einsetzen (z.B. eigene Molkereiprodukte hergestellt mit Solarstrom)
  - Vergütung zu Marktpreisen (5- 15 Rp. / kWh)
2. Direktvermarktung
  - Lieferung und Vergütung laut Vertrag an Stromverbraucher oder Stromverteiler (Solarstrombörsen)



- Stromverteiler, respektive Abonnent wird „Eigentümer“ des Solarstroms
  - Zertifikation z.B. in Form von nature made
3. Kostendeckende Vergütung
- Vergütung zu festgelegten Tarifen
  - Gesamtheit aller Stromkonsumenten sind „Eigentümer“ des Solarstroms

### Finanzierung und Betreibermodell



Die Investitionskosten für eine Photovoltaikanlage belaufen sich in Abhängigkeit von der Grösse und Technik schnell auf mehrere Hunderttausend Franken. Unterschiedliche Kapitalquellen stehen zur Verfügung, welche je nach gewähltem Betreibermodell genutzt werden können. Entscheidend für die Wahl der Finanzierungsform bzw. Trägerschaft ist die Anlagengrösse. Während kleinere Anlagen durch Eigenkapital und kleine Kredite finanziert werden können, verlangen grössere Anlagen höhere Investitionsvolumen und können von einem landwirtschaftlichen Betrieb selten allein, sondern oft nur in Kooperationsformen realisiert und finanziert werden. Das Betreibermodell seinerseits bestimmt welche Gesetze bezüglich Boden- oder Erbrecht relevant werden.

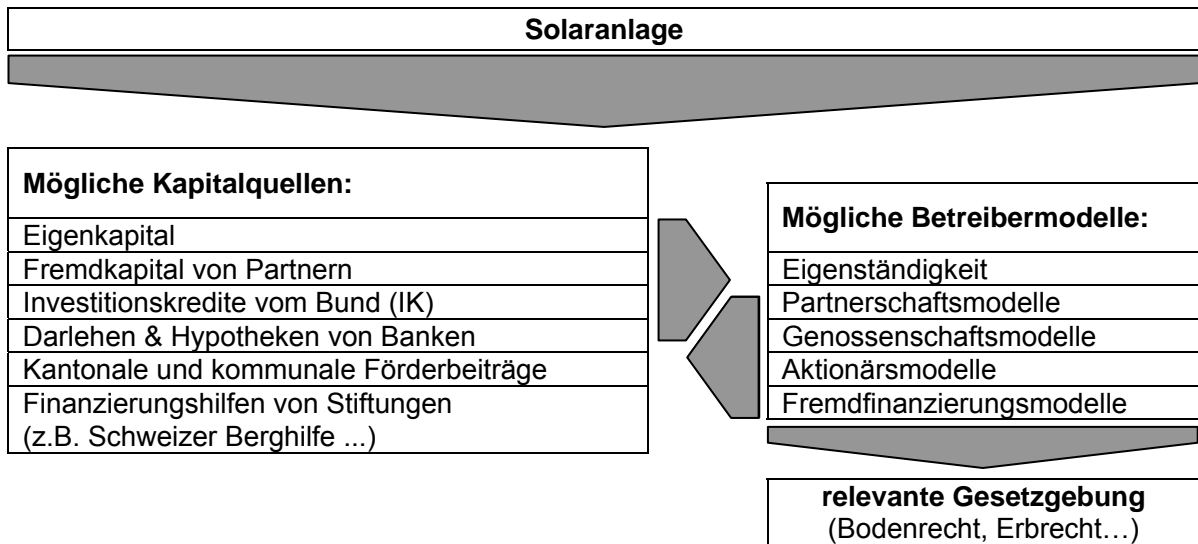


Abbildung 6: Finanzierung und Betreibermodell

Bezüglich der Betreibermodelle, der Steuern und der Buchhaltung bietet der [Schweizerische Bauernverband](#) Hilfestellungen an.

Die zinslosen Investitionskredite sind für die wirtschaftliche Realisierung von Anlagen eine zentrale Grösse. Neben finanziellen Kriterien sollten auch persönliche Überlegungen in die Entscheidung miteinbezogen werden. So muss man sich im Klaren sein, dass das gewählte Finanzierungs- und Betreibermodell in der Regel für mindestens 20 Jahre Bestand haben wird.

### Was beinhalten die wichtigsten, gesetzlichen Rahmenbedingungen in der Schweiz?



Im Bereich Solaranlagen sind in der Schweiz zwei gesetzliche Grundlagen entscheidend. Es sind dies die revidierte [Stromversorgungsverordnung](#) und [Raumplanungsverordnung](#).

Die [Stromversorgungsverordnung](#) regelt u.a. die Kostendeckende Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Energien. Bei der Photovoltaik hat der Gesetzgeber einen komplizierten Deckelmechanismus definiert, in dem anfänglich 5 % der rund 320 Mio. CHF, d.h. 16 Mio. CHF jährlich, bereitgestellt werden. Dies, solange die Photovoltaik-Gestehungskosten 50 Rp. oder mehr über dem mittleren Stromgestehungspreis von ca. 8 Rp. liegen. Diese 5 % werden bei sinkenden Photovoltaik-Gestehungspreisen schrittweise auf 10 resp. 20 % der Gesamtsumme von 320 Mio. CHF erhöht<sup>6</sup>. Die Praxis zeigt jedoch, dass bereits heute sämtliche Mittel der KEV ausgeschöpft sind und mit Wartefristen gerechnet werden muss.

Für Solarstrom wird unter Voraussetzung einer im Anmeldeverfahren berücksichtigten Anlage während 25 Jahren ein kostendeckender Tarif ausbezahlt. Die Vergütung in Abhängigkeit von Leistungsklasse und Anlagekategorie wird für Neuanlagen wie folgt berechnet:<sup>7</sup>



Tabelle 5: Tarife der kostendeckenden Einspeiseverfügung in Abhängig der Montageart und der Leistungsklasse.

	Freistehend				Angebaut				Integriert			
Leistungsklasse kW	≤10	≤30	≤100	>100	≤10	≤30	≤100	>100	≤10	≤30	≤100	>100
Vergütung (Rp./kWh)	65	54	51	49	75	65	62	60	90	74	67	62

Ab 2010 sinken für Neuanlagen gegenüber den oben angegebenen Tarifen die Vergütungsansätze pro Jahr um 8%<sup>7</sup>. Weitere Informationen können dem [Faktenblatt zur Kostendeckenden Einspeisevergütung für Solarstrom](#) von Swissolar entnommen werden.



Durch die Revision der [Raumplanungsverordnung](#) vom 1.1.2008 wird es einfacher, Baubewilligungen für Solaranlagen zu erhalten. Der neue Artikel 18a gilt sowohl für Anlagen in der Bauzone (die bereits heute in vielen Kantonen von der Bewilligungspflicht befreit sind, siehe [Bewilligungspflicht für Erneuerbare Energien](#)) als auch für solche in der Landwirtschaftszone<sup>6</sup>.



RPG Art. 18a Solaranlagen

In Bau- und Landwirtschaftszonen sind sorgfältig in Dach- und Fassadenflächen integrierte Solaranlagen zu bewilligen, sofern keine Kultur- und Naturdenkmäler von kantonaler oder nationaler Bedeutung beeinträchtigt werden.

### Energie- und Umweltbilanz der Solarenergie<sup>9</sup>



1. Die Energie zur Herstellung einer Solaranlage für Strom- oder Wärmeproduktion wird innerhalb weniger Jahre amortisiert, d.h. durch die erzeugte Energie kompensiert. Bei Photovoltaik Anlagen dauert es 2 - 5 Jahre, bis die Energieinvestition zur Herstellung der Anlage aufgewogen ist, bei Sonnenkollektoren nur 1 bis 2 Jahre. Nach dieser Zeit (= Energierückzahldauer) erzeugen Solaranlagen aus täglich frei verfügbarer Solarstrahlung Energie. Im Gegensatz zu konventionellen Energiesystemen wie z.B. Kohle- oder Atomkraftwerke brauchen Solarkraftwerke während ihrer gesamten Betriebsdauer keine kostenintensive Energiezufuhr – z.B. in Form von Kohle oder Uran.



2. Die Nutzung der Solarenergie erzeugt zwar wie jede Technologie Schadstoffe, jedoch schneidet der Solarstrom bei gesamtökologischer Analyse etwa 5 mal besser ab als der normale Schweizer Strom.

3. Die wichtigsten Schadstoffbelastungen der Fabrikation von Photovoltaik(PV)-Zellen stammen bei einer Gesamtbilanz aus dem dabei konsumierten Strom (d.h. aus dem konventionellen Stromnetz) und nicht aus direkten Schadstoff-Belastungen der PV-Fertigung. Die PV-Fabrikation selbst kann daher nicht als alleiniger und direkter Verursacher der Schadstoffbelastungen verstanden werden. Vielmehr "erbt" sie den wichtigsten Teil der Belastungen aus dem konventionellen Stromnetz. Moderne Zellenfertigungen werden aber laufend weniger energieintensiv; Umweltbelastung und Energierückzahldauer sinken somit. [Umweltbilanz](#).

### Recycling



Ausgediente Photovoltaikanlagen sollten auf keinen Fall auf den Müll geworfen werden. Sie enthalten sehr viele Teile, die gut wiederverwertet werden können. Insbesondere das wertvolle Silizium zeigt keine Verschleißerscheinungen. Man kann aus ihm wieder neue Solarzellen herstellen. Fragen Sie bei Ihrem Lieferanten nach bestehenden Recyclingmöglichkeiten nach. Sonnenkollektoren und andere Komponenten wie Gestellsysteme, Glasabdeckungen und Alurahmen werden von den örtlichen Entsorgern entgegengenommen und wiederverwertet.



### Photovoltaikrelevante Gesetze und Verordnungen

[Energiegesetz](#) (EnG)  
[Raumplanungsgesetz](#) (RGP)

[Stromversorgungsverordnung](#) (StromVV)

### Quellen

[Dokumentanfang](#) ↑

<sup>1</sup> www.solifer.de  
<sup>2</sup> www.swissolar.ch  
<sup>3</sup> Hostettler T. (2007) Photovoltaik – Strom aus der Sonne, Swissolar  
<sup>4</sup> Rentzing S (2008) Solarzellen – Wettlauf um den Wirkungsgrad, Erneuerbare Energien 4  
<sup>5</sup> ART-Bericht 694 (2008) Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben  
<sup>6</sup> www.solarworld.de  
<sup>7</sup> Stickelberger (2008) Fakten zur Kostendeckenden Einspeisevergütung für Solarstrom, Swissolar  
<sup>8</sup> ART-Bericht 694 (2008) Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben  
<sup>9</sup> www.swissolar.ch/fileadmin/x\_lib/download/Solarenergie\_Oekologie\_rev08\_def.pdf

## Abkürzungsverzeichnis

Abs	Absatz (eines Gesetzesartikels)
Art	Artikel (eines Gesetzes)
ART	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon
PV	Photovoltaik
EnG	Energiegesetz
EU	Europäische Union
EW	Elektrizitätswerk
IK	Investitionskredit
FAT	Forschungsanstalt Tänikon, neu ART
KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
SBV	Schweizerischer Bauernverband
SHL	Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft in Zollikofen
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein, welcher Produkte kennzeichnet, die auf privatwirtschaftlicher Basis zertifiziert wurden – im Bereich Biogas ein Qualitätssiegel für erneuerbaren Strom
WTO	Welthandelsorganisation mit Hauptaufgabe, die Handelsschranken in Form von Zöllen und Handelshemmnissen abzubauen.
kWp	Kilowatt-Peak: Definierte Leistung der Solarzellen unter Standard-Testbedingungen (25° C, Einstrahlung 1000 W/m <sup>2</sup> ). Dies entspricht in etwa der maximalen Leistung der Solarpaneele an einem sehr sonnigen Tag um die Mittagszeit.

## Glossar

Swissgrid	swissgrid ist die schweizerische Übertragungsnetzbetreiberin und gewährleistet deren sicheren Betrieb. Weiter führt swissgrid im Auftrag des Bundes die Abwicklung der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) durch.
Halbleiter	z.B. Silizium Festkörper, der sowohl Leiter als auch Nichtleiter in Bezug auf seine elektrische Leitfähigkeit ist. Die Leitfähigkeit ist stark temperaturabhängig.
Stakeholder	Anspruchsgruppen
Shareholder	Geldgeber, Aktionär