

Photovoltaik

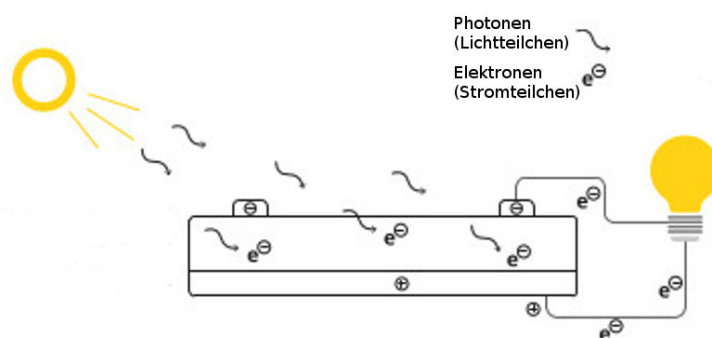
Was ist Photovoltaik?

«Photovoltaik» heisst auf Deutsch in etwa «Strom aus Sonnenlicht»; «*photo*» erinnert uns an Fotografie oder das Photon (Lichtteilchen) und «*voltaik*» an Volt (elektrische Spannung). Wir bezeichnen damit die Methode, mit Hilfe von Solarpanels das Licht der Sonne in Strom umzuwandeln. Das «Herz» eines Solarpanels sind die Solarzellen. Sie machen fast die ganze Arbeit. Sehen wir uns das etwas näher an:

Die Solarzelle: Was kann sie und wie wird sie hergestellt?

Eine Solarzelle ist ein dünnes Plättchen aus Silizium, meist etwas grösser als eine Scheibe Toastbrot. Das Plättchen ist - nach einigen aufwändigen Behandlungen - dazu fähig, das Sonnenlicht direkt in Strom umzuwandeln; ohne Lärm oder bewegliche Teile. Es ist eine Art Batterie, die aber nur funktioniert, solange Licht auf sie scheint. Im Dunkeln liefert sie keinen Strom.

Was dabei abläuft, ist physikalisch sehr kompliziert, kann aber vereinfacht so dargestellt werden: Jedes Photon (Lichtteilchen), das von der Sonne kommend auf die Solarzelle trifft und in diese eindringt, kann im Innern der Zelle ein Elektron (Stromteilchen) «anstossen» und in Bewegung versetzen. Wir können uns das wie Billard vorstellen – die Photonenkugel stösst die Elektronenkugel an und diese bewegt sich. Wenn sich viele Elektronen gemeinsam bewegen, nennen wir das «Strom». Wenn wir die Solarzelle mit zwei Kabeln an ein Gerät anschliessen – z.B. eine Lampe – und die Zelle in die Sonne halten, bewegen sich die von den Photonen angestossenen Elektronen durch die Kabel und lassen die Lampe leuchten. (Erlebe dies in unserem Spiel [«Experiment Photonen-Elektronen-Stafette»](#))



Die Skizze zeigt, wie Photonen auf Elektronen treffen, diese anstossen und in Bewegung versetzen.

Leider können wir eine Solarzelle nicht zu Hause selber herstellen. Die Fabrikation benötigt komplizierte Geräte und zum Teil Temperaturen über 1000°C. Nur wenige Fabriken auf der Welt stellen Solarzellen her (nicht zu verwechseln mit den unzähligen Firmen, die daraus Solarpanels bauen -> siehe weiter unten).

Als Grundmaterial braucht es Quarz-Sand, aus dem das rohe Silizium gewonnen wird. Dieses wird anschliessend in mehreren Stufen gereinigt, bis es so rein ist, dass es zu den dünnen Scheibchen

verarbeitet werden kann, aus denen später eine Solarzelle oder auch ein Computerchip entstehen kann. In vielen weiteren Schritten wird aus dem silbern glänzenden Scheibchen eine meist dunkelblaue Solarzelle, die hinten eine Metallschicht und vorne ein feines leitendes Gitter hat. Die Vorder-, bzw. die Rückseite der Zelle entsprechen dem Minus und dem Pluspol einer Batterie!



Eine einzelne Solarzelle, bevor sie in ein Solarpanel eingebaut wird.



Der «solare Springbrunnen» zeigt, dass das Panel nur dann Strom erzeugt, wenn Licht darauf fällt.

Das Solarpanel

Die fertigen Solarzellen werden von den Solarzellen-Herstellern an viele Solarpanel-Hersteller in aller Welt verschickt. Diese löten die Zellen mit Metallstreifen in Ketten zusammen und verschweissen die Zellen zwischen einer Glasplatte vorne und einer dicken Schutzfolie hinten am Panel. Zum Abschluss erhält das Panel einen Rahmen aus Aluminium und eine Anschlussbox mit Kabeln. Jedes Panel wird dabei einzeln getestet, bevor es in den Handel kommt.



Auf einem Flachdach installieren Jugendliche, unter Anleitung von Fachleuten, eine Solaranlage. Anhand des Schemas wird überprüft, ob die Panels richtig miteinander verkabelt sind.

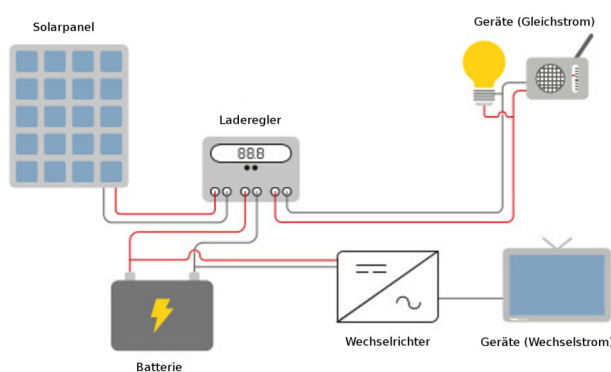
Drei Arten, den erzeugten Strom zu nutzen

- Solaranlagen, die den überschüssigen Strom in Batterien speichern (→ Inselanlage)
- Solaranlagen, die den überschüssigen Strom ins Stromnetz einspeisen und von dort wieder beziehen (→ Solaranlage am Stromnetz)
- Solarpanels, die direkt an ein Gerät angeschlossen sind

1. Die Inselanlage

Der Solarstrom wird dann erzeugt, wenn die Sonne scheint¹. Um auch in der Nacht oder bei starken Wolken Strom zu haben, muss ein Teil davon gespeichert werden. Dazu braucht es wiederaufladbare Batterien, die tagsüber aufgeladen werden und nachts dann Strom liefern.

Die sogenannte Inselanlage ist eine Solaranlage, die dank Batterien komplett autonom Strom liefert, auch nachts. Dazu braucht sie Solarpanels (= Stromerzeugung), Batterien (= Stromspeicher) und ein elektronisches Gerät, den sogenannten Laderegler, welcher die Batterie vor Überladung und vor der kompletten Entladung schützt. Falls wir den Solarstrom aus den Panels bzw. den Batterien (sog. Gleichstrom) genau gleich wie Netzstrom (= Strom aus der Steckdose, sog. Wechselstrom) verwenden möchten, brauchen wir noch ein Gerät, das den einen Typ Strom in den anderen umwandelt. Dieses Gerät heisst «Wechselrichter». Die folgende Grafik zeigt den technischen Aufbau einer solchen Anlage und ein Bild dazu:



Das elektrische Schema einer Inselanlage.



Alle Teile einer Inselanlage – ausser dem Solarpanel, das sich auf dem Dach befindet.

2. Die Solaranlage am Stromnetz

Anstatt den Strom in Batterien zu speichern, können wir ihn auch entweder im Moment seiner Erzeugung direkt selber verbrauchen oder aber den «Überschuss» via das öffentliche Stromnetz an andere Personen weitergeben. Das Stromnetz übernimmt also quasi die Aufgabe der Batterie: Am Tag wird so Strom ins Stromnetz geschickt, in der Nacht wird dann daraus Strom bezogen. Diese Lösung heisst *Solaranlage am Stromnetz*.

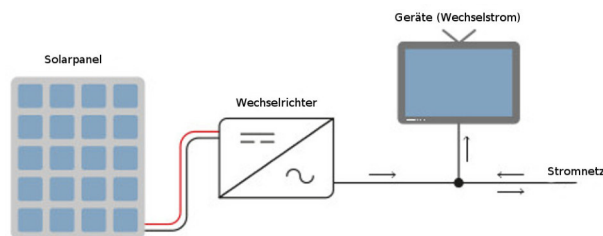
Das Hauptargument für diese Lösung ist, dass sie keine Batterien benötigt. Diese sind nämlich ein Schwachpunkt der Anlagen, denn sie sind teuer und müssen nach wenigen Jahren ersetzt und rezykliert werden. (Die Solarpanels dagegen leben problemlos 25 Jahre!).

Die Anlage am Stromnetz besteht aus weniger Teilen als eine Inselanlage: Solarpanels (oft ein ganzes Solardach) und ein grosser «Wechselrichter», der den Solarstrom in denjenigen Typ Strom umwandelt, der im öffentlichen Netz fliesst. Die Anlage wird dann mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden. Bei gutem Sonnenschein erzeugen die Panels mehr Strom, als im Haus verbraucht wird. Dieser Strom wird

1 Das kann mit einem kleinen solaren Springbrunnen gezeigt werden. Sobald Sonnenlicht auf das Panel fällt, beginnt die Pumpe zu arbeiten, wird das Panel umgedreht, schaltet die Pumpe aus.

dann über die Stromleitung ins Netz «eingespiesen» und so anderen Häusern zur Verfügung gestellt. Über die *gleiche* Leitung kann nachts, wenn die Solaranlage keinen Strom produziert, Strom aus dem Netz bezogen werden.

Die folgende Grafik zeigt den technischen Aufbau einer Solaranlage am Stromnetz:



Das elektrische Schema einer Solaranlage am Stromnetz.

Ein Solardach am Stromnetz in Graubünden.

3. Das direkt an ein Gerät angeschlossene Solarpanel

Nur sehr selten wird ein *Solarpanel direkt an ein Gerät angeschlossen*, ohne eine Batterie einzusetzen oder den Überschuss ins Netz einzuspeisen.

Sinnvoll kann das z.B. für die Lüftungen in Gewächshäusern sein. Je stärker die Sonne scheint, desto heisser ist es im Glashaus und desto nützlicher ist eine elektrische Lüftung. Je stärker die Sonne scheint, desto schneller dreht auch ein Ventilator, der direkt an ein Solarpanel angeschlossen ist! Das Zusammenspiel ist perfekt und eine Batterie ist nicht nötig.

Weltweit sind allerdings *Wasserpumpen* die häufigste Anwendung, bei welcher Solarpanels ohne Stromspeicher verwendet werden. Immer wenn die Sonne scheint, wird Wasser von einem Bohrloch in einen Speichertank gepumpt. Das Wasser im Tank steht dann Tag und Nacht zu Verfügung.

Der Effekt des direkt angeschlossenen Panels kann mit den Experimenten [«Heugümper-Rennen»](#) oder [«Solar Sumo»](#) erlebt werden.