



ENERGIE TIROL

BAUEN UND SANIEREN

DETAILINFO

# PHOTO- VOLTAIK



ENERGIE TIROL – DIE UNABHÄNGIGE ENERGIEBERATUNG.  
AUS ÜBERZEUGUNG FÜR SIE DA.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>PHOTOVOLTAIK</b>	<b>— 02</b>
Potenzial in Österreich und Tirol	— 02
Technische Funktionsweise - Wie wird aus Licht Strom?	— 05
Energiemanagement	— 10
Wirtschaftlichkeit	— 10
Bewilligungspflicht und Rechtslage	— 12
PV-Gemeinschaftsanlagen - Erleichterung 2017	— 13
<b>SPEICHER</b>	<b>— 14</b>
Arten	— 14
Zyklen	— 14
Batteriemanagementsystem (BMS)	— 14
Sicherheit	— 15
Lebensdauer	— 15
Dimensionierung der Batterie	— 15
Wirtschaftlichkeit	— 15
Second Life	— 16
<b>WICHTIGE BEGRIFFE PHOTOVOLTAIK</b>	<b>— 16</b>
<b>CHECKLISTE</b>	<b>— 17</b>
<b>LITERATUR UND QUELLEN</b>	<b>— 18</b>
<b>DETAILINFOS VON ENERGIE TIROL</b>	<b>— 20</b>



Energie Tirol hat eine Mission. Seit 1992 sind wir die unabhängige Beratungsstelle des Landes Tirol und kompetenter Ansprechpartner für alle Energiefragen. Wir bereiten Informationen über nachhaltige und moderne Energielösungen verständlich auf und erarbeiten praktische Umsetzungsmöglichkeiten.

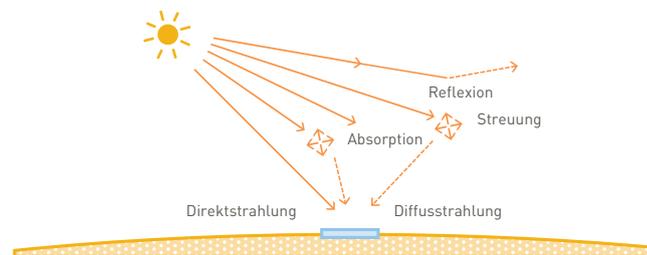
# PHOTOVOLTAIK

Strom aus einer Photovoltaikanlage leistet einen wichtigen Beitrag für die Energiewende hin zu einer umweltfreundlichen Energieversorgung. Photovoltaik (PV) ermöglicht es uns, jedes Haus zu einem eigenen kleinen Kraftwerk zu machen. Bevor man sich jedoch mit der Errichtung und Dimensionierung einer Anlage beschäftigt, sollte man sich zuerst mit dem eigenen Stromverbrauch auseinandersetzen. Welche Einspar- und Effizienzsteigerungsmöglichkeiten gibt es? Grundsätzlich gilt: **Jede** eingesparte Kilowattstunde ist wertvoller als eine effizient erzeugte.

## POTENZIAL IN ÖSTERREICH UND TIROL

### Globalstrahlung

Die Strahlungsenergie der Sonne, welche auf die Erdoberfläche trifft, wird als Globalstrahlung bezeichnet. Sie setzt sich aus direkter und diffuser Strahlung zusammen. Die **direkte** Strahlung trifft ohne Ablenkung auf die Erdoberfläche auf. Die **diffuse** Strahlung wird von Staubpartikeln



oder Wassertropfen in verschiedene Richtungen gestreut. Photovoltaikmodule können sowohl direkte als auch diffuse Strahlung nutzen, d. h. auch an trüben Tagen produziert die Anlage Strom. Dabei gilt: Je direkter der Weg der Sonnenstrahlen durch die Erdatmosphäre ist, desto besser die Leistung der Anlage.

### Unterscheidung zwischen Leistung und Energie

Unter Leistung versteht man die verrichtete Arbeit, bezogen auf einen bestimmten Zeitraum, z.B. Kilowatt (kW). In der Photovoltaik wird die Leistung eines Moduls immer in Watt Peak (W<sub>p</sub>) angegeben. Dies beschreibt die Leistung, welche unter Testbedingungen maximal erreicht wird. Diese Werte werden im realen Betrieb in der Regel selten erreicht, da die Ausrichtung der Sonne bzw. der Sonnenstand sich täglich ändern.

Energie ist die Leistung multipliziert mit der Zeit, in welcher sie erzeugt wird, z.B. Kilowattstunde (kWh). Das bedeutet, eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 1 kW<sub>p</sub> erzeugt bei einstündiger Bestrahlung unter Laborbedingungen 1 kWh.

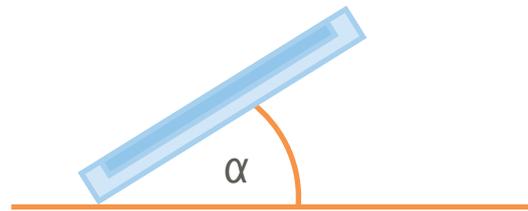
### Standort

Abhängig vom Standort unterscheidet sich die jährliche Summe der Globalstrahlung (Energie). In unseren Breitengraden ist mit bis zu 1.400 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr zu rechnen. Im österreichischen Durchschnitt können in Tirol grundsätzlich hohe Werte erreicht werden.

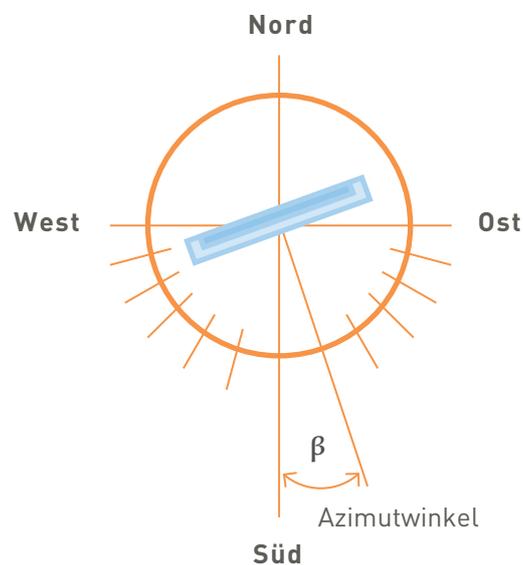
Einen wesentlichen Einfluss auf die Erträge einer Photovoltaikanlage hat die Neigung und Ausrichtung der Module.



Unter Neigung versteht man den Winkel des Moduls zum Horizont. Bei dachparallelen Anlagen ist der Neigungswinkel des Kollektors abhängig von der Neigung des Daches (ohne Aufständering).

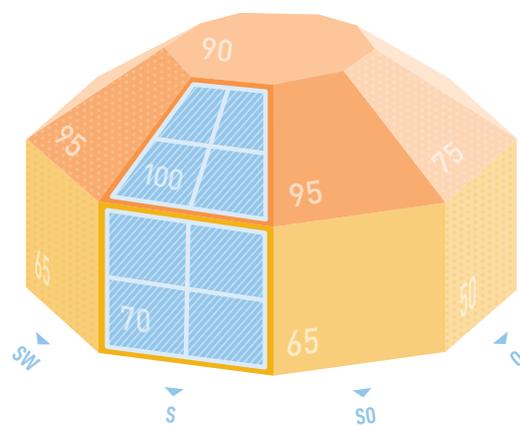


Unter Ausrichtung versteht man die Orientierung des Kollektors Richtung Süden. Bei dachparallelen Anlagen gibt die Ausrichtung des Daches in der Regel auch die Ausrichtung der Solaranlage vor.



An einem unverschatteten Standort ist die optimalste Ausrichtung gen Süden und die ideale Neigung zwischen 25 – 35 °. Aber auch eine Ausrichtung der Module nach Osten oder Westen kann in einigen Fällen eine sinnvolle Alternative sein. Die nachstehende Grafik zeigt den Effizienzgrad eines Moduls bei unterschiedlicher Ausrichtung.

Aus Effizienzgründen sollte eine Verschattung der Module grundsätzlich vermieden werden, da diese den Ertrag der Anlage reduzieren kann. Bereits geringe Schattenwürfe, z.B. von Antennen können die Anlage negativ beeinflussen.



## TECHNISCHE FUNKTIONSWEISE - WIE WIRD AUS LICHT STROM?

Wie wandelt die Anlage nun Sonnenlicht in Strom um? Der Prozess dabei wird „Photoeffekt“ genannt. Durch Einwirken von elektromagnetischer Strahlung (z.B. Sonnenlicht) werden Elektronen gelöst, sodass ein elektrischer Stromfluss entsteht.

### Module

Jede PV-Anlage besteht aus Modulen, in deren Innerem Energie umgewandelt wird. Beim Aufbau der Module, welcher die mechanische Belastbarkeit wesentlich beeinflusst, unterscheidet man zwischen Glas/Glas- und Glas/Folien-Modulen. Bei Glas/Glas-Modulen (G/G-Module) befindet sich sowohl auf der Vorder- als auch Rückseite ein Glas. Bei Glas/Folien-Modulen (G/F-Module) befindet sich auf der Rückseite anstelle des Glases eine Folie. Grundsätzlich sollte es vermieden werden, schwere Lasten auf den Modulen abzustellen. Auch das Betreten gilt es zu vermeiden. Speziell G/F-Module reagieren auf hohe Lasten sensibel bzw. können dadurch beschädigt werden. Aufgrund regelmäßig vorkommender Schneelasten spielt das speziell in Tirol eine wichtige Rolle. Nicht nur die mechanische Belastbarkeit der Module ist also bei der Planung zu berücksichtigen, sondern auch die Resttragfähigkeit des Daches muss den Modulen standhalten.

### Wie sieht das Innere der Module aus?

Generell bestehen Module aus mehreren „Solarzellen“. Dabei wird zwischen kristalliner und Dünnschicht-Zelltechnologie unterschieden.

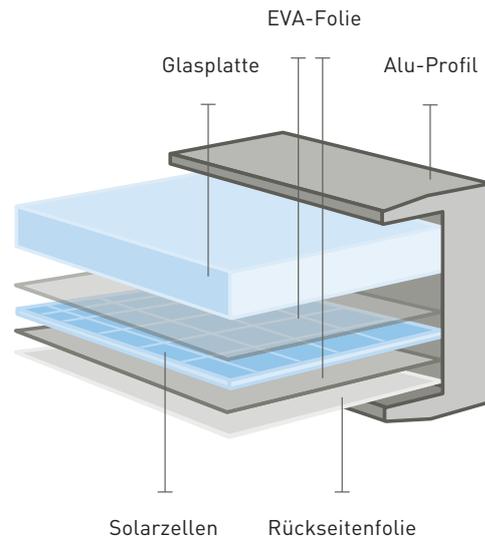
Die **kristalline** Zelltechnologie unterteilt sich zusätzlich in zwei Herstellungsverfahren. Bei **monokristallinen** Zellen wird hochreines Silizium verwendet, welches eine regelmäßige Gitterstruktur aufweist und so höhere Wirkungsgrade ermöglicht (ca. 20 %). Die Zellform kann rund, quadratisch oder semi-quadratisch sein.

Bei **polykristallinen** Zellen gibt es Bereiche mit unterschiedlicher Kristallorientierung. Die Herstellung dieser Zellen ist einfacher und somit kostengünstiger als die von monokristallinen Zellen.

Polykristalline Zellen erreichen im Gegenzug allerdings einen geringeren Wirkungsgrad (ca. 18 %). Die Zellform ist in der Regel quadratisch.

Zwischen Glasplatte und Zellen wird zur Einbettung eine Folie aus Ethylenvinylacetat (EVA) angebracht, um so die Zellen vor Umwelteinflüssen zu schützen.

Aufgrund der geringen Schichtdicke bei **Dünnschicht-Zellen** können die Herstellungskosten im Vergleich zu normalen Siliziumzellen deutlich reduziert werden. Jedoch weist diese Zellentechnologie den geringsten Wirkungsgrad auf (ca. 13 %).



Die einzelnen Solarzellen, gleich welche Technologie angewendet wird, sind mit einer Bypassdiode verbunden. Üblicherweise befinden sich in mono- und polykristallinen Modulen 60 Zellen, in Dünnschichtmodulen in etwa 100 Zellen, welche in Stränge aufgeteilt werden. Bei mono- und polykristallinen Modulen werden immer zwei Stränge auf eine Bypassdiode gehängt. Üblicherweise sinkt bei Verschattung einzelner Zellen die Stromstärke. Die Bypassdiode sorgt dafür, dass davon nur der verschattete Strang und nicht das ganze Modul betroffen ist.

### Wechselrichter

Ein Photovoltaikmodul erzeugt Gleichstrom. Da handelsübliche Elektrogeräte im Haushalt in der Regel mit Wechselstrom betrieben werden müssen, muss der PV-Strom umgewandelt werden (Gleichstrom zu Wechselstrom). Dies geschieht mit Hilfe eines Wechselrichters, welcher zusätzlich folgende Funktionen übernimmt:

- > Steuerung des Betriebsablaufs des PV-Systems
- > Schutz für Stromnetz und Solargenerator
- > Betriebsüberwachung und Kommunikation

Zusätzlich überwacht der Wechselrichter kontinuierlich die Anlage und versucht immer den optimalsten Betriebspunkt zu gewährleisten.

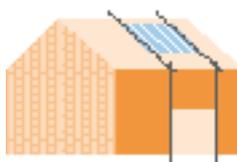
### Installationsarten

Für die Anbringung einer Photovoltaikanlage können drei grundsätzliche Varianten gewählt werden. Bei **gebäudeintegrierten Anlagen** können Module als gestalterisches Element eingesetzt werden, und somit andere Fassaden- bzw. Dachelemente ersetzen. Bei dieser Art der Anbringung ist jedoch die ausreichende Hinterlüftung zu prüfen, da es sonst zu Effizienzeinbußen kommen kann. Die **Anbringung an der Gebäudehülle** ist die gängigste Art der Montage. Hierbei werden die Module parallel bzw. mit Hilfe von Aufständern in einem gewünschten Winkel zur Oberfläche angebracht. Dies gewährleistet eine gute Hinterlüftung sowie eine flexible Anbringung der Module. Zu guter Letzt können Anlagen auch mit Hilfe einer **Aufständern auf Freifeldflächen** errichtet werden. Sie sind meist flexibel in ihrer Ausrichtung, versiegeln dafür aber Bodenflächen.

Speziell bei Installationsarten, bei denen kein bündiger Abschluss oder keine Integration in die Gebäudehülle erfolgt, müssen auch die Windlasten in die Planung einbezogen werden.

### Eine Photovoltaikanlage optisch gut integrieren? Kein Problem!

Neben den technischen Aspekten gilt es auch die optische Gestaltung der Anlage frühzeitig mitzudenken. Entscheidend ist hierbei, dass sich die Photovoltaikanlage harmonisch in das Gebäude integriert und nicht wie „zufällig abgestellt“ wirkt.



Die Photovoltaikanlage bedeckt einen klar definierten Teil des Bauteils.



Ein zusammenhängendes Modulfeld fügt sich in den Gesamteindruck des Bauteils ein.



Auch auf Flachdächern orientiert sich die Anlage an den Gebäudekonturen.

## Einbindung an das Stromnetz

Grundsätzlich wird zwischen Inselanlagen und netzgekoppelten Anlagen unterschieden.

**Inselssysteme** sind nicht mit einem Verteilnetz verbunden, d.h. es kann kein Strom in ein Netz eingespeist werden, sondern dieser muss vor Ort gespeichert oder verbraucht werden. Diese Systeme werden meist an Standorten verwendet, an denen eine Anbindung an ein Verteilnetz aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist, z.B. Berghütten, Messstellen, landwirtschaftliche Objekte. Bei Inselanlagen handelt es sich in der Regel um reine Gleichstromanlagen. Bei Bedarf kann ein Wechselrichter verwendet werden, welcher den Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt, um somit eine Verwendung von hausüblichen Geräten zu gewährleisten.

Die Anlage mit **direkter Kopplung** ist eine spezielle Form der Inselanlage. Hierbei werden Verbräuche direkt mit dem Strom der Photovoltaikanlage gedeckt. Dies ermöglicht einen einfachen Aufbau der Anlage.

**Netzgekoppelte Anlagen** sind im Gegensatz zu Inselanlagen mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden. Dadurch kann von der Photovoltaikanlage produzierter, nicht direkt konsumierter Strom jederzeit ins Netz eingespeist und auf Speicherlösungen verzichtet werden. Dies ist die häufigste Art der Einbindung einer Photovoltaikanlage. Der eingespeiste Strom kann dabei je nach Vereinbarung finanziell abgegolten werden. Hierfür benötigt man zusätzlich zum standardmäßig verbauten Strombezugszähler noch einen Überschuss- bzw. Einspeisezähler (siehe Begriffserklärung).

## Wartung und Instandhaltung

Da eine Photovoltaikanlage über keine beweglichen Teile verfügt, ist diese Technologie sehr wartungsarm. Es empfiehlt sich jedoch eine Wartung in regelmäßigen Intervallen (alle 5 Jahre) durch geschultes Fachpersonal durchführen zu lassen.

## Ertrag

Abhängig vom Wirkungsgrad eines Modules sowie der Globalstrahlung am Standort variiert der Ertrag einer Photovoltaik-Anlage. Die Effizienz einer Photovoltaikanlage kann mit Hilfe des spezifischen Ertrags (kWh/kWp) grob abgeschätzt werden. Eine Anlage mit kristallinen Modulen sollte im Jahr einen Ertrag von ca. 1.000 kWh pro installierter kWp liefern. Sollten Module an einem schlechteren/besseren Standort aufgestellt werden, kann es natürlich zu Abweichungen von diesem Wert kommen. Jedoch sollte stets versucht werden, Anlagen so zu errichten, dass 1.000 kWh/kWp erzeugt werden können. Im Vergleich dazu: Ein 4-Personen-Haushalt benötigt jährlich durchschnittlich 4.000 kWh Strom.

### **Eigenverbrauch bzw. Eigenverbrauchsoptimierung**

Der Eigenverbrauchsanteil ist das Verhältnis der Strommenge, welcher durch die Photovoltaikanlage produziert wurde und der Strommenge welche direkt vor Ort verbraucht wird. Mit Verbrauch kann dabei auch die Speicherung von Strom oder Umwandlung in Wärme gemeint sein.

Da der Einspeisetarif niedriger ist als der Strombezug vom Netz ([www.e-control.at/statistik/oeko-energie/aktueller-marktpreis-gem-par-20-oekostromgesetz](http://www.e-control.at/statistik/oeko-energie/aktueller-marktpreis-gem-par-20-oekostromgesetz)), sollte für eine möglichst hohe Wirtschaftlichkeit der Anlage der Eigenverbrauch im Haus optimiert werden. Um eine vernünftige Amortisationszeit zu erzielen, sollte der Eigenverbrauchsanteil bei einem marktüblichen Einspeisetarif (derzeit ca. 5 ct/kWh) in etwa bei 50 % liegen. Dieser kann z.B. durch Kopplung der Anlage mit dem Heizsystem oder einem Elektroauto erreicht werden.

Eine Photovoltaikanlage erzeugt aber auch „kostenlosen“ und sauberen Strom, der äußerst wertvoll für die Erreichung der Energiewende ist. Daher sollte aus ökologischer Sicht das Potenzial von Photovoltaik an guten Standorten bestmöglich und mit größtmöglicher Dimensionierung genutzt werden, unabhängig vom tatsächlichen Eigenverbrauch im Gebäude.

### **Kombination mit Wärmepumpe oder elektrischem Heizstab**

Bei PV-Anlagen gibt es eine zeitliche Verschiebung von Erzeugung und Verbrauch. Strom aus der PV-Anlage wird tagsüber produziert, aber meist in den Morgen- und Abendstunden im Haushalt konsumiert. Eine Möglichkeit zur Eigenverbrauchsoptimierung ist die Verlagerung von Lasten auf beispielsweise eine Wärmepumpenheizung. Da Photovoltaikanlagen und Wärmepumpensysteme gut kombinierbar sind, können sie hierfür einen wichtigen Beitrag leisten. Moderne Wärmepumpen verfügen über integrierte Regelungssysteme, welche auf die Nutzung mit Photovoltaikanlagen abgestimmt sind und die Heizung und somit den Stromverbrauch aus der PV-Anlage genau dann aktivieren, wenn im Haus sonst kaum Strom konsumiert wird. Somit kann Strom, welcher normalerweise als Überschuss ins Netz eingespeist wird, für den Betrieb der Wärmepumpe und für die Warmwasserbereitung oder Bauteilaktivierung verwendet werden. Dies wirkt sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlage aus, da sich der Eigenverbrauch erhöht.

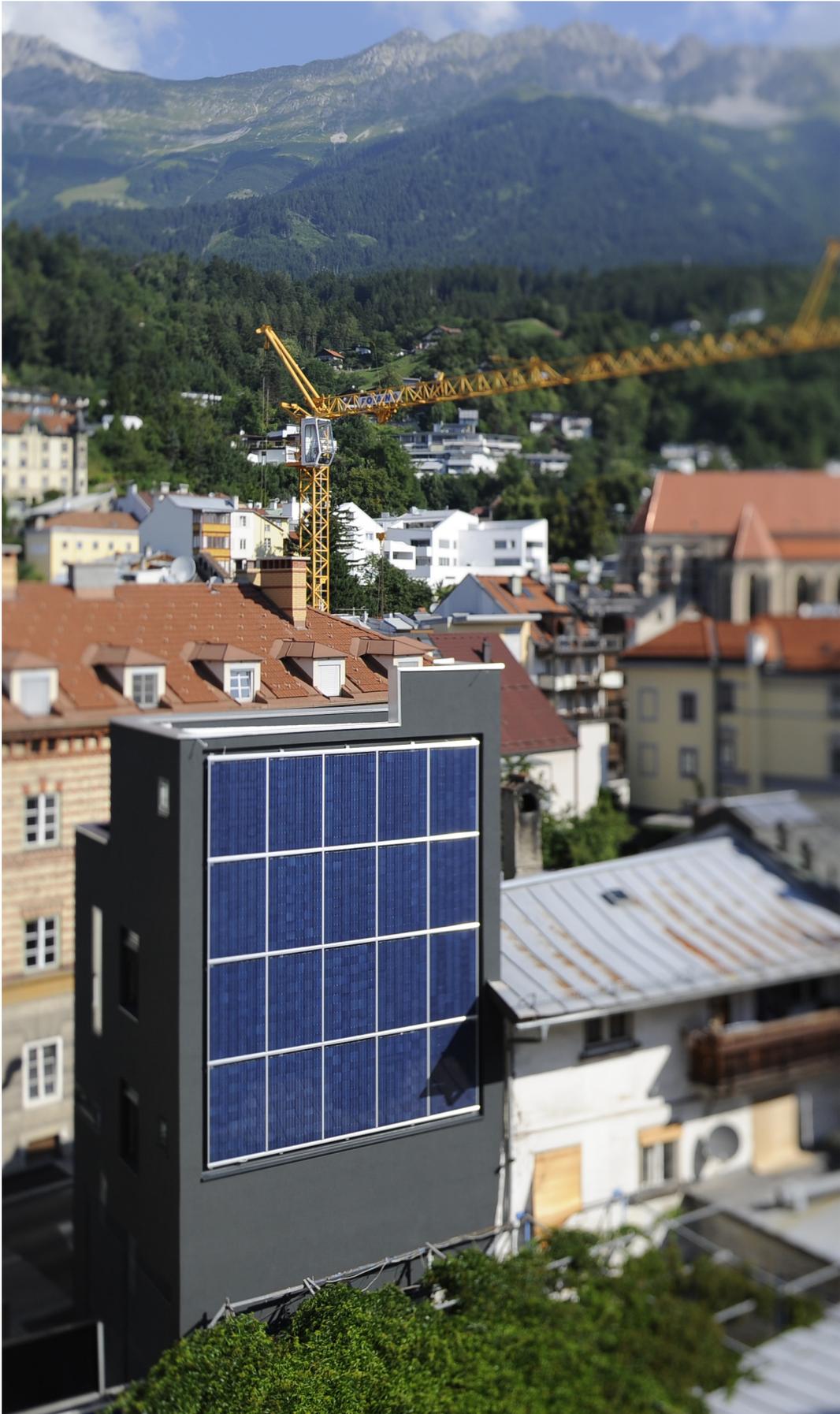
Ähnlich der Wärmepumpe kann auch ein elektrischer Heizstab durch die Photovoltaik angesteuert werden, um den Eigenverbrauch der Anlage zu erhöhen. Auch hier wird Strom in Form von Warmwasser abgespeichert.

### **Kombination mit Elektromobilität**

Auch die Elektromobilität kann gut für den Verbrauch während der Sonnenstunden genutzt werden, z.B. kann das Elektroauto mit Hilfe der Photovoltaikanlage geladen werden. Ein aktueller elektrischer Mittelklassewagen hat eine Kapazität von ca. 40 kWh und übersteigt somit die Größe eines üblichen stationären Heimspeichers (ca. 5 kWh) um ein Vielfaches. Dadurch wird einerseits der Eigenverbrauch der Anlage erhöht und andererseits das Elektroauto mit Ökostrom geladen.

### **Kombination mit Stromspeicher**

Siehe Abschnitt „Speicher“ ab S. 14



## ENERGIEMANAGEMENT

Unter Energiemanagement versteht man den effizienten Einsatz von Energie, bei welchem die Deckung des Energiebedarfs jederzeit gewährleistet ist. In der Photovoltaik kann dies durch Anpassung des NutzerInnenverhaltens erfolgen (z.B. Wäsche wird während der Sonnenstunden gewaschen) oder mit Hilfe von Energiemanagementsystemen automatisiert erfolgen. Solche Systeme können mit verschiedenen Verbräuchen eines Gebäudes kommunizieren und deren Einsatz gezielt auf die Photovoltaikanlage abstimmen (z.B. Einsatz der Wärmepumpe bei Überschussstrom).

## WIRTSCHAFTLICHKEIT

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Photovoltaikanlage sind verschiedene Faktoren ausschlaggebend. Den stärksten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben die Investitionskosten, der Strompreis sowie die spezifische Erzeugungsmenge der Anlage. Bei den Preis- bzw. Kostenangaben in diesem Abschnitt handelt es sich nicht um reelle Werte. Sie sollen lediglich zur Veranschaulichung der Berechnungsmethode dienen.

### Investitionskosten und Ersatz Wechselrichter

Die Investitionskosten einer Photovoltaikanlage beinhalten nicht nur die Kosten für die Anlagenkomponenten, sondern auch die Planungs- und Errichtungskosten. Üblicherweise muss innerhalb der Nutzungsdauer der Wechselrichter der Photovoltaikanlage einmal getauscht werden. Die Lebensdauer eines Wechselrichters liegt in der Regel bei über 10 Jahren, während gängige PV-Module einen Lebenszyklus von bis ca. 25 Jahren haben.

### Strombezugspreis

Da durch die Photovoltaikanlage Strom für das Gebäude erzeugt wird und somit der Netzbezug sinkt, ist für die wirtschaftliche Bewertung der Photovoltaikanlage der Netzbezugspreis wesentlich. Dieser Preis setzt sich jedoch nur aus den variablen Kosten der Stromrechnung zusammen, d.h. kilowattstundenunabhängige Kosten wie z.B. die Grundgebühr, dürfen nicht berücksichtigt werden. Die aktuellen Strompreise können unter folgendem Link abgerufen werden:

[www.e-control.at/konsumenten/service-und-beratung/toolbox/tarifkalkulator](http://www.e-control.at/konsumenten/service-und-beratung/toolbox/tarifkalkulator)

### Einspeisetarif

Überschüssiger Strom, welcher nicht direkt vor Ort verbraucht werden kann, wird in der Regel in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet. Österreichweit werden verschiedene Einspeisetarife von Energieversorgern oder auch anderen Einrichtungen, wie z.B. der OeMAG (Abwicklungsstelle für Ökostrom), angeboten. Der aktuelle Marktpreis ist unter folgendem Link abrufbar:

[www.e-control.at/statistik/oeko-energie/aktueller-marktpreis-gem-par-20-oekostromgesetz](http://www.e-control.at/statistik/oeko-energie/aktueller-marktpreis-gem-par-20-oekostromgesetz)

### Wartungskosten

Da Photovoltaikanlagen über keine beweglichen Teile verfügen, wird der jährliche Wartungsaufwand auf ein Minimum reduziert. Ab einer bestimmten Anlagengröße empfiehlt es sich trotzdem einen Wartungsvertrag und eine Versicherung für die Anlage abzuschließen. Innerhalb der Lebensdauer der Anlage (ca. 25 Jahre) muss lediglich der Wechselrichter einmal ersetzt werden. Grundsätzlich betragen die jährlichen Wartungskosten ca. 1 % der Investitionskosten.

## Finanzierung

Es gibt verschiedene Arten der Finanzierung. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung sollten die unterschiedlichen Modelle so exakt wie möglich abgebildet werden. Im privaten Bereich werden hauptsächlich folgende Finanzierungsmöglichkeiten herangezogen:

- > Eigenkapital: Die Finanzierung erfolgt über das Einbringen von Eigenkapital, z.B. Ersparnisse
- > Kredit: Die Finanzierung erfolgt über einen Kredit von verschiedenen Instituten, z.B. Bankkredit

Auch bei der Einbringung von Eigenkapital muss eine Verzinsung für die Wirtschaftlichkeitsberechnung angesetzt werden.

## Stromgestehungskosten

Eine Photovoltaikanlage verursacht während der Stromproduktion keine direkten Kosten, jedoch müssen die Investitionskosten für die Wirtschaftlichkeit betrachtet werden. Für die Berechnung der Stromgestehungskosten werden die Investitionskosten auf die Energiemenge, welche innerhalb der Lebensdauer der Module erzeugt wird, umgelegt. Stromgestehungskosten stellen somit die spezifischen Kosten für die Erzeugung einer kWh dar. Im Vergleich mit den üblichen Stromkosten aus dem Netz, sollten die Stromgestehungskosten der Anlage niedriger sein.

Geht man von konservativ gerechneten Investitionskosten und einer Lebensdauer von mindestens 20 Jahren aus, sowie einem spezifischen Ertrag von etwa 1.000 kWh/kW<sub>p</sub>, dann betragen die Stromgestehungskosten einer Photovoltaikanlage in etwa 10 ct/kWh [Investitionskosten/ (Anlagenleistung x 1.000 x 20 Jahre)]. Üblicherweise liegt die Haltbarkeit von Photovoltaikmodulen bei deutlich über 20 Jahren. An einem guten Standort können die Erträge einer Photovoltaikanlage auch über 1.200 kWh/kW<sub>p</sub> betragen. Dadurch können die Stromgestehungskosten abermals gesenkt werden.

## BEWILLIGUNGSPFLICHT UND RECHTSLAGE IN TIROL

### Tiroler Elektrizitätsgesetz - TEG 2012

- > PV-Anlagen bis zu einer Engpassleistung von 25 kWp unterliegen weder einer Anzeige- noch einer Bewilligungspflicht
- > PV-Anlagen mit einer Engpassleistung über 25 kWp bis höchstens 250 kWp sind der Bezirksverwaltungsbehörde anzuzeigen
- > PV-Anlage mit einer Engpassleistung über 250 kWp sind bewilligungspflichtig

Für Stromerzeugungsanlagen, die in einem untrennbaren Zusammenhang mit Anlagen stehen, die einer Genehmigung nach abfallwirtschafts-, gewerbe-, luftreinhalte-, mineralrohstoff- oder wasserrechtlichen Vorschriften bedürfen, besteht keine gesonderte Anzeige- oder Bewilligungspflicht.

### Tiroler Bauordnung - TBO 2018

#### Anlagen mit einer Größe von bis zu 20 m<sup>2</sup>:

Derartige Photovoltaikanlagen bedürfen grundsätzlich keiner Genehmigung durch die Baubehörde, wenn diese gemäß § 28 Abs. 3 lit. e TBO, also in die Dachfläche oder Wandfläche integriert und mit max. 30 cm Abstand errichtet werden.

#### Anlagen mit einer Größe über 20 m<sup>2</sup>:

Diese PV-Anlagen sind, soweit sie nicht der Bewilligungspflicht nach § 6 des Tiroler Elektrizitätsgesetzes unterliegen, nach § 28 Tiroler Bauordnung bewilligungs- bzw. anzeigepflichtig und dürfen nur auf gewidmeten Flächen errichtet werden.

Nach dem Tiroler Elektrizitätsgesetz bewilligungspflichtige PV-Anlagen unterliegen jedoch dann auch der Tiroler Bauordnung, wenn für den Betrieb der Stromerzeugungsanlagen selbst Aufenthaltsräume vorgesehen sind.

### Tiroler Naturschutzgesetz - TNSchG 2005

Eine naturschutzrechtliche Bewilligung ist im Einzelfall aufgrund von Sondertatbeständen (Feuchtgebiete, Uferschutzbereiche usw.) denkbar. Ab einem Gesamtausmaß von mehr als 2.500 m<sup>2</sup> ist die naturschutzrechtliche Bewilligungspflicht jedenfalls gegeben. Daher kommen bei kleineren Anlagen lediglich die Sondertatbestände in Betracht.

Jede nachhaltige Beeinträchtigung der Gletscher, ihrer Einzugsgebiete und ihrer im Nahbereich gelegenen Moränen ist grundsätzlich verboten (§ 5 Abs. 1 lit. d TNSchG).

Weitere Bewilligungspflichten oder Verbote könnten sich ergeben, falls geschützte Tiere oder Pflanzen betroffen wären (§§ 23 bis 25 TNSchG). Schließlich ergibt sich in Natura 2000-Gebieten die Notwendigkeit einer Verträglichkeitsprüfung nach § 14 Abs. 4 TNSchG.

### Forstgesetz 1975

Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass eine Rodungsbewilligung gemäß § 17a Forstgesetz notwendig ist, wenn es sich bei der betroffenen Grundparzelle um Wald im Sinne des Forstgesetzes handelt.

**Eine genaue Prüfung im Einzelfall wird jedenfalls empfohlen.**

## PV-GEMEINSCHAFTSANLAGEN

In Mehrparteienhäusern konnte der von PV-Anlagen erzeugte Strom lange nur für den Allgmeinstrom des Gebäudes genutzt werden. Es war somit gesetzlich nicht möglich, den Strom auch einzelnen Wohnungen zuzuweisen. Durch die Novellierung des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes im Sommer 2017 wurde diese Hürde beseitigt. Es ist nunmehr für verschiedene EigentümerInnen oder auch MieterInnen möglich, gemeinsam Photovoltaikanlagen zu betreiben und den erzeugten Strom sämtlichen VerbraucherInnen zuzuordnen und an einzelne Wohneinheiten zu verrechnen. Dadurch kann der Eigenverbrauchsanteil einer Anlage erhöht und somit die Amortisationszeit verkürzt werden.

Voraussetzung für eine PV-Gemeinschaftsanlage sind folgende Punkte:

- > Anschluss an die gemeinschaftliche Hauptleitung im Gebäude
- > zwei oder mehr Parteien beteiligen sich am Betrieb
- > die Parteien treffen eine Vereinbarung über die Aufteilung des erzeugten Stroms (Aufteilungsschlüssel)
- > für die Erzeugungsanlage wird ein eigener Zählpunkt eingerichtet
- > Smart-Meter oder Lastprofilzähler messen Erzeugung und Verbrauch bei den teilnehmenden Parteien
- > Netzbetreiber über Aufteilung des erzeugten Stroms informieren
- > die Parteien schließen einen Vertrag mit einem Energieversorger
- > wohnrechtliche Aspekte müssen berücksichtigt werden
- > kein Rechtsanspruch für Einzelne zur Errichtung einer Anlage

### Aufteilungsschlüssel

Für die Zuordnung des erzeugten Stroms an einzelne Einheiten wird zwischen einem statischen und dynamischen Verteilungs- bzw. Abrechnungsschlüssel unterschieden.

- > Bei der statischen Aufteilung wird allen TeilnehmerInnen immer ein fixer Anteil des erzeugten Stromes zugeordnet
- > Bei der dynamischen Aufteilung wird allen TeilnehmerInnen der tatsächlich verbrauchte PV-Strom zugeordnet.

Weitere Informationen dazu finden Sie unter:

[www.energie-tirol.at/bauen-und-sanieren/sonnenenergie/pv-gemeinschaftsanlagen](http://www.energie-tirol.at/bauen-und-sanieren/sonnenenergie/pv-gemeinschaftsanlagen)  
oder [www.pv-gemeinschaft.at](http://www.pv-gemeinschaft.at)



# SPEICHER

## ARTEN

Es gibt verschiedene Arten von Energiespeichern. Dieses Kapitel wird nicht auf alle Arten von Energiespeichern eingehen, sondern legt den Fokus auf Bleispeicher, Salzwasserspeicher und Lithiumspeicher.

### Bleispeicher

Es handelt sich hierbei um den verbreitetsten elektrochemischen Speicher, welcher besonders bei Inselanlage als Stand der Technik definiert ist. Diese Batterien sind im Vergleich zu den anderen Systemen sehr kostengünstig und haben eine bewährte Technik für viele Lade- und Entladesysteme. Jedoch verfügt diese Technologie über eine nur geringe Ladezyklenzahl und eine somit kürzere Lebensdauer im Vergleich zu Lithiumspeichern.

### Lithiumspeicher

Derzeit eine der verbreitetsten Technologien im Gebäude- und Mobilitätssektor, da sie über eine hohe Energiedichte verfügt und bedeutend leichter ist als ein Bleispeicher. Die Anforderungen für den mobilen Hochstrombetrieb und stationären Betrieb (zyklenfest) sind sehr unterschiedlich und können beide vom Lithiumspeicher bewältigt werden.

### Salzwasserspeicher

Ein Salzwasserspeicher ist eine sehr ökologische Speicherart. Das Elektrolyt besteht aus einer herkömmlichen Salzwasserlösung, ist absolut unbedenklich hinsichtlich Umwelteinflüssen und Gesundheit und kann eine sinnvolle Alternative zu herkömmlichen Speichern sein. Jedoch ist das Einsatzgebiet eines solchen Speichers genau zu wählen. Da Salzwasserspeicher langsamere Reaktionszeiten haben, eignen sie sich gut für Grundlasten. Zusätzlich ist die Energiedichte geringer, wodurch diese Speicher schwerer sind, als herkömmliche Lithium-Speicher.

## ZYKLEN

Ein Lade- bzw. Entladezyklus liegt dann vor, wenn einer Batterie die vollständige Energie entnommen und wieder zugeführt wurde, d.h. wird die Batterie zu 50 % entladen und anschließend wieder aufgeladen, entspricht dies einem halben Lade- bzw. Entladezyklus.

## BATTERIEMANAGEMENTSYSTEM (BMS)

Ein Batteriemanagementsystem ist Teil der Sicherheitseinrichtung eines Speichers. Es überwacht jede Zelle und übernimmt das Temperaturmanagement an relevanten Komponenten. Zusätzlich werden Ladung und Entladung überwacht. Normalerweise besitzen BMS eine selbstlernende Lade-strategie, d.h. das Lade- und Entladeverhalten wird vom BMS aufgezeichnet und soll eine optimale Funktion für den zukünftigen Betrieb des Speichers gewährleisten.

## SICHERHEIT

Ein Teil des Sicherheitssystems eines Speichers ist das Batteriemanagementsystem. Eine weitere Vorkehrungsmaßnahme ist das Gehäuse. Zeitgleich ist das Gehäuse auch die letzte Sicherheitsstufe.

## LEBENSDAUER

Grundsätzlich wird die Lebensdauer über die Zyklenzahl des Akkus definiert. Je flacher ein Zyklus ist, desto mehr Zyklen sind in Summe möglich. Der Zyklenfestigkeit steht jedoch immer die kalendarische Nutzungsdauer gegenüber. Bei derzeitigen Lithium-Akkus kann man mit ca. 5.000 Ladezyklen rechnen, bis das Ende der Lebensdauer erreicht ist. Das heißt, bei einer üblichen Batterie mit 5 kWh Speicherkapazität, können über die Lebensdauer in etwa 25.000 kWh Strom für die Eigenverwendung gespeichert werden. Die Altbatterie kann dann z.B. für die Rohstoffrückgewinnung verwendet werden.

## DIMENSIONIERUNG DER BATTERIE

Es gibt mehrere Wege, die Größe der Batterie auszulegen. Grundsätzlich sollte man sich im Vorfeld genaue Gedanken machen, was mit der Installation einer Batterie erreicht werden soll. Zusätzlich ist es ratsam, sich genaue Daten über das Lastprofil des Hauses einzuholen. Um die Stromversorgung eines Gebäudes während der Nacht durch einen Speicher zu gewährleisten, sollte man für die Dimensionierung den Stromverbrauch von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang messen. Eine einfache Methode dafür ist, den Zählerstand abends und morgens zu vergleichen. Durch den Einsatz eines Speichers kann der Eigenverbrauch der PV-Anlage dann auf bis zu 80 % erhöht werden. Die Dimensionierung kann jedoch auch optimiert werden, wenn eine genauere und aufwendigere Analyse des Lastprofils des Hauses und des Erzeugungsprofils der PV-Anlage vorgenommen wird.

## WIRTSCHAFTLICHKEIT

Mit Hilfe der Investitionskosten und der Zyklenzahl kann für den Akku eine einfache Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden. Bei den Preis- bzw. Kostenangaben in diesem Abschnitt handelt es sich um fiktive Werte. Sie sollen lediglich zur Veranschaulichung der Berechnungsmethode dienen.

### Beispiel:

- > Netto-Batteriekapazität: 5 kWh, Investitionskosten: 12.000 €, Ladezyklen: 3.000
- > Batteriekapazität x Ladezyklen = Energiemenge, welche über die Lebenszeit der Batterie gespeichert werden kann  
(5 kWh x 3.000 = 15.000 kWh)
- > Investitionskosten / Energiemenge = Kosten für die Speicherung einer kWh-Strom  
(12.000 € / 15.000 kWh = 0,8 €/kWh)

Dies bedeutet, dass die Einspeicherung ca. 0,8 €/kWh oder 80 ct/kWh kostet. Zusätzlich müssen die Stromgestehungskosten der Photovoltaikanlage berücksichtigt werden. Dem gegenüber steht der Strompreis bei Netzbezug vom Energieversorger.

## SECOND LIFE

Derzeit fällt im Zusammenhang mit Speichern immer wieder der Begriff „Second Life“. Es handelt sich hierbei um die Weiterverwendung von Speichern aus der Elektromobilität, welche bereits am Ende ihrer vermeintlichen Lebensdauer angelangt sind. Diese wird meist über den State of Health (SOH) definiert. Es ist angedacht, Akkus, welche während ihrer ersten Nutzungsdauer für den Mobilitätssektor verwendet wurden, anschließend für den stationären Gebrauch einzusetzen. Eine Lösung dafür wird derzeit in mehreren Pilotprojekten erprobt.

# WICHTIGE BEGRIFFE PHOTOVOLTAIK

### **Eigenverbrauch:**

Bezeichnet das Verhältnis zwischen erzeugter Energiemenge und tatsächlich davon genutzter Energie am Standort. Dieser Wert beeinflusst die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage maßgeblich.

### **Autarkie**

Meint die eigenständige Versorgung mit Strom. Hier wird nicht auf ein öffentliches Netz für den Strombezug zurückgegriffen. Autarkie kann sowohl notgedrungen (z.B. Berghütte) als auch aus Überzeugung erfolgen (z.B. Unabhängigkeit von Energieversorgern).

### **Leistung/Energie**

Unter Leistung versteht man die verrichtete Arbeit, bezogen auf einen bestimmten Zeitraum, z.B. Kilowatt (kW). In der Photovoltaik wird die Leistung eines Moduls immer in Kilowatt Peak (kWp) angegeben. Dies beschreibt die Leistung welche unter Testbedingungen maximal erreicht werden kann, im normalen Betrieb aber nur selten erreicht wird.

Energie ist die Leistung multipliziert mit der Zeit, in welcher sie benötigt wird, z.B. Kilowattstunde (kWh).

Eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 1 kWp, erzeugt bei einstündiger Bestrahlung unter Laborbedingungen, 1 kWh.

### **Lastprofil bzw. Lastgang**

Ein Lastprofil bzw. Lastgang beschreibt den Stromverbrauch über eine gewisse Zeit, d.h. mithilfe eines Lastprofils ist ersichtlich, wie viel Energie zu welcher Zeit verbraucht wird. Dies ermöglicht eine verbrauchsoptimierte Dimensionierung der Photovoltaikanlage.

### **Wirkungsgrad**

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis von zugeführter Energie zu abgeführter Energie. In der Photovoltaik bedeutet dies die Strahlungsmenge, welche auf das Modul trifft im Verhältnis zu abgeführter elektrischer Energie. Der Wirkungsgrad bei monokristallinen Zellen liegt bei ca. 20 % und bei polykristallinen Zellen bei ca. 18 %. Die energetische Amortisation von Photovoltaikmodulen liegt bei ca. 2 – 4 Jahren und somit deutlich unterhalb ihrer Lebensdauer von aktuell rund 25 Jahren.

## CHECKLISTE

Standort							
<b>Name:</b>	<b>Geländekategorie</b>			<b>Heizungssystem</b>			
	Offenes Gelände ohne Hindernisse			0	Fossil		0
<b>Adresse:</b>	Offenes Gelände mit vereinzelten Hindernissen			0	Holz		0
	Dörfer, vorstädtische Bebauung, Waldgebiete			0	Wärmepumpe		0
<b>Ort:</b>	dicht bebautes Gebiet, Stadt			0	Stromdirektheizung		0
					Sonstiges		0
<b>Telefonnummer:</b>	<b>Solarthermie vorhanden?</b>			<b>Warmwasserbereitung</b>			
	ja			0	erfolgt mit Heizungssystem		0
<b>Seehöhe:</b>	nein			0	Fossil		0
	wenn ja, Anlagengröße?				Wärmepumpe		0
<b>Schneelastzone:</b>					Stromdirekt		0
Dach							
<b>Soll das Dach genutzt werden?</b>	<b>Dachart</b>		<b>Ausrichtung Dachflächen</b>		<b>Eindeckung</b>		
Ja	0	Schrägdach	0	N	0	Dachziegel	0
Nein	0	Satteldach	0	NO	0	Blech	0
Sonstiges	0	Pultdach	0	O	0	Welltemit	0
		Flachdach	0	SO	0	Prefa	0
<b>Unterkonstruktion</b>	Kreuzdach		0	S	0	Biberschwanz	0
Sparren	0	Tonnendach	0	SW	0	Blech Stehfalz	0
Pfetten	0	Zeltdach	0	W	0	Bitumen	0
Abstand Sparren/Pfetten	0					Sonstiges	0
Sonstiges	0	<b>Schneefangsystem</b>		<b>Blitzschutz</b>			
		Ja	0	Ja	0		
		Nein	0	Nein	0		
<b>Anzahl nutzbarer Dachflächen:</b>				<b>Position des Stromkastens:</b>			
<b>Neigung der Dachflächen:</b>				<b>DC-Verkabelungsmöglichkeit:</b>			
Haushalt							
<b>Anzahl Personen:</b>	<b>Häufige Abwesenheiten (z.B. Urlaub)</b>			<b>Hohe Stromverbräuche (z.B. Schwimmbad)</b>			
Jährlicher	Ja	0		Ja	0		
<b>Stromverbrauch:</b>	Nein	0		Nein	0		
				Art der Verbräuche:			
<b>Tagsüber Zuhause</b>	<b>Tageszeitpunkt des höchsten Stromverbrauchs</b>						
Ja	0	Mittagsspitze		0			
Nein	0	Morgen- und Abendspitze		0			
		gleichmäßig		0			
Kundenwünsche und zukünftige Anschaffungen							
<b>Anlagenart</b>	<b>Stromspeicher</b>		<b>Elektroauto</b>		<b>Heizungstausch</b>		
Aufdach	0	Ja	0	Ja	0		
Indach	0	Nein	0		Nein	0	
Fassade	0			Wenn ja, gefahrene km/Jahr?		Wenn ja, auf welches System?	
Freiland	0						
Sonstiges	0	<b>PV-Gemeinschaftsanlage</b>	<b>Ladestation erwünscht?</b>		<b>Wird das E-Auto tagsüber geladen?</b>		
		Ja	0		Ja	0	
<b>Anlagengröße:</b>	Nein	0		Nein	0		
<b>Sonstiges:</b>							

# LITERATUR UND QUELLEN

- [1] Austrian Institute of Technology: Ausbildungsskript Photovoltaik - Spezialwissen für Planer und Techniker. Wien 2013
- [2] Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie: Photovoltaische Anlagen - Leitfaden für das Elektro- und Dachdeckerhandwerk, Fachplaner, Architekten, Ingenieure, Bauherren und Weiterbildungsinstitutionen. Berlin 2012
- [3] [www.pv-austria.at](http://www.pv-austria.at), Zugriff 15.07.2019
- [4] [www.pv-gemeinschaft.at](http://www.pv-gemeinschaft.at), Zugriff 15.07.2019
- [5] OVE EN 61215-1-1: Terrestrische Photovoltaik(PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung -- Teil 1-1: Besondere Anforderungen an die Prüfung von kristallinen Silizium-Photovoltaik(PV)-Modulen. Ausgabe 2018 07 01
- [6] OVE EN 61215-1-2: Terrestrische Photovoltaik(PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung -- Teil 1-2: Besondere Anforderungen an die Prüfung von Photovoltaik(PV)-Dünnschichtmodulen aus Cadmiumtellurid (CdTe). Ausgabe 2017 11 01
- [7] OVE EN 61215-1-3: Terrestrische Photovoltaik(PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung -- Teil 1-3: Besondere Anforderungen an die Prüfung von Photovoltaik(PV)-Dünnschichtmodulen aus amorphem Silizium. Ausgabe 2017 11 01
- [8] OVE EN 61215-1-4: Terrestrische Photovoltaik(PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung -- Teil 1-4: Besondere Anforderungen an die Prüfung von Photovoltaik(PV)-Dünnschichtmodulen aus Cu(In,Ga)(S,Se)<sub>2</sub>. Ausgabe 2017 12 01
- [9] ÖVE/ÖNORM EN 62109-1: Sicherheit von Wechselrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Ausgabe 2011 05 01
- [10] ÖVE/ÖNORM EN 62109-2: Sicherheit von Leistungsumrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen - Teil 2: Besondere Anforderungen an Wechselrichter. Ausgabe 2012 06 01
- [11] OVE EN 62446-1: Photovoltaik (PV) Systeme - Anforderungen an Prüfung, Dokumentation und Instandhaltung -- Teil 1: Netzgekoppelte Systeme - Dokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und Prüfanforderungen. Ausgabe 2019 05 01
- [12] OVE E 8101: Elektrische Niederspannungsanlagen. Ausgabe 2019 01 01
- [13] ÖNORM M 7778: Montageplanung und Montage von thermischen Solarkollektoren und Photovoltaikmodulen. Ausgabe 2011 04 15
- [14] ÖNORM B 1991-1-3: Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten. Ausgabe 2018 12 01
- [15] ÖNORM B 1991-1-4: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten. Ausgabe 2019 07 15
- [16] ÖVE/ÖNORM EN 62305-1: Blitzschutz - Teil 1: Allgemeine Grundsätze. Ausgabe 2012 07 01
- [17] ÖVE/ÖNORM EN 62305-2: Blitzschutz - Teil 2: Risiko-Management. Ausgabe 2013 06 01
- [18] ÖVE/ÖNORM EN 62305-3: Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen. Ausgabe 2012 07 01

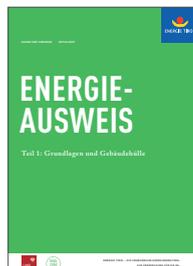
- [19] ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 Bbl 1: Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen - Beiblatt 1: Zusätzliche Informationen für bauliche Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen. Ausgabe 2013 11 01
- [20] ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 Bbl 2: Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen - Beiblatt 2: Auswahl der Mindest-Blitzschutzklasse und der Prüfintervalle für bauliche Anlagen. Ausgabe 2013 02 01
- [21] ÖVE/ÖNORM EN 62305-4: Blitzschutz - Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen. Ausgabe 2012 07 01
- [22] ÖVE-Richtlinie R 6-2-1: Blitz- und Überspannungsschutz - Teil 2-1: Photovoltaikanlagen - Blitz- und Überspannungsschutz. Ausgabe 2012 04 01
- [23] ÖVE-Richtlinie R 6-2-2: Blitz- und Überspannungsschutz - Teil 2-2: Photovoltaikanlagen - Auswahl und Anwendungsgrundsätze an Überspannungsschutzgeräte. Ausgabe 2012 04 01
- [24] ÖVE-Richtlinie R 11-1: PV-Anlagen - Zusätzliche Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Anforderungen zum Schutz von Einsatzkräften. Ausgabe 2013 03 01
- [25] ÖVE-Richtlinie R 11-3: Blendung durch Photovoltaikanlagen. Ausgabe 2016 11 01
- [26] ÖVE-Richtlinie R 20: Stationäre elektrische Energiespeichersysteme vorgesehen zum Festanschluss an das Niederspannungsnetz. Ausgabe 2016 11 01
- [27] TOR Erzeuger: Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen - Anschluss und Parallelbetrieb von Stromerzeugungsanlagen. Ausgabe 2019
- [28] TAEV: Ausführungsbestimmungen zu den Technischen Anschlussbedingungen (TAEV) für die Verteilernetze der Elektrizitätsunternehmen: Ausgabe 2016

# DETAILINFOS VON ENERGIE TIROL

## Die richtige Planung für mein Haus



Oktober 2017



Dezember 2018

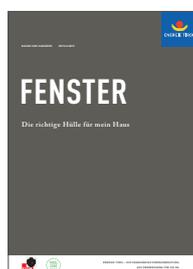
## Die richtige Hülle für mein Haus



Februar 2017



Dezember 2015



Jänner 2018



Jänner 2019

## Die richtige Heizung für mein Haus



April 2017



Oktober 2017



Oktober 2017



Oktober 2017

## Die Kraft der Sonne richtig nutzen



Oktober 2017



Oktober 2019

## Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Energie Tirol, Südtiroler Platz 4, 6020 Innsbruck

Für den Inhalt verantwortlich: DI Bruno Oberhuber, Energie Tirol

Konzept und Redaktion: Energie Tirol, DI (FH) Andreas Riedmann, Thomas Vogel, MSc

Zeichnungen, Planskizzen: wenn nicht anders angegeben, Energie Tirol

Stand: November 2019

