



2008

# Photovoltaik



# Inhaltsverzeichnis

## **1 Grundlagen**

1.1	Was ist Photovoltaik? .....	2
1.2	Funktion einer Photovoltaikzelle .....	2
1.3	Verfügbare Energie der Sonne im Vergleich zu anderen fossilen Brennstoffen .....	3
1.4	PV-Module .....	4
1.5	Vom Sandkorn zum Photovoltaikmodul .....	5
1.6	Wirkungsgrad .....	6
1.7	Aufgabe und Funktion des Wechselrichters .....	6
1.8	Sonstige Bauteile einer Photovoltaik Anlage .....	9

## **2 Planung und Dimensionierung**

2.1	Welche Möglichkeiten gibt es die Sonnenenergie zu nützen? .....	11
2.2	Welche Installationsmöglichkeiten der Photovoltaik- Anlage gibt es? .....	13
2.3	Welche Kriterien müssen bei der Auswahl der Installation beachtet werden? .....	15
2.4	Verschattungen .....	16

## **3 Realisierung**

3.1	Einspeisegesetz in Italien (Nuovo conto energia) .....	17
3.2	Blitzschutz .....	18
3.3	Baugenehmigung für eine PV Anlage .....	19
3.4	Ansuchen bei den Netzbetreibern .....	19
3.5	Selbstbau einer Photovoltaik Anlage .....	19

## **4 Finanzierung**

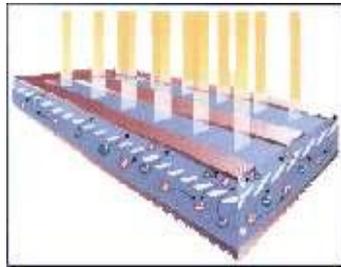
4.1	Finanzierung Eigen- o. Fremdkapital .....	20
4.2	Förderung .....	20
4.3	Generelle Rentabilität .....	20
4.4	Durchschnittlicher Verbrauch eines Eigenheimes: .....	21
4.5	Wie groß sollte eine Photovoltaik Anlage sein? .....	21
4.6	Ökologischer Aspekt .....	22

## **Anhang**

1	Einschichten-Tarif-Privatkunden – Jahresverbrauch 3.500 kWh .....	23
2	Berechnung ohne Fremdkapital .....	24
3	Statistik der realisierten Anlagen .....	25
4	Checkliste für eine PV-Anlage .....	26

# 1 Grundlagen

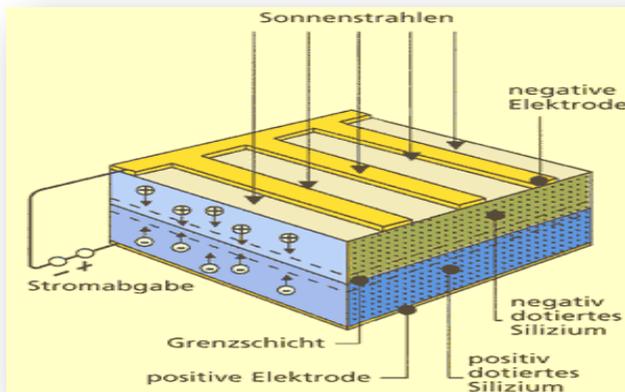
## 1.1 Was ist Photovoltaik?



Photovoltaik ist der Umwandlungsvorgang von Sonnenenergie in elektrische Energie, der durch Photovoltaikzellen erreicht wird.

Foto: <http://www.leitnerhubert.com/index.php>

## 1.2 Funktion einer Photovoltaikzelle

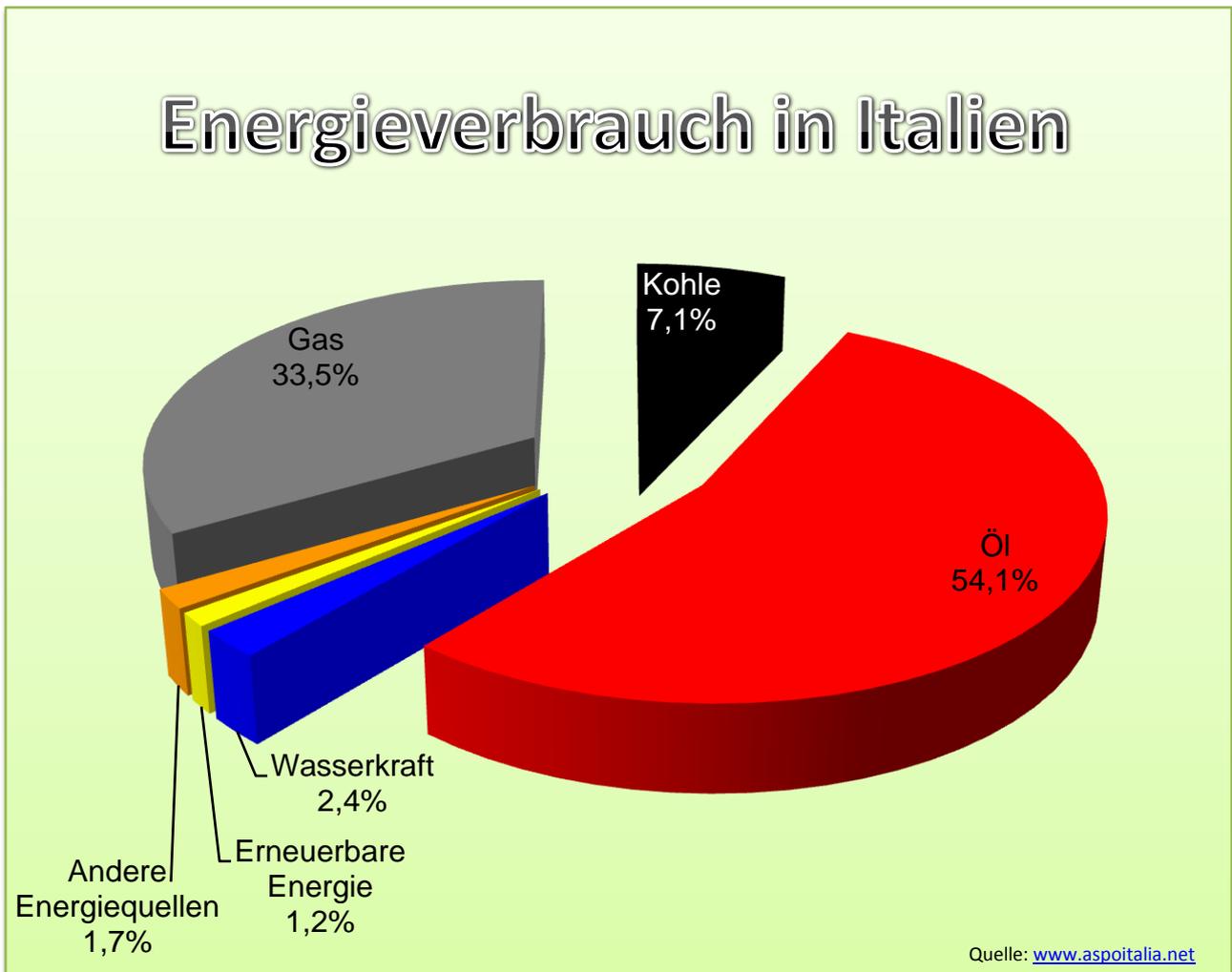


Grafik: [www.albrecht-solar.de](http://www.albrecht-solar.de)

Wenn Licht auf die Photovoltaikzelle fällt, wird dadurch ein elektrischer Vorgang hervorgerufen: Zwischen den negativen und positiven Schichten baut sich eine elektrische Spannung auf, die vom Verbraucher sofort genutzt, gespeichert oder verkauft werden kann.

### 1.3 *Verfügbare Energie der Sonne im Vergleich zu anderen fossilen Brennstoffen*

Durch die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas wird weltweit der Großteil des Energiebedarfs (rund 40%) für die Verbrauchssektoren Industrie, Haushalte, Verkehr und Kleinverbraucher gedeckt.



Der Hauptnachteil der Nutzung des Energiegehaltes fossiler Brennstoffe liegt einerseits in den Emissionen, die von den Kraftwerken an die Umgebung abgegeben werden und andererseits in der Endlichkeit der Vorräte an geeigneten Brennstoffen. Die Reichweite dieser Brennstoffe beträgt laut Wikipedia ca. 91 Jahre. Diese wird allerdings durch den ständig steigenden Weltenergieverbrauch bis 2030 um ca. 50% verkürzt werden. Die Sonnenenergie hingegen ist nahezu unerschöpflich.

Der Energiekonsum stieg allein in Südtirol in dem letzten Jahrzehnt von 1993 bis 2004 um 27%, nämlich von 6,8 Milliarden kWh auf 8,7 Milliarden kWh. Am stärksten stieg die Nachfrage beim Erdgas mit knapp plus 60%, gefolgt vom Strombedarf mit 44%.

Stand 01/2008

## 1.4 PV-Module

### 1.4.1 Monokristalline Zellen

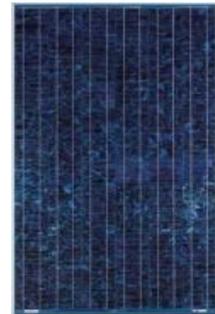
Monokristalline (= einkristallige) Zellen haben von allen Photovoltaikmodulen den derzeit höchsten Wirkungsgrad (bis 20 %) und eine Lebensdauer von mindestens 30 Jahren. Die Fertigung dieser Module ist mit extrem hohem Aufwand verbunden, weshalb diese Zellen im Vergleich zu den anderen Zellenarten am teuersten sind. Sie brauchen daher länger um amortisiert werden zu können. Ein großer Vorteil ist jedoch, dass sie den ausgesetzten klimatischen Bedingungen wesentlich besser stand halten als z.B. die polykristallinen Zellen. Die monokristalline Zellenart ist durch die einheitliche, meist dunkelblaue bis schwarze Farbgebung zu erkennen.



(Foto: <http://www.ael.lu>)

### 1.4.2 Polykristalline Zellen

Polykristalline, bzw. Multikristalline Module haben das beste Preis-Leistungsverhältnis und sind die am häufigsten verwendeten Modultypen. Zellen erkennt man an ihrer unterschiedlich blau schimmernden Kristallstruktur. Der Wirkungsgrad beträgt 13-19%.



(Foto: <http://www.ael.lu>)

### 1.4.3 Dünnschichtmodule

Dünnschichtmodule sind 10 mal dünner als Polykristalline Zellen. Die Schichtdicken betragen nur etwa 0,001 mm. Die photoaktive Halbleiterschicht wird hierbei direkt auf ein Trägermaterial aufgedampft. Ein Vorteil von Dünnschichtzellen sind die geringeren Herstellungskosten. Weitere sind: eine hohe Temperatur- und Verschattungstoleranz, sie lassen sich durch ihre Flexibilität und nahezu beliebige Modulformate auch an schwierigen Fassaden- oder Dachformen einsetzen, sie zeichnen sich durch eine bessere Ausnutzung des Strahlungsangebotes der Sonne aus und können sogar bei Kunstlicht Strom produzieren. Ein Nachteil ist allerdings der geringere Wirkungsgrad, der nur einen Wirkungsgrad von 6-11% aufweist. Die Farben von Dünnschichtzellen sind rötlichbraun über schwarz bis dunkelgrün.



(Foto: <http://www.ael.lu>)

## 1.5 Vom Sandkorn zum Photovoltaikmodul

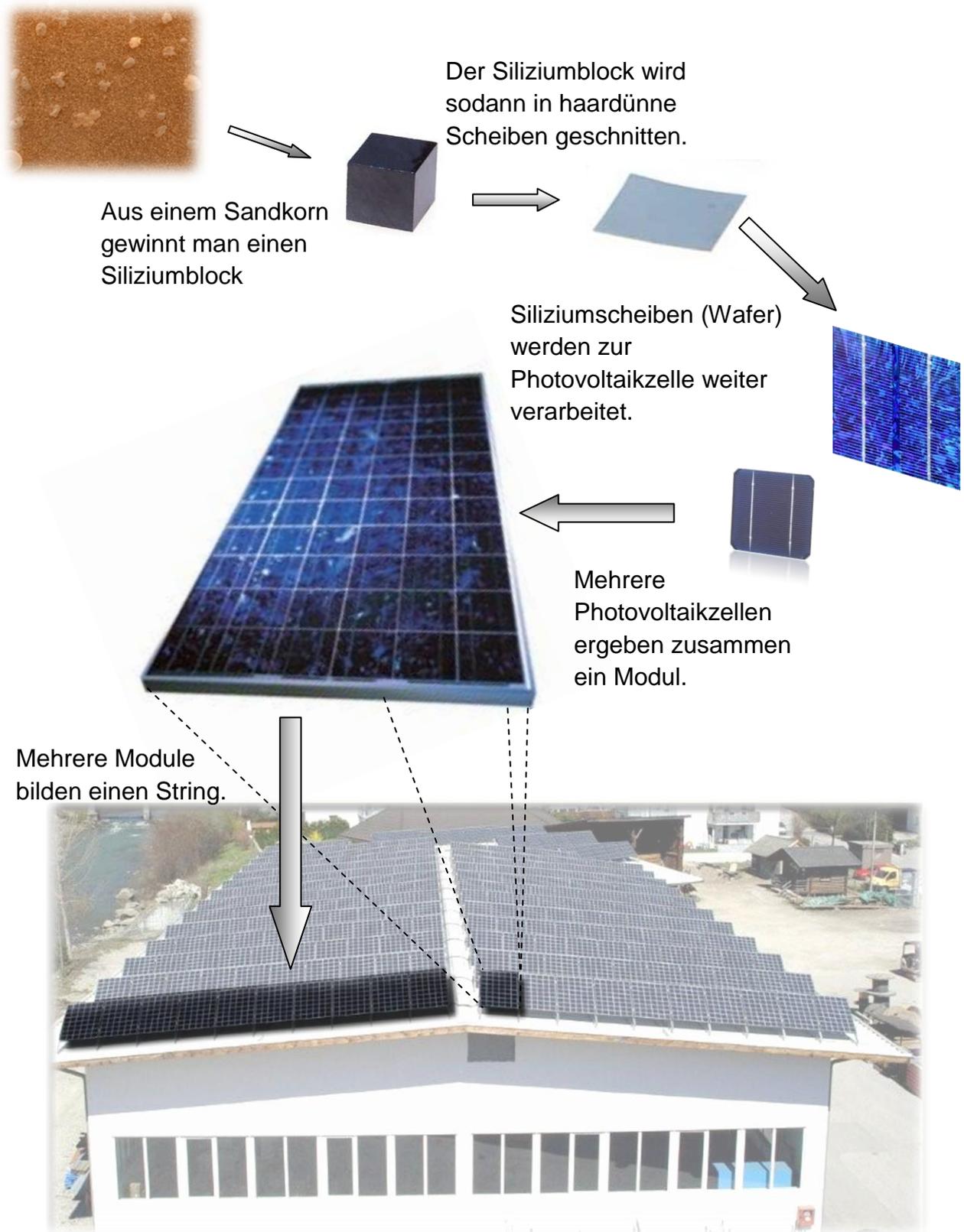


Foto: <http://www.leitnerhubert.com/index.php>

Mehrere Strings ergeben schlussendlich eine Photovoltaik Anlage.

## 1.6 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis zwischen aufgenommener und abgegebener Leistung. Je niedriger der Wirkungsgrad, umso größer die benötigte Fläche.

Zellenmaterial	Modul-wirkungsgrad	Benötigte PV-Fläche für 1 kWp	Erscheinungsbild	Jährlicher Ertrag (kWh/kW <sub>p</sub> )
Monokristallin	17 – 20 %	7 – 9 m <sup>2</sup>	homogen dunkelblau bis schwarz	>800
Polykristallin	13 – 19 %	8 – 9 m <sup>2</sup>	schimmernd blau	>800
Dünnschicht	6 – 11 %	11 – 13 m <sup>2</sup>	homogen braun bis schwarz	>800

(Quelle: [Buch: „Photovoltaik für Profis“: www.ael.lu/cms/front\\_content.php?idcat=163](http://www.ael.lu/cms/front_content.php?idcat=163))

Die unterschiedlichen Zellenmaterialien haben verschiedene Wirkungsgrade. Daher ist die für eine Leistung von 1 kWp benötigte Fläche vom verwendeten Zellentyp abhängig.

## 1.7 Aufgabe und Funktion des Wechselrichters

Wechselrichter haben die Aufgabe den erzeugten Gleichstrom vom Solargenerator (Photovoltaikzelle) in Wechselstrom mit 230V Nennspannung oder bei größeren Anlagen in Drehstrom mit 400V Nennspannung umzuwandeln. Je nach Schaltung der Module werden Zentralwechselrichter, String- bzw. Multistringwechselrichter und Modulwechselrichter eingesetzt.

Die meisten Wechselrichter besitzen folgende Aufgaben:

- Optimierung
- Umwandeln
- Überwachen

### 1.7.1 Optimierung

Damit die Anlage optimal funktioniert, das heißt am meisten Energie genutzt werden kann, steuert der Wechselrichter nur jene Strings an, welche die höchsten Leistungen erbringen.

### 1.7.2 Umwandeln

Der Wechselrichter wandelt zudem den vom PV-Modul erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom (230V/50Hz) um.

### 1.7.3 Überwachung

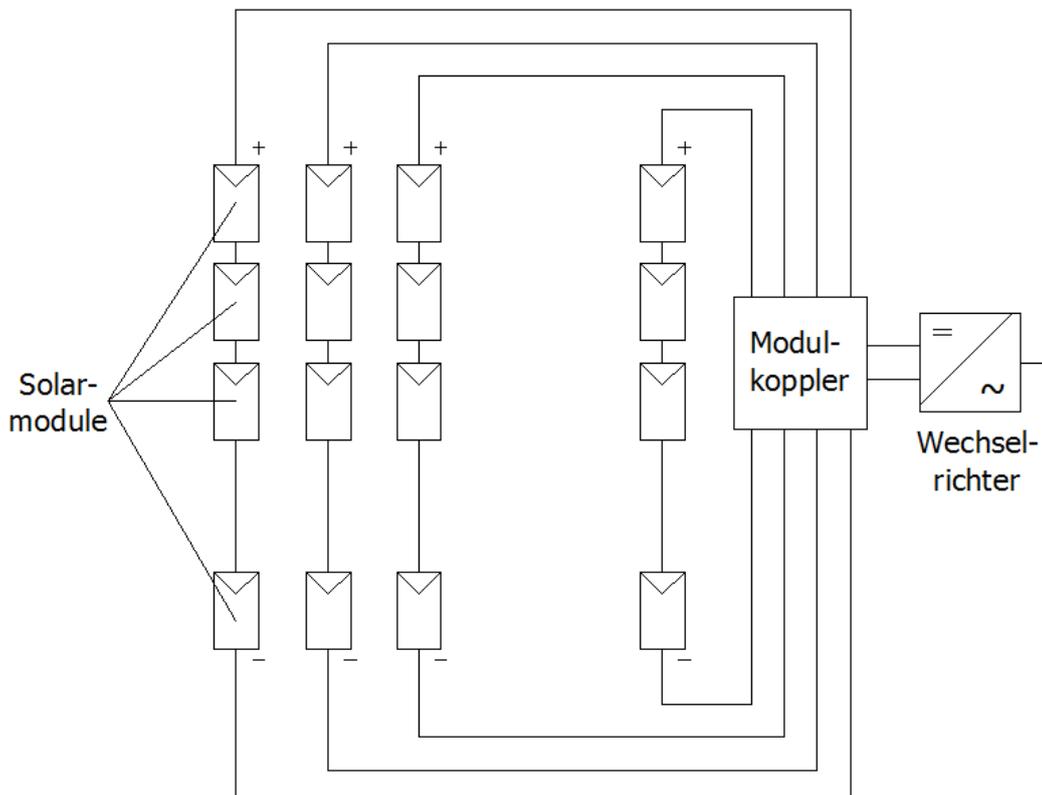
Die Anlage muss aus Sicherheitsgründen bei Stromausfall oder bei Störungen wie Spannungsabweichung, Fehlerströmen oder Frequenzänderung vom Netz getrennt werden. Dies übernimmt eine Netzüberwachung im Wechselrichter.

Technische Anforderungen des Wechselrichters:

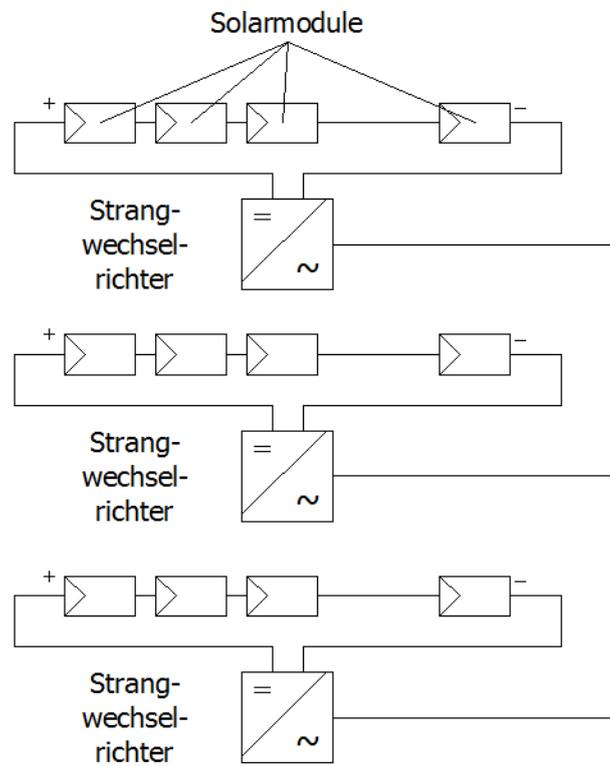
- Bewerkstelligen einer sinusförmigen Stromeinspeisung synchron zum Netz
- Schnelles und genaues Finden und Verfolgen des Arbeitspunktes (MPP Regelung)
- Hoher Wirkungsgrad während des Betriebes auch im Teillastbereich
- Vollautomatischer Betrieb, einfache Funktionskontrolle und Fehleranzeige
- Zuverlässiger Betrieb auch bei hoher Umgebungstemperatur, sowie Klima- und Temperaturbeständigkeit
- Je nach Modell ist eine Schnittstelle zur Datenvisualisierung vorhanden

Je nach Verschalten der Module müssen die richtigen Wechselrichter verwendet werden. Hier unterscheidet man zwischen:

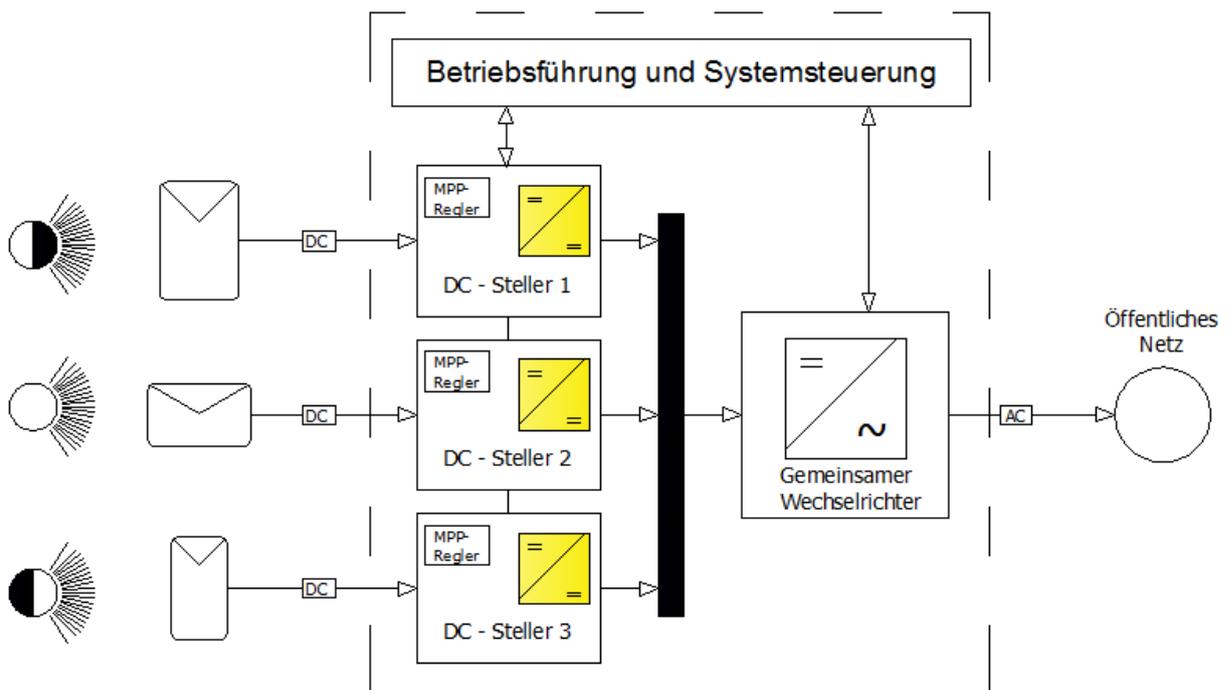
- Zentralwechselrichter: Anlagen aus mehreren parallelen Strängen werden von PV-Modulen über einen Wechselrichter wechselgerichtet.



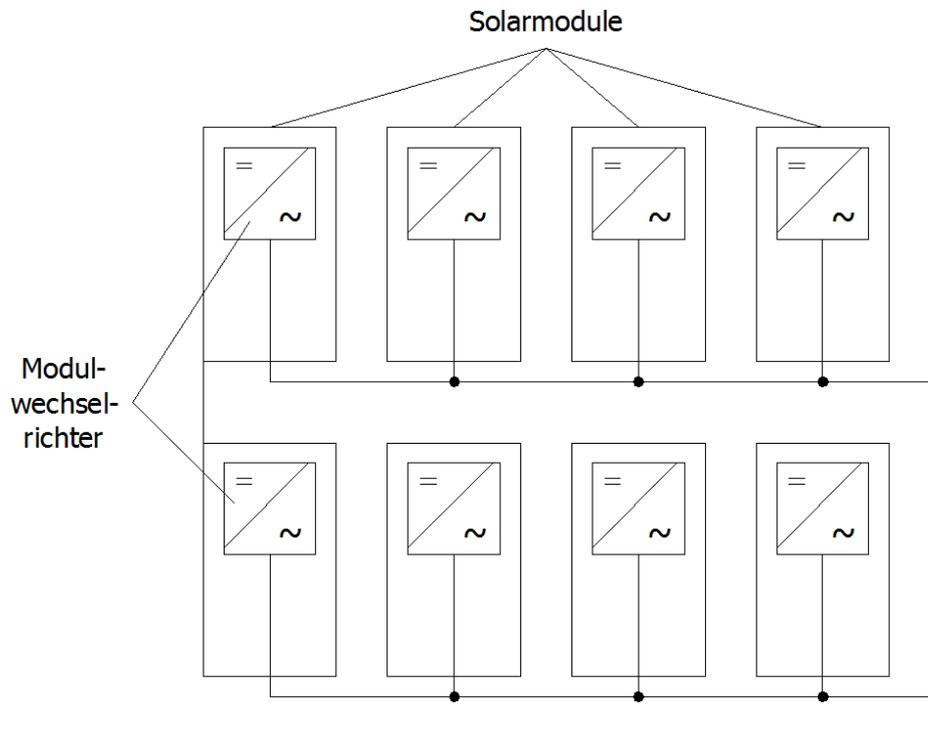
- **Stringwechselrichter:** Sie finden Verwendung bei Anlagen, deren PV-Zellen zu einem String verschaltet sind. Unter einem String versteht man eine Reihenschaltung von PV-Modulen.



- **Multistringwechselrichter:** Sie sind eine Kombination aus Zentral- und Stringwechselrichter. Sie werden hauptsächlich bei Anlagen mit verschiedenen Modulen, mit verschiedener Ausrichtung, Verschattung und unterschiedlicher Anzahl von Modulen pro String verwendet.



- **Modulwechselrichter:** Sie koppeln einzelne Module oder Modulpaare direkt mit dem Wechselstromnetz. Sie sind auf der Hinterseite der Module montiert und können bei Defekt nur mit Modul ausgetauscht werden. Ihr Vorteil aber ist, dass die Gleichstromverkabelung total entfällt.



## 1.8 Sonstige Bauteile einer Photovoltaik Anlage

### 1.8.1 Kabel



Foto: [www.soleg.de](http://www.soleg.de)

Für die Gleichstromverkabelung dürfen auf keinem Fall normalgebräuchliche Kabel oder Litzen verwendet werden, denn geeignete Kabel müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Kurzschluss- und erdschlusssicher sein
- UV- und witterungsbeständig mit erhöhtem Temperaturbereich (ca.  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $120^{\circ}\text{C}$ ) sein
- Leicht und dünn für gute Verarbeit- und Verlegbarkeit
- Brandbeständig mit geringer Rauchentwicklung
- Kleine Leistungsverluste



Foto: [www.sunworx-](http://www.sunworx-)

## 1.8.2 Generatoranschlusskasten

Der Generatoranschlusskasten hat die Aufgabe, die verschiedenen Strings, die bei größeren Anlagen parallel geschaltet werden, zu verbinden und zusammenzuführen. Ein Generatoranschlusskasten erfüllt dabei mehrere Funktionen:

- Parallelschaltung mehreren Strings
- Prüfmöglichkeit der Strings
- Überspannungsschutz für Module und Wechselrichter
- Strangsicherungen zum Schutz der Solarmodule und der Strangleitungen vor Überlastung



Foto: [www.visavi-energiezentrum.de](http://www.visavi-energiezentrum.de)



Foto: [www.solarzentrum-bergstrasse.de](http://www.solarzentrum-bergstrasse.de)

## 1.8.3 Gleichstromhauptschalter



Foto: [MHHSolartechnik GmbH](http://MHHSolartechnik GmbH)

Da PV- Anlagen ständig unter Spannung stehen, muss bei Wartungsarbeiten und Installationen die Anlage spannungsfrei geschaltet werden. Dies übernimmt der Gleichstromhauptschalter. Idealerweise wird dieser im Generatoranschlusskasten integriert, muss aber von außen zugänglich sein.

## 1.8.4 Anschlusszähler



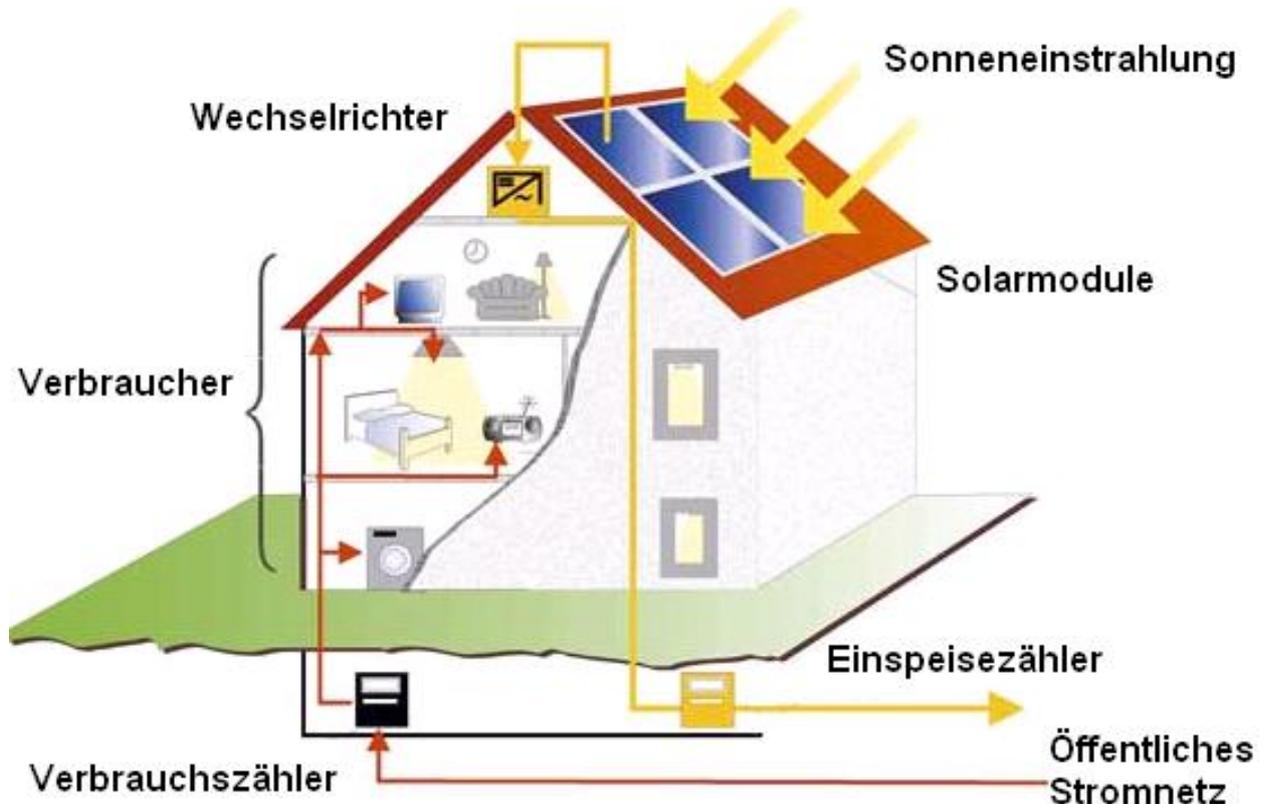
Netzgekoppelte Anlagen mit einer geringeren Leistung als 20kW mit Stromaustausch benötigen ein Zähler für die Produktion und zwei Zähler für den Austausch. Bei netzgebundenen Anlagen mit einer geringeren Leistung als 20kW mit Verkauf des Stromes und Anlagen mit einer größeren Leistung als 20kW wird ein Zähler montiert. Da es keine einheitlichen Bestimmungen gibt, kann man sich bei den jeweiligen Elektroversorgungsunternehmen informieren.

Foto: <http://www.lackmann.de/img/content/0/MT372.png>

## 2 Planung und Dimensionierung

### **2.1 Welche Möglichkeiten gibt es die Sonnenenergie zu nützen?**

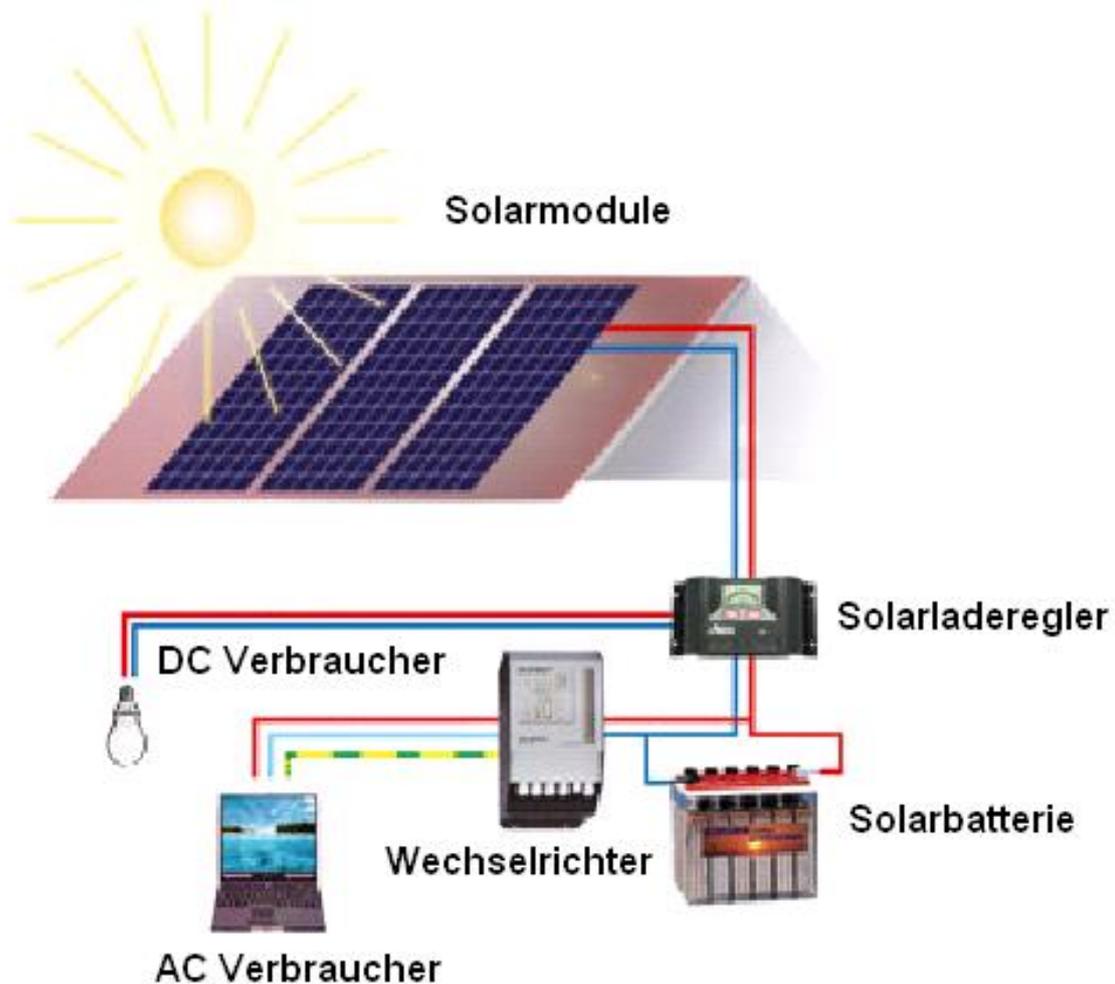
#### **2.1.1 Netzeinspeisung**



Grafik: [http://www.oekotec-online.de/bilder/pv/pv\\_prinzip.jpg](http://www.oekotec-online.de/bilder/pv/pv_prinzip.jpg)

Durch die Sonneneinstrahlung, die auf die PV-Module fällt, wird elektrische Energie gewonnen. Der Wechselrichter wandelt den Gleichstrom in Wechselstrom um, der anschließend über einen Zähler in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird, wofür man eine Vergütung erhält. Nur diese Form wird vom italienischen Staat gefördert.

## 2.1.2 Inselsysteme



Grafik: <http://www.iwssolar.ch/pages/systemtechnik/images-systeme/inselanlagen-schema.jpg>

Nicht jedes Haus ist an das öffentliche Stromnetz angeschlossen, z.B. Almhütten. In diesem Fall werden sogenannte Inselsysteme montiert. Auch im Inselsystem wird durch die Sonneneinstrahlung Energie gewonnen, die jedoch vom Verbraucher sofort verwendet werden kann oder in Batterien gespeichert wird, also nicht wie im Netzbetrieb ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird.

## 2.2 Welche Installationsmöglichkeiten der Photovoltaik-Anlage gibt es?

### 2.2.1 Dachmontage

#### 2.2.1.1 Flachdach



Foto: <http://www.leitnerhubert.com/index.php>

Bei einem Flachdach werden die Module mit einem Gerüst am Dach befestigt. Dieses Gerüst wird entweder am Dach festgeschraubt oder beschwert.

#### 2.2.1.2 Pultdach/Steildach



Foto: <http://www.leitnerhubert.com/index.php>

Bei einem bereits fertiggestellten Pultdach oder Steildach müssen die Dachziegel bei der Montage der Photovoltaikmodule nicht abgenommen werden. Die PV-Module werden mit speziellen Halterungen oder Unterkonstruktionen am Dach befestigt.



Bei einem Neubau eines Pultdaches oder Steildaches wird die sogenannte Inndachmontage bevorzugt. Hierbei wird ein Teil der Dachziegel durch Photovoltaik Module ersetzt. Diese Montage ist etwas kostenaufwändiger, dafür ist die Staatliche Vergütung größer.

Stand 01/2008

Foto: [www.solarstrom-elektrotechnik.de](http://www.solarstrom-elektrotechnik.de)

## 2.2.2 Fassaden integrierte Montage



Bei der Fassadenmontage werden größere Flächen an den Außenwänden eines Gebäudes genutzt. Das Untergestell wird direkt an die Fassade montiert. Bei der Fassadenmontage gibt es keine Abwinkelung der Module, deshalb bringt die vertikale Fassadenanlage ca. 25% weniger Ertrag als eine Anlage mit idealem Winkel.

Foto: <http://www.elpo.it/>

## 2.2.3 Freilandanlagen



Ähnlich wie beim Flachdach halten bei Freilandanlagen entsprechende Unterkonstruktionen die Module. Bei solchen Anlagen handelt es sich meistens um größere Anlagen. Aus optischen Gründen werden solche Anlagen jedoch seltener montiert und auch die Förderung ist kleiner.

Foto: <http://www.leitnerhubert.com/index.php>

Stand 01/2008

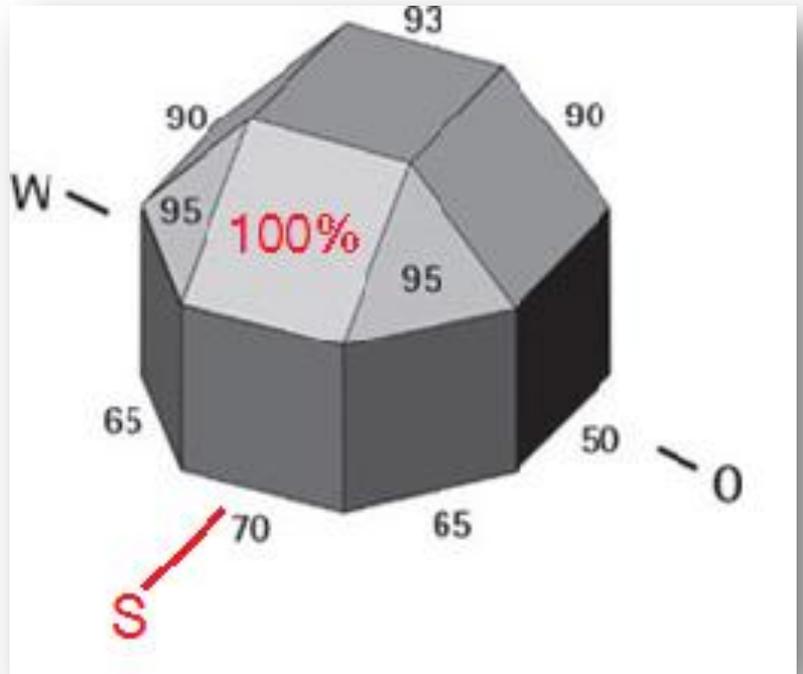
## 2.3 Welche Kriterien müssen bei der Auswahl der Installation beachtet werden?

### 2.3.1 Lage und Neigung

Die Lage und die Neigung sind ein wichtiger Faktor für die letztendlich erhaltene Leistung.

Die ideale Ausrichtung ist bei uns die südliche mit einer Neigung von 35°. In diesem Fall strahlt die Sonne meist senkrecht auf die Module und diese bringen somit die beste Leistung.

Im nebenstehenden Bild sieht man ganz deutlich, wie wichtig die Ausrichtung der Module im Bezug auf die gewonnene Leistung ist. Die Leistung verringert sich bei einer östlichen Ausrichtung und einer Neigung von 90° immerhin um 50%!!!

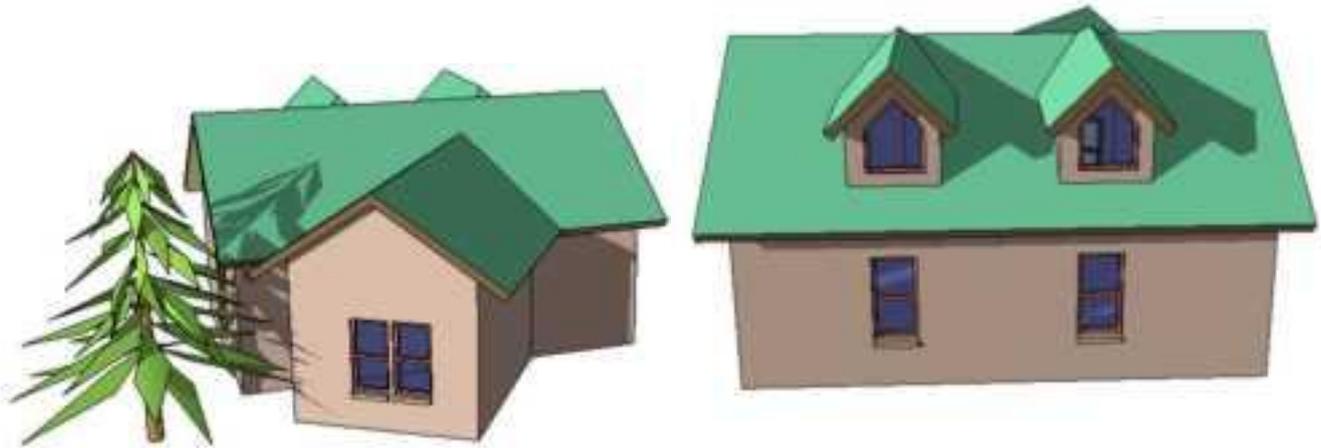


Grafik: <http://www.montin.de/images/solarwuerfel.jpg>



## 2.4 Verschattungen

Verschattungen sollte man vermeiden, da sich diese negativ auf die Leistung der gesamten Anlage auswirken. Besonders auf Bäume, Gauben und Kamine ist daher zu achten. Deshalb sollte man sich vergewissern, dass auf der geplanten Fläche nie eine Beschattung auftritt. Werden die Module von Schnee bedeckt, so ist der Ertrag ebenso gering.



Grafik: <http://www.gerber.tv/montage.htm>



Foto: <http://www.leitnerhubert.com/index.php>

Fällt auch nur auf einen Teil eines Stringes ein Schatten oder es liegt dort Schnee, so wird die gesamte Leistung der Anlage stark reduziert oder es kann sogar die gesamte Produktion ausfallen.

## 3 Realisierung

### 3.1 *Einspeisegesetz in Italien (Nuovo conto energia)*

#### 3.1.1 Förderung seit 19. Februar 2007

	VOLLSTÄNDIGE GEBÄUDEINTEGRATION	TEILWEISE GEBÄUDEINTEGRATION	NICHT INTEGRIERT
			
bis 3 kWp	0,49 €/kWh	0,44 €/kWh	0,40 €/kWh
3 - 20 kWp	0,46 €/kWh	0,42 €/kWh	0,38 €/kWh
ab 20 kWp	0,44 €/kWh	0,40 €/kWh	0,36 €/kWh

Wp bzw. kWp (gesprochen: Kilowatt piek) ist die "Spitzenleistung".

#### 3.1.2 Stromrechnung

Der Besitzer einer PV-Anlage bekommt für jede produzierte Kilowattstunde den jeweiligen Tarif ausbezahlt. Hinzu kommt, dass er bei der Stromrechnung nur mehr die Fixgebühren und die Differenz von der produzierten und verbrauchten Energie bezahlen muss. Ist die Produktion höher als der Verbrauch, so wird die Differenz für maximal 2 Jahre gutgeschrieben.

#### 3.1.3 Zuschläge der Tarife um 5%

Krankenhäuser und Schulen, landwirtschaftliche Gebäude mit architektonischer Integration, sowie bei der Sanierung von asbesthaltigen Dächern und bei öffentlichen Einrichtungen in Gemeinden mit weniger als 5000 Einwohnern erhalten einen Zuschlag von 5% zu den gültigen Tarifen.

#### 3.1.4 Reduzierungen der Tarife

Ab 1. Januar 2009 werden die obenstehenden Tarife der Photovoltaikstromförderung um 2% reduziert. Ab 1. Januar 2010 werden weitere 2% abgezogen. Die Tarife ab 2011 werden bereits 2009 bekannt gegeben. Die Tarife, die zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage gültig sind, gelten dann für 20 Jahre.

Stand 01/2008

## 3.2 Blitzschutz

Ein Blitzschutz ist nur dann gesetzlich erforderlich, falls es sich um öffentliche Gebäude, unersetzliche Kulturgüter oder um die Gefährdung eines Menschenlebens handelt.

Es steht aber jedem Einzelnen frei, ob er seine Anlage auf Grund einer ungünstigen Lage oder um einen größeren finanziellen Schaden vorzubeugen, mit einer Blitzschutzanlage versehen will.



Im Allgemeinen rentiert sich eine Blitzschutzanlage nur bei größeren Anlagen.

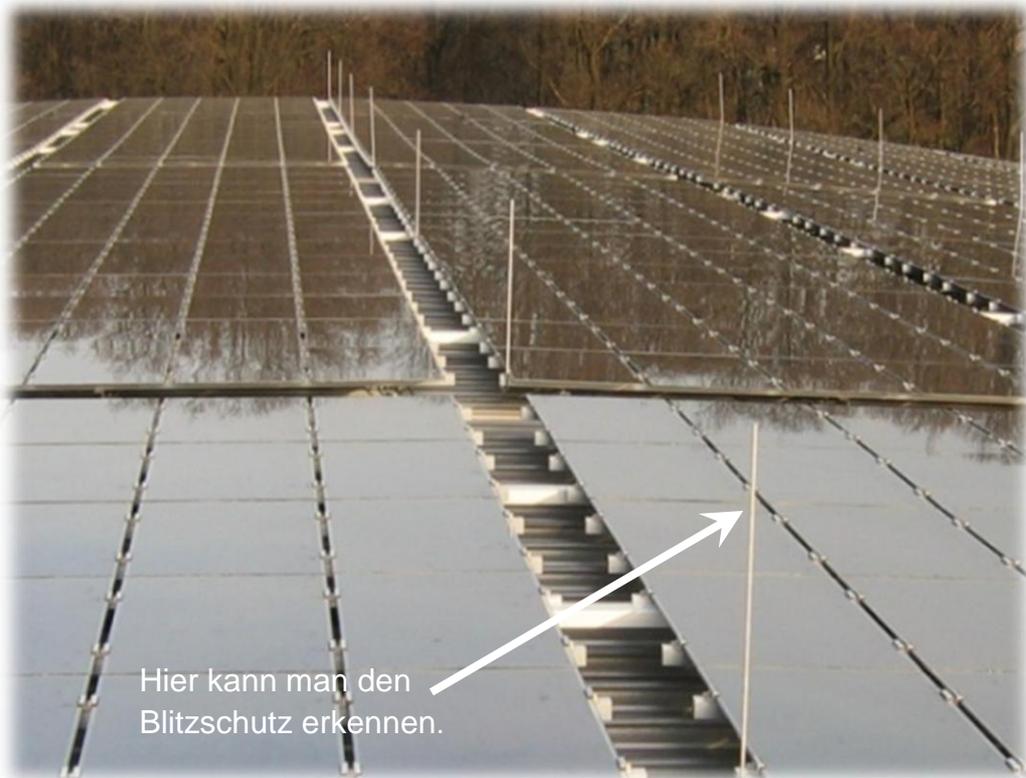


Foto: [www.egw.de](http://www.egw.de)

### **3.3 Baugenehmigung für eine PV Anlage**

Für die Realisierung einer Anlage braucht es eine Baugenehmigung von der zuständigen Gemeinde. Um eine Genehmigung zu erhalten, muss man ein Vorprojekt, ein Elektroschema und einen Bericht über die Anlage beim dafür zuständigen Amt einreichen. Häufig übernehmen die Elektrobetriebe den bürokratischen Teil einer PV Anlage.

### **3.4 Ansuchen bei den Netzbetreibern**

Für einen Anschluss an das Verteilernetz muss man ein schriftliches Ansuchen bei zuständigen Netzbetreibern abgeben. Dieses Ansuchen beinhaltet folgende Angaben:

- Daten des Antragstellers
- Daten der Anlage
- Daten des bestehenden Anschlusses
- Art des Verkaufes

Auch diese Aufgabe übernimmt meist der Elektrobetrieb.

### **3.5 Selbstbau einer Photovoltaik Anlage**

Ein Kunde kann beim Bau seiner Anlage zwar mithelfen, er muss dies jedoch mit dem Betrieb genauestens klären.

Folgende Arbeiten könnten vom Bauherren mit Hilfe der Erstellerfirma durchgeführt werden:

- Montage der Unterkonstruktion (Befestigung der Halterungen)
- Anbringen der Module

Was auf jeden Fall von der Elektrofirma auszuführen ist:

- Verlegung der Kabel
- Anschließen der Module und Wechselrichter
- Jegliche weitere Elektrischen Arbeiten

## **4 Finanzierung**

### **4.1 Finanzierung Eigen- o. Fremdkapital**

Die Finanzierung einer Photovoltaik-Anlage erfolgt entsprechend der individuellen finanziellen Situation des Bauherrn, entweder durch Eigen- oder Fremdkapital oder auch durch einen Finanzierungsmix, d.h. ein Teil wird durch Eigen- und der Rest durch Fremdkapital finanziert.

### **4.2 Förderung**

Inselbetrieb ohne Netzanschluss fördert das Land individuell, netzgebundenen Anlagen fördert die GSE anhand des „Nuovo conto di energia“.

### **4.3 Generelle Rentabilität**

Im Allgemeinen rentiert sich eine Installation einer Photovoltaik Anlage aufgrund der bestehenden staatlichen Förderung, welche 20 Jahre lang auf jede produzierte kWh einen Fördertarif auszahlt, der sich je nach Anlagengröße und je nach Art der architektonischen Integration zwischen 0,36 und 0,49 Euro beläuft. Diese Tarife gelten für 2007 und 2008 ans Netz geschlossene Anlagen sofern sie fachgerecht installiert und zertifiziert wurden 20 Jahre lang und werden ohne Inflationsanpassung ausbezahlt. Für Anlagen, welche erst 2009 und dann 2010 ans Netz gehen, werden die Tarife jeweils um 2% gekürzt.

Zur Rentabilität trägt weiters die Einsparung der Stromspesen bei, wobei heute ein durchschnittlicher Strompreis von 0,195€ (Zukünftige Strompreise nicht vorhersehbar) anfällt. Sollte der Strom nicht „getauscht“ (sogenannter Energie- oder Stromtausch = 1.Möglichkeit, bis 20kWp-Anlagen möglich), bzw. selbst verbraucht („Eigenverbrauch mit Verkauf des Überschusses“ = 2.Möglichkeit), kann der Strom verkauft werden, wobei heute ein von der Energiepreis-Aufsichtsbehörde Mindestpreis von 9,64 Cent festgelegt ist. Was die Stromspeseneinsparung und den Stromverkaufspreis für die nächsten 20 Jahre betrifft, sind Voraussagen schwer möglich. Die Tendenz ist sicher steigend, wenn man bedenkt, dass Italien rund 70% des Stroms noch mit Erdöl und Erdgas produziert.

1 kWp produziert ca. 900-1200 KW-Stunden pro Jahr  
0,36 - 0,492 Euro = 324 - 492,- Euro im Jahr. (Südausrichtung)

Für 1 kWp braucht man ca. 8-10 m<sup>2</sup> freie Dachfläche.

Stand 01/2008

Unter den derzeitigen Voraussetzungen amortisieren sich selbst kleine Photovoltaik Anlagen, auch wenn sie fremdfinanziert werden, bereits nach ca. 10 bis 15 Jahren. Die Nachfrage nach Photovoltaik-Anlagen ist seit der Erhöhung der Einspeisevergütung (01.01.2004) nahezu explodiert.

#### **4.4 Durchschnittlicher Verbrauch eines Eigenheimes:**

Eine Familie mit 4 Personen braucht durchschnittlich 3000 – 4000 kWh/Jahr an elektrischer Energie.

##### **4.4.1 Stromverbrauch nach Haushaltsgröße**

Bewertung	1 Person	2 Personen	3 Personen	4 Personen	5 Personen
	(kWh/Jahr)	(kWh/Jahr)	(kWh/Jahr)	(kWh/Jahr)	(kWh/Jahr)
sehr gut	unter 700	unter 900	unter 1500	unter 2000	unter 2400
normal	1000-1300	1500-1800	1800-2400	3000-4200	3200-4400
zu hoch	über 1800	über 2400	über 3200	über 6000	über 6500

Quelle: [www.bund-strominfo.de](http://www.bund-strominfo.de)

#### **4.5 Wie groß sollte eine Photovoltaik Anlage sein?**

Die Größe einer Photovoltaik Anlage wird durch die zur Verfügung stehende Fläche und den finanziellen Mitteln bestimmt.

Ein normaler Haushalt mit 4 Personen, der etwa 3.500 Kilowattstunden elektrische Energie pro Jahr benötigt, braucht je nach Modulart eine Photovoltaik Anlage, die etwa 35 m<sup>2</sup> Fläche einnimmt.

## 4.6 Ökologischer Aspekt

### 4.6.1 Einsparung an CO2 Emissionen

Die Begeisterung für Photovoltaik ist zurzeit sehr groß. Dennoch sind die Kohlendioxid-Ausstöße bedenklich, die bei der Produktion der Photovoltaikzellen entstehen. Eine Studie ergibt, dass in Deutschland 2006 durch die Neuinstallierungen rund 1,5 Millionen Tonnen an CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht wurden. Wird jedoch eine Anlage bis zu 30 Jahre betrieben, so erzeugen die Photovoltaikzellen 6 – 14-mal so viel Energie, wie bei ihrer Produktion benötigt worden war.

Bei der Produktion von 3500kWh elektrischer Energie (durchschnittlicher Verbrauch eines Haushaltes mit 4 Personen) mit fossilen Brennstoffen wird ca. 1.858,5kg (ca. 2Tonnen!!!) CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Produziert man diese Energie mittels Photovoltaik, so wird der CO<sub>2</sub> Ausstoß um ein vielfaches verringert.

Die nachstehende Tabelle zeigt die erzielbare Einsparung an CO<sub>2</sub> – Emissionen bei einer 10kWp Photovoltaik Anlage:

Betriebsdauer	Jahr	Erzeugte Strommenge	Minderung CO <sub>2</sub> -Emission	Minderung CO <sub>2</sub> -Emission kumuliert
Jahr 1	2007	9.163,00 kWh	5.955,95 kg	5.955,95 kg
Jahr 2	2008	9.117,19 kWh	5.926,17 kg	11.882,12 kg
Jahr 3	2009	9.071,60 kWh	5.896,54 kg	17.778,66 kg
Jahr 5	2011	8.981,11 kWh	5.837,72 kg	29.483,44 kg
Jahr 10	2016	8.758,82 kWh	5.693,23 kg	58.237,12 kg
Jahr 20	2026	8.330,60 kWh	5.414,89 kg	113.627,04 kg
Jahr 30	2036	7.923,32 kWh	5.150,16 kg	166.308,95 kg
<b>Brutto Gesamtlaufzeit</b>		<b>255.859,93 kWh</b>	<b>166.308,95 kg</b>	
Bei Produktion entstandener CO <sub>2</sub> -Ausstoß:			-25.000,00 kg	
<b>Nettoentlastung in Kg</b>			<b>141.308,95 kg</b>	
Nettoentlastung in Tonnen			141,31 t	

Quellen: [www.heise.de](http://www.heise.de) / [www.solarone.de](http://www.solarone.de) / [www.klimahaushausagentur.it/](http://www.klimahaushausagentur.it/)

## Preisvergleich Stromtarife Südtirol - Trentino

**1 Einschichten-Tarif-Privatkunden – Jahresverbrauch 3.500 kWh**

Spannung 3 kWh – Vertrag für Ansässige – Angebote gültig bis 31/12/2007

Anbieter	Name des Angebots	Jahreskosten inkl. Steuern (€)	Jahreskosten exkl. Steuern (€)	Kosten /kWh inkl. Steuern (€)	Tarif garantiert für einen Zeitraum von ...	Beschreibung Skonto u/o Bonus	Details oder örtliche Anwendbarkeit des Angebots
SEL Trade	Familien Plus	646,81	516,02	0,184803	Trimestrale Änderung durch Aufsichtsbehörde (AEEG)	Auf die ersten 2000kWh Jahresverbrauch Skonto von 10% auf die Gesamtkosten (exkl. Steuern). Über 2000kWh Verbrauch Skonto von 8%. Für jedes minderjährige Kind werden die 2000 kWh um 500 kWh angehoben und ein zusätzlicher Skonto von 1% angewandt.	Südtirol
AE Comune di Predazzo	Geschützter Markt	667,43	566,23	0,190694	Trimestrale Änderung durch Aufsichtsbehörde (AEEG)		Gemeinde Predazzo
Trenta Spa	Settimana Gratis	682,58	560,91	0,195023	Trimestrale Änderung durch Aufsichtsbehörde (AEEG)	5,33 (+ Steuern)	Netz Trenta (www.trenta.it)
ACSM Fiera di Primiero	Geschützter Markt	688,44	566,23	0,196697	Trimestrale Änderung durch Aufsichtsbehörde (AEEG)		Gemeinde Primiero und Umgebung
AE Comune di Cles	Geschützter Markt	688,44	566,23	0,196697	Trimestrale Änderung durch Aufsichtsbehörde (AEEG)		Gemeinde Cles
AE/EW Bozen	Geschützter Markt	688,44	566,23	0,196697	Trimestrale Änderung durch Aufsichtsbehörde (AEEG)		Bozen, Meran und Umgebung (www.ae-ew.it)
Stadtwerke Brixen	Geschützter Markt	688,44	566,23	0,196697	Trimestrale Änderung durch Aufsichtsbehörde (AEEG)		Gemeinde Brixen
Enel Energia Spa	EnergiaPura Casa	727,69**	601,92	0,207911	24 Monate	Punktesammlung für Geschenke für Haus und Freizeit, Vergünstigungen bei Einkäufen in gewissen Geschäftsketten oder Rabatte auf die Rechnungen. Maximaler Bonus 27,80 €. **Achtung: Jahreskosten exkl. Bonus	Südtirol Trentino

**Durchschnittspreis: 0,19565238**Quelle: [Verbraucherzentrale Südtirol](#)

## 2 Berechnung ohne Fremdkapital

Anlagenpreis pro Modul	4500 - 6500€/kWp	<b>Amortisierung</b>			
*Stromverbrauch pro Jahr	ca. 3500kWh	€/kWh	Nicht Integriert	Teils Integriert	Integriert
Stromertrag in kWh/Jahr	900 - 1.200		0,4	0,44	0,49
<b>Durchschnittliche Kosten pro kWh = 0,1956€/kWh</b>					

Ertrag: Sehr Gut				Ertrag: Schlecht			
<b>Nicht integriert:</b>				<b>Nicht integriert:</b>			
**Ersparnis	1200kWh * 0,1956€	=	234,72 €	**Ersparnis	900kWh * 0,1956€	=	176,04 €
Stromertrag pro Jahr in €/kWp	1200kWh * 0,4€	=	480 €	Stromertrag pro Jahr in €/kWp	900kWh * 0,4€	=	360 €
Amortisierung ohne **Ersparnis	6000€/kWh / 480€	=	<b>ca. 12,5 Jahre</b>	Amortisierung ohne **Ersparnis	6000€/kWh / 360€	=	<b>ca. 17 Jahre</b>
Amortisierung mit **Ersparnis	6000€/kWh / 714,72€	=	<b>ca. 8,5 Jahre</b>	Amortisierung mit **Ersparnis	6000€/kWh / 536,04€	=	<b>ca. 11,5 Jahre</b>
<b>Teils integriert:</b>				<b>Teils integriert:</b>			
**Ersparnis	1200kWh * 0,1956€	=	234,72 €	**Ersparnis	900kWh * 0,1956€	=	176,04 €
Stromertrag pro Jahr / €/kWp	1200kWh * 0,44€	=	528 €	Stromertrag pro Jahr / €/kWp	900kWh * 0,44€	=	396 €
Amortisierung ohne **Ersparnis	6000€/kWh / 528€	=	<b>ca. 11,5 Jahre</b>	Amortisierung ohne **Ersparnis	6000€/kWh / 396€	=	<b>ca. 15,5 Jahre</b>
Amortisierung mit **Ersparnis	6000€/kWh / 762,72€	=	<b>ca. 8 Jahre</b>	Amortisierung mit **Ersparnis	6000€/kWh / 572,04€	=	<b>ca. 10,5 Jahre</b>
<b>Integriert:</b>				<b>Integriert:</b>			
**Ersparnis	1200kWh * 0,1956€	=	234,72 €	**Ersparnis	900kWh * 0,1956€	=	176,04 €
Stromertrag pro Jahr / €/kWp	1200kWh * 0,49€	=	588 €	Stromertrag pro Jahr / €/kWp	900kWh * 0,49€	=	441 €
Amortisierung ohne **Ersparnis	6000€/kWh / 588€	=	<b>ca. 10 Jahre</b>	Amortisierung ohne **Ersparnis	6000€/kWh / 441€	=	<b>ca. 14 Jahre</b>
Amortisierung mit **Ersparnis	6000€/kWh / 822,72€	=	<b>ca. 7,5 Jahre</b>	Amortisierung mit **Ersparnis	6000€/kWh / 617,04€	=	<b>ca. 10 Jahre</b>
* Stromverbrauch eines durchschnittlichen Haushaltes pro Jahr				** Ersparnis der Kosten des Stromverbrauches durch die Photovoltaik Anlage			

### 3 Statistik der realisierten Anlagen

Impianti, ammessi all'incentivazione ai sensi dei DM 28/07/2005 e DM 06/02/2006,  
per i quali i soggetti responsabili hanno comunicato la  
**ENTRATA IN ESERCIZIO**  
(aggiornamento al 1° GENNAIO 2008)

REGIONE	CLASSE 1 : 1 kW ≤ P ≤ 20 kW		CLASSE 2 : 20 kW < P ≤ 50 kW		CLASSE 3 : 50 kW < P ≤ 1.000 kW		TOTALE	
	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)
LOMBARDIA	583	3.215	38	1.603	3	235	624	5.053
EMILIA ROMAGNA	439	2.314	52	2.223	3	412	494	4.950
VENETO	375	2.210	19	763	1	74	395	3.047
PUGLIA	273	1.582	23	1.109	2	1.196	298	3.887
LAZIO	246	1.525	15	661	-	-	261	2.186
PIEMONTE	202	1.403	34	1.295	1	858	237	3.555
TOSCANA	217	1.619	11	451	1	418	229	2.488
MARCHE	207	1.242	11	491	-	-	218	1.733
SICILIA	201	1.048	3	147	2	1.360	206	2.554
TRENTINO ALTO ADIGE	162	988	36	1.495	7	3.197	205	5.679
FRIULI VENEZIA GIULIA	198	1.027	2	98	1	509	201	1.634
UMBRIA	137	1.050	42	1.859	2	560	181	3.469
CAMPANIA	83	729	10	474	-	-	93	1.203
LIGURIA	87	405	2	99	-	-	89	504
SARDEGNA	84	489	-	-	2	1.994	86	2.484
CALABRIA	64	447	5	232	3	2.461	72	3.141
ABRUZZO	45	361	8	363	-	-	53	724
BASILICATA	47	462	3	108	1	84	51	654
MOLISE	9	62	-	-	-	-	9	62
VALLE D'AOSTA	-	-	1	46	-	-	1	46
<b>Totale ITALIA</b>	<b>3.659</b>	<b>22.178</b>	<b>315</b>	<b>13.519</b>	<b>29</b>	<b>13.357</b>	<b>4.003</b>	<b>49.054</b>

Impianti in esercizio ai sensi del DM 19/02/2007  
(NUOVO CONTO ENERGIA)  
(aggiornamento al 1° GENNAIO 2008)

REGIONE	CLASSE 1 : 1 kW ≤ P ≤ 3 kW		CLASSE 2 : 3 kW < P ≤ 20 kW		CLASSE 3 : P > 20 kW		TOTALE	
	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)
LOMBARDIA	291	740	169	1.021	6	320	466	2.081
EMILIA ROMAGNA	198	505	75	531	3	190	276	1.226
VENETO	156	401	87	534	2	61	245	996
PIEMONTE	169	426	54	414	1	45	224	885
TOSCANA	126	318	61	413	3	126	190	857
TRENTINO ALTO ADIGE	58	148	70	675	10	815	138	1.638
FRIULI VENEZIA GIULIA	58	152	60	328	1	50	119	530
PUGLIA	77	192	41	253	1	46	119	491
LAZIO	68	175	38	224	1	41	107	441
SICILIA	36	93	27	228	-	-	63	321
MARCHE	28	70	20	118	-	-	48	188
SARDEGNA	33	80	12	95	-	-	45	175
ABRUZZO	18	44	11	70	-	-	29	114
CAMPANIA	14	36	12	110	1	30	27	176
LIGURIA	19	46	6	21	-	-	25	68
UMBRIA	9	23	10	101	1	874	20	998
CALABRIA	2	5	12	102	-	-	14	107
BASILICATA	2	6	2	9	-	-	4	15
MOLISE	3	9	-	-	-	-	3	9
VALLE D'AOSTA	-	-	2	39	-	-	2	39
<b>Totale ITALIA</b>	<b>1.365</b>	<b>3.470</b>	<b>769</b>	<b>5.286</b>	<b>30</b>	<b>2.598</b>	<b>2.164</b>	<b>11.354</b>

## 4 Checkliste für eine PV-Anlage

Bevor man mit dem Bau einer Anlage beginnt, sollte man sich Gedanken machen wie viel man Geld investieren möchte, die verfügbare Fläche berechnen, um die gewünschte Ertragsleistung zu erreichen. Weiters muss man sich bezüglich der erforderlichen Dokumente bzw. Genehmigungen bei der zuständigen Gemeinde (Bauamt) informieren.

Im Folgenden finden Sie eine Liste, die Ihnen bei der Realisierung Ihrer Anlage nützlich sein kann:

### **Gebäudetyp**

- Öffentliches Gebäude
- Einfamilienhaus
- Neubau bzw. im Bau
- Privates Gebäude
- Gewerbebau
- Bestehendes Gebäude Baujahr: \_\_\_\_\_
- Mehrfamilienhaus mit \_\_\_\_ Wohneinheiten

### **Aufstellungsort der Module**

#### **Freistehende Montage**

Abmaß: \_\_\_\_\_

Neigung der Fläche \_\_\_\_\_°

#### **Montage auf Dachfläche**

- Aufdach
- Indach

#### **Dachform:**

- Flachdach
- Schrägdach
- Andere: \_\_\_\_\_

## Fassadenintegration

- Kaltfassade
- Warmfassade
- Balkongeländer

## Sonstiger Aufstellungsort

---

### ***Bauliche Angaben***

Ausrichtung des Daches(Ost 90°/ Süd 180°/ West 270°):

Dachneigung in Grad: \_\_\_\_\_

Abmaße der Nutzbaren Fläche: \_\_\_\_\_

Gibt es Verschattungen?

- JA
- NEIN

Falls es Verschattungen auf der Photovoltaik-Anlage gibt fügen sie eine Skizze Der Anlage ein (inkl. Himmelsrichtungen):



## **Befestigungsgrund der Module**

### **Dachaufbau/ Dacheindeckung**

- Dachziegel



- Schieferplatten

www.dachdeckerfirmae.de

- Trapezblech



- Sonstiges: \_\_\_\_\_

- Eternit



- Kiesabdeckung



- Bitumen



- Blechfalz



### **Dachstuhl/ Trägermaterial**

- Holz
- Metall
- Beton

Bei Fassade – Art der Verkleidung: \_\_\_\_\_

Bei feststehenden Anlagen – Untergrund: \_\_\_\_\_

## **Auswahl der Größe der Anlage**

Die Anlage soll eine Größe von \_\_\_\_\_ kWp haben mit ca. \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> Fläche.  
(1 kWp benötigt ca. 9- 10m<sup>2</sup> Fläche)

### **Kriterien:**

- Größtmögliche Photovoltaikanlage
- Möglichst genaue Ausnützung der nutzbaren Fläche

### **Energieertrag:**

Gewünschter Deckungsgrad im Gebäude durch Photovoltaikstrom zu \_\_\_\_\_ % bei einem durchschnittlichen, jährlichen Stromverbrauch von \_\_\_\_\_ kWh.

### **Kostenlimit:**

- Ja Höhe: \_\_\_\_\_ Euro (Investitionsbudget)
- Nein



Spezialisierungslehrgang für Industrie- und Gebäudeautomation

Erste Reihe: Martin Gschnitzer; Samuel Mussner; Martin Habicher; Matthias Kirchner; Kurt Elzenbaumer;  
Zweite Reihe: Markus Eder; Alexander Gasser; Daniel Althuber; Stefan Obexer; Stefan Purdeller  
Dritte Reihe: Philipp Holzer; Christof Astner; Max Heidegger; Gebhard Hilber; Elmar Valentin  
Vierte Reihe: Christian Hackhofer; Hanspeter Schölzhorn; Andreas Unterfrauner; Christian Rottensteiner; Manuel Engl

## Wir bedanken uns für die Unterstützung bei:

- Direktor Dr. Sigfried Steinmair
- Den jeweiligen Lehrpersonen
- Den Firmen:
  - Elpo GmbH (Bruneck)
  - Tecno Spot GmbH (Bruneck)
  - Leitner Solar AG (Bruneck)
  - Stadtwerke Bruneck
- Die Banken:
  - Raiffeisenkasse Bruneck
  - Südtiroler Volksbank (Bruneck)
- Den Ämtern:
  - Stadtgemeinde Bruneck
  - KlimaHaus Agentur Südtirol