



Landratsamt Ebersberg  
SG 13 – Kreishochbau und Liegenschaften

## PV-Anlagen

### Information zu Errichtung und Betrieb

IB Specht  
Ingenieurbüro für Energiewirtschaft und -technik

## Kennzahlen bei PV-Anlagen

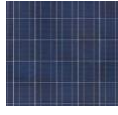
- **Leistung**  
Die Anlagen werden in der Regel nach der Kenngröße „kilo-Watt-peak“ kWp eingeteilt.  
Das bedeutet, die PV-Anlage könnte theoretisch diesen Spitzenwert erreichen.
- **Jahresarbeit**  
Diese Größe sagt aus, wieviel elektrische Energie eine PV-Anlage im Jahr liefert, 1 kWp leistet ca. 1.000 kWh/a  
abhängig von Anlagenart und Umgebungseinflüssen (geographischer Standort, Ausrichtung, Neigungswinkel, Abschattung, Sonnenstunden pro Jahr, Modultyp etc.)  
z. B. in Ebersberg kann mit einem Ertrag von ca. 1.000 kWh pro Jahr pro kWp gerechnet werden. Der Ertrag nimmt mit dem Anlagenalter ab.
- **Flächenbedarf**  
ca. 7m<sup>2</sup> Modulfläche entspricht 1 kWp

## Typen von Modulen



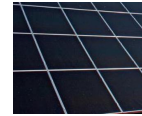
### Monokristallin

- Aufwendigere Herstellung
- Guter Wirkungsgrad bei direkter Einstrahlung
- Höherer Preis
- Mehr Wirkungsgradverlust über die Zeit



### Polykristallin

- Günstiger als Monokristallin
- Weniger Leistungsverluste



### Amorph

- Dünnschicht
- weniger Wirkungsgrad
- billiger
- verformbar

**CIGS (Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid)**  
Röhrenmodule mit noch schlechtem Wirkungsgrad

**Hybride Modelle:**  
Solarthermie und PV  
durch die Abführung der Wärme entstehen bessere Wirkungsgrade bei PV

## Module an Fassaden

### • PV-Module an der Fassade

Bei Modulen an der Fassade wirken Ausrichtung und Neigung sowie Verschattung negativ auf die „Ernte“. Hinzu kommen designerische Aspekte, die ggf. auch eine Rolle spielen. Daher bieten sich eher amorphe Platten (wie Glas) an, die an sich einen schlechteren Wirkungsgrad haben. Grundsätzlich ist die Amortisation schlechter und sollte im konkreten Einzelfall berechnet werden.

## Lifecycle

- **Herstellung**

Der Generator ist Silizium. Dies wird in der Regel aus Quarzsand gewonnen. Hinzu kommen Bauteile aus Aluminium, Glas und Kunststoffe. Viele Module kommen allerdings aus China und sind mit Kohlestrom produziert.

- **Entsorgung und Recycling**

Der Prozentsatz, was zurzeit recycelt werden kann liegt bei 80%. Jedoch gewinnt man jetzt erste Erfahrungen, da die Anlagen in der Regel 25 Jahre halten und die Anlagen erst später in großer Stückzahl gebaut worden sind, gibt es nicht ausreichend Erfahrung. Andererseits erwartet man eine hohe Zunahme an Material, so dass weiter am Recycling der Anlagenteile geforscht wird.

- **Energiebilanz**

Je nach Betrachtungsansatz geht man von einem Verhältnis der Energieerzeugung zu Gestehtungsenergie von ca. 7 bis 8 aus. In der Schweiz gab es eine Berechnung unter Einbeziehung vieler zusätzlicher Parameter, die bei schlechter Sonneneinstrahlung eine negative Bilanz ausweisen. [Link Bericht Untersuchung Schweiz](#)

## Stromerzeugung und Speicherung

- **Gleichstrom zu Wechselstrom**

Die PV-Anlage erzeugt Gleichstrom.

Gleichstrom kann nicht im Haushalt genutzt werden oder ins öffentliche Netz eingespeist werden.

Es ist ein sog. Wechselrichter notwendig, der den Gleichstrom in Wechselstrom (230V/50Hz) umwandelt.

Der Wechselrichter moduliert auch die Phasen des erzeugten Stromes an die vorgegebene Netzphase an. Der Wechselrichter misst die Phasen aus dem Netz und moduliert digital die Phase nach.

- **Keine Notstromversorgung**

Fällt die Phasegebung bei Stromausfall durch das vorgelagerte Netz aus, ist in der Regel keine Notstromfunktion des eigenen Verbrauchs möglich. Hierfür werden Bauteile notwendig, die verschiedene Funktionen bei Ausfall und Rückkehr des Netzes übernehmen.

- **Stromspeicher**

Die PV-Anlage erzeugt Strom durch Licht. Daher ist der Produktionszeitraum ideal für Tagesverbraucher (z. B. Büros).

Stromspeicherung auf Gleichstrombasis in Batterien macht die spätere Nutzung der Tagesenergie möglich.

Hier wird als Einheit kWh verwendet - Kosten ca. 1.000€/kWh

## Amortisation

### Amortisation bei Eigenverbrauch

PV-Anlagen werden in letzter Zeit vor allem gebaut, um eine Eigenversorgung zu ermöglichen. Hier ist die potentielle Einsparmöglichkeit am größten, da wir sehr hohe Strompreise an der Börse haben. Steigende CO<sub>2</sub>-Preise und der geplante Abbau von Kapazitäten gibt Anlass zur Vermutung von dauerhaft höheren oder mittleren Preisen. Außerdem entfallen alle Netzentgelte.

Bei der Amortisation steht nicht die **Vergütung** im Vordergrund, sondern die **Verdrängung** des bezogenen elektrischen Stroms:  
Die Einspeisevergütung für erzeugten Stroms sinkt ständig und liegt z. Zt. bei ca. 7ct/kWh nach dem EEG (Erneuerbare Energien Gesetz).

Die Stromgestehungskosten von ca. 8 bis 9ct/kWh (bei kleineren Anlagen ca. 10 bis 11ct/kWh) liegen deutlich unter den tendenziell steigenden Strombezugspreisen von ca. 30ct/kWh

Die **Refinanzierung** der PV-Anlage kommt aus dem **Eigenverbrauch**.



## Beispiel einer Amortisationsrechnung

### Nicht Anlagenspezifisch sondern allgemeine Annahmen

Grundannahmen:		Berechnung der Kosten je kWh	
Kosten je kW peak	1.500 €	Abschreibungsdauer von PV Anlagen:	20 Jahre
Ertrag je kWPeak	1.000 kWh/kWpeak	Erzeugte Arbeit	18.000 kWh
Eigennutzung	60%	Preis je kWh	8,33 ct/kWh
Netzeinspeisung	40%		

Amortisationsdauer bei vorgegebenem Strompreis			
Netzeinspeisung	7,00 ct/kWh		
	Angenommener Strompreis	fiktiver Erlös der Anlage je kWh bei o.g. Verteilung	Amortisationsdauer bei einer Produktion von 1000 kWh/ Jahr
	in ct/ kWh	in ct/ kWh	Jahre
Vergangenheit und heute	25,0	18,00	8,3
Zukünftig (ab 2023)	30,0	21,00	7,1
kommendes Jahr (2022)	35,0	24,00	6,3



## Anlagengrößen und Anforderungen

Grenzen für Solaranlagen		
Stand:		17.10.2021
	immer	Anmeldung im Marktstammdatenregister
ab	7 kW <sub>p</sub>	Einspeiseabregelung bei 70 % der Leistung
bis	30 kW <sub>p</sub>	keine EEG-Vergütung auf den Eigenverbrauch
bis	100 kW <sub>p</sub>	Zahlung von 40 % der EEG-Umlage
ab	100 kW <sub>p</sub>	zzgl. Pflicht der Direktvermarktung auch, wenn der größte Teil oder alles selbst verbraucht wird.
ab	135 kW <sub>p</sub>	Zusätzliche Zertifizierung für den reibungslosen Netzbetrieb. Dauert zurzeit sehr lange, da die Grenze zu niedrig ist und viele Anfragen da sind - aber nur wenige Zertifizierer (vereinfachtes Zertifikat)
bis	1.000 kW <sub>p</sub>	Erweitertes Zertifikat von oben

## Betreibermodelle

- **Errichtung und Betrieb der PV-Anlage**

Dieses Modell ist eine klassische Investition. Die Abschreibung erfolgt über 20 Jahre nach AVA-Tabelle. Die Verpflichtungen des Betreibers richten sich nach der Anlagengröße – bis 100kW<sub>p</sub> wird nur 40% der EEG-Umlage fällig.

- **Eigene Dachfläche verpachten und Strom zurückkaufen**

Der Pächter errichtet die PV-Anlage und verkauft den Strom an Dritte oder liefert vorrangig dem Dach- bzw. Gebäudeeigentümer. Für den Strombezug fällt derzeit die volle EEG-Umlage an.

- **Eigene Dachfläche verpachten und Anlage zurückpachten**

Dies ist bisher das lohnendste Modell ohne eigene Investition. Eigentümer des Gebäudes und Betreiber sind die gleiche juristische Person. Für den Strombezug ist nur 40% der EEG-Umlage fällig.

## Betreibermodelle

- **Überschuss an eigene Abnahmestellen liefern**

Zu den zuvor beschriebenen Betreibermodellen etabliert sich gerade eine weitere Variante, die die produzierten Überschussmengen ins Netz einspeist und an einem anderen Gebäude des gleichen Betreibers kaufmännisch abgenommen wird.

Für diese Dienstleistung nutzt man in der Regel einen Direktvermarkter.

## Verdrängung konventioneller Energie

**Physikalisch** nimmt Elektrische Energie immer den Weg des geringsten Widerstandes, egal wem die Anlage gehört oder wer eine Abnahmestelle in der Nähe hat. Das bedeutet, dass der Bau einer PV-Anlage immer konventionelle Energie verdrängt, da der Erneuerbare-Energien-Strom vorrangig im Netz ist.

**Beispiel 1:**

Der gerade erzeugte Strom ist **kaufmännisch** eine reine Netzeinspeisung mit guter Vergütung – **physikalisch** wird die Energie aus der PV-Anlage jedoch direkt vor Ort genutzt und verdrängt konventionelle Energie (jetziger Zustand Landratsamt).

**Beispiel 2:**

Der gerade erzeugte und nicht benötigte Stromüberschuss (bei gedecktem Eigenverbrauch) wird ins Netz eingespeist.

**Kaufmännisch** wird der erste Teil der Energie selber genutzt. Wenn der Zähler dann „Auspeisung“ anzeigt, wird diese an der EPEX Spot (Handelsplatz für Spotmarktstrom für heute und morgen) gehandelt – **physikalisch** geht die Energie ins Nachbarhaus zum nächstgelegenen Verbraucher.

## Verdrängung konventioneller Energie

### Beispiel 3:

Es entsteht eine Überproduktion an der eigenen Verbrauchsstelle. Die Strom wird an einen Direktvermarkter ausgespeist, der zugleich der eigene Lieferant ist.

Mögliche Situation: Der Landkreis betreibt eine PV-Anlage auf der Realschule in Ebersberg. In den Ferien entsteht hier Überproduktion. In dem hier angedachten Modell hat der Landkreis einen Lieferanten beauftragt, der gleichzeitig Direktvermarkter ist. Dieser nimmt die überschüssige Menge auf und liefert den Strom direkt im Moment der Erzeugung **kaufmännisch** an das Verwaltungsgebäude in der Kolpingstraße, **physikalisch** geht der Strom in benachbarte Gebäude und verdrängt hier die konventionelle Energie.

Die Energie bleibt im Bilanzkreis. Läge das Verwaltungsgebäude Kolpingstraße direkt neben der Realschule, dann würde der Stromüberschuss sowohl **kaufmännisch** als auch **physikalisch** im Bereich des Betreibers der PV-Anlage bleiben.

Vorteil: definierte Kosten für die „Direktvermarktete Energie“, ggf. Einsparung bei der Stromsteuer.

In jedem Fall wird konventionell erzeugter Strom verdrängt und CO<sub>2</sub> eingespart.



## Beschlussvorschlag

Der LSV-Ausschuss wird um Kenntnisnahme gebeten.

