



Sonstiges CO₂-neutral Auto fahren

Für einen möglichst CO₂-freien Betrieb von Elektrofahrzeugen muss Strom aus Solar- oder Windkraft verwendet werden. Strom aus Wasserkraft macht zwar etwa 60 % der schweizerischen Produktion aus, wird jedoch von den bereits existierenden Verbrauchern vollständig absorbiert. Hausbesitzer können eigene Solaranlagen installieren. Der TCS geht deshalb der Frage nach, wie viele Kilometer ein Elektroauto mit Strom aus einer Solaranlage «ab Stange» zurück legen kann.

Um das neue Thema mit der einfachsten möglichen Lösung anzugehen, hat der TCS auf dem Flachdach eines Garagencontainers eine kleine, sogenannte «Plug & Play» – Solaranlage installieren lassen. Sie besteht aus sechs Solarmodulen, Wechselrichter, Stromzähler und Kabeln. Die Solarmodule werden an neun Kunststoffbehältern befestigt und mit insgesamt ca. 615 kg Kies als Füllmaterial beschwert. Die Gesamtfläche der Solarzellen beträgt 7.6 m² und die (Spitzen-) Leistung wird vom Lieferanten www.megasol.ch mit 1.11 kWp «kiloWatt peak» angegeben (siehe Kasten). Die Anlage inkl. Montage durch www.buetler-ag.ch hat insgesamt 9'550 Franken gekostet.

Seit dem 15. Dezember 2011 wird Strom aus den Solarzellen (im Einverständnis mit dem Elektrizitätswerk EW) direkt und praktisch verlustfrei ins 230 Volt Netz eingespeisen. Der Ertrag wird seit Anfang 2012 von einem Messgerät erfasst und anschliessend von den Verbrauchern im technischen Zentrum aufgebraucht. Die von den www.ckw.ch bezogene Strommenge vermindert sich um den Betrag, den das Messgerät beim Ertrag anzeigt. Der zentrale Stromzähler des technischen Zentrums läuft entsprechend (minim) langsamer.

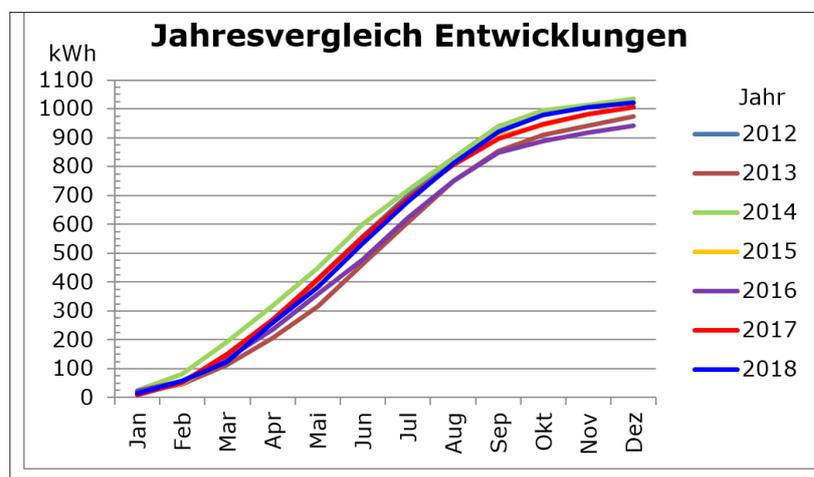
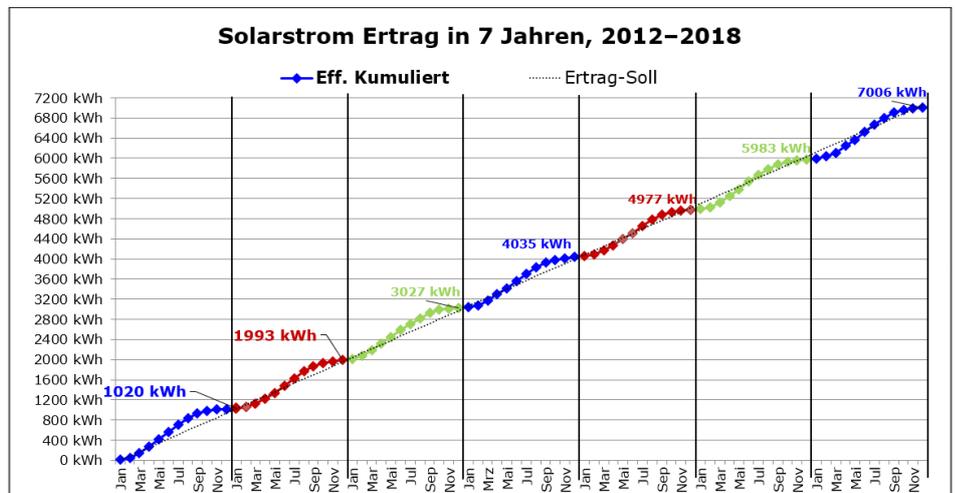
Da der Stromverbrauch der gesamten Einrichtungen voraussichtlich stets grösser ist als der Ertrag aus diesen paar Panels, läuft der Stromzähler nicht rückwärts.

Nach gängiger Lehre und Kennzahlen ist vom installierten Bausatz ein täglicher Ertrag von rund 2.7 kWh «Kilowattstunden» zu erwarten. Dass dies in der Praxis erreicht wird, zeigen die Resultate.



Im ertragreichsten Jahr 2014, lieferte die Anlage 1034 kWh, im bisher ungünstigsten Jahr 2016 waren es 942 kWh. Im Durchschnitt beträgt die jährliche Produktion bei

südlicher Ausrichtung an diesem Standort ziemlich genau 1000 kWh. Dies erlaubt eine jährliche Fahrleistung von 4'000 - 6'000 km.





Sonstiges CO₂-neutral Auto Fahren

Geladen werden die Batterien des Elektroautos nach wie vor an «seiner» Ladestation, das heisst mit «Strom aus der Steckdose». Dies hat zwei grosse Vorteile: Das umständliche und mit Stromverlusten verbundene Zwischenspeichern von Solarstrom in Batterien entfällt, wenn das Auto bei schönem Wetter unterwegs ist. Das Auto kann Strom tanken auch wenn die Sonne nicht scheint oder die Zellen vereist sind.

Vom Stromversorger zum Strommanager

Die Einspeisung von Solarstrom ins 230 Volt Netz macht das EW vom Stromversorger zum Strommanager. Diese Funktion erhält vor allem dann Bedeutung, wenn der Ertrag aus den Solarzellen grösser ist als der Verbrauch. Je nach Grösse einer Solaranlage und Verbrauch eines Betriebes, kann dies an Sonntagen mit klarem Sonnenschein der Fall sein. In solchen Situationen muss das EW schauen, was es mit dem überschüssigen Strom anfangen kann. Kann der Strom nicht abgesetzt werden, weil der Markt an sonnigen Sonntagen gesättigt ist, muss es ihn speichern – sei es indem Wasser von den untersten Stauseen in die obersten gepumpt wird oder auf eine andere Art. Das Speichern von Strom (falls künftig weitere Solaranlagen installiert werden) ist jedoch generell schwierig, mit Verlusten verbunden und erfordert Investitionen.

Die Transformation von EW's vom Stromversorger zum Strommanager ist deshalb nicht kostenlos. Sie kann jedoch allmählich angegangen werden – entsprechend einer mit der Zeit steigenden Zahl Solaranlagen, die gleichzeitig Strom produzieren und/oder entsprechend einer allfälligen Zunahme von Pendlern mit Elektrofahrzeugen, von denen jeweils viele ihr Fahrzeug tagsüber an eine Ladestation anschliessen möchten.

Was bedeutet «kWp»

In Publikationen von Solaranbietern und Verbänden, im Internet usw. wird meistens die Masseinheit kWp (Kilowattpeak) für die Spitzenleistung angegeben. Sie bezeichnet die maximale Leistung der Zellen unter Standardbedingungen. (Gleichstromproduktion bei einer Bestrahlungsstärke von 1000 Watt und 25 °C).

Die angegebenen Spitzenleistungen sind in der Praxis kaum zu erreichen. Sie dienen lediglich zum Vergleich flächengleicher Solarmodule aus unterschiedlicher Fertigung. Bei Sonnenschein haben die Solarzellen meist eine höhere Betriebstemperatur als 25 °C. Dies vermindert den Wirkungsgrad um bis zu 20%. Dementsprechend geringer ist die tatsächliche abgegebene Leistung.

Wieviel CO₂ entsteht beim Stromverbrauch in der Schweiz?

Gemäss BAFU Webseite <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/klimawandel--fragen-und-antworten.html> betragen die CO₂-Emissionen:

- 139 g/kWh für in der Schweiz verbrauchte Elektrizität
- 24 g/kWh für in der Schweiz produzierte Elektrizität

Der Importanteil ausländischen Stroms aus Kraftwerken mit fossilen Rohstoffen führt zu mehr CO₂ pro **verbrauchte** Kilowattstunde. Der Citroën C-Zero verbraucht 16 kWh/100 km und verursacht dadurch 22 g/km CO₂-Emissionen. Dies entspricht lediglich einem Viertel der CO₂-Emissionen eines benzinbetriebenen Citroën Kleinwagens. Mit Solarstrom werden die obigen Werte tiefer. Solarstrom ist spätestens ab dem vierten Betriebsjahr der Anlage CO₂-frei. Mit Strom aus Kohlekraftwerken würden die obigen Werte höher.

Kommen wir zu den Kosten: Nimmt man einen Haushaltstarif von 25 Rp./kWh liegt der Ertrag bei 250 Franken. Die ursprüngliche Investition wird nach ungefähr 38 Betriebsjahren amortisiert. Im Fall des Citroën C-Zero, der als Referenzfahrzeug diente und der 16 kWh/100 km verbraucht, kommt man auf Kosten für die Sonnenenergie von 6.10 Fr. für 100 km. Ein vergleichbarer Hyundai i10 1.0 Origo Aut. schluckt Benzin für rund 10 Franken. Dieses Modell ist zwar günstiger im Ankauf, gibt aber einen Teil des Vorteils preis, wenn man alle Kosten (Kauf, Unterhalt usw.) einberechnet. Über 10 Jahre/150000 km hat der TCS Gesamtkosten von 38 050 Franken für den Hyundai gegenüber 39 130 Franken für den C-Zero im Solarenergiebetrieb berechnet. Das ist nur 3 % mehr. Fahren mit neutraler CO₂-Bilanz ist für Private somit nicht unerreichbar.

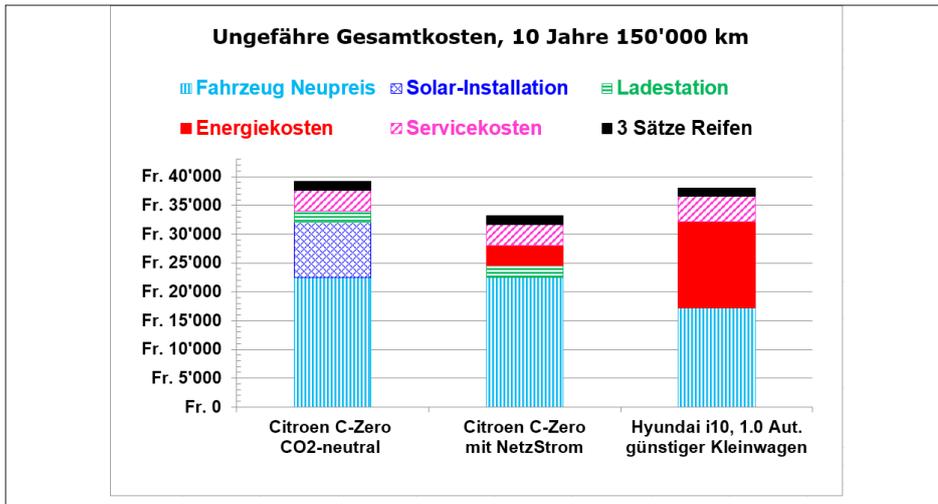
CO₂-neutral Auto fahren



Modulfläche: 7.6 m²
 Leistung: 1.1 kWp
 Platzbedarf ca: 25 m²
 Kosten ca: CHF 9'550.–
Ertrag: 6'000 km/Jahr



Der Ertrag wird ohne Einspeisevergütung ins Netz gespiesen. Das Fahrzeug wird an der Ladestation aufgeladen. Die «Logistik» vom Ort der Einspeisung zur Ladestation erfolgt durch das Elektrizitätswerk.



Empfehlungen

Im Verzeichnis der Solarprofis unter www.swissolar.ch finden Sie kompetente Fachleute in Ihrer Region. Weitere wertvolle Infos bietet sun2wheel.com. Klären Sie folgende Fragen gemeinsam mit dem Installateur, und beauftragen Sie ihn die Solaranlage beim zuständigen Stromversorger bzw. Energiedienstleistungs-Unternehmen anzumelden:

- Kann der Ertrag aus den Solarzellen direkt am Standort ins Netz eingespeisen werden?
- Was kostet die Anmeldung der Solaranlage beim Stromversorger? Beim TCS im Jahr 2011 waren es 200 Franken.
- Benötigt Ihre Hausinstallation einen anderen Stromzähler, der auch rückwärts zählen kann?

Je nach Standort, Art, Höhe und Grösse einer Anlage kann eine Baubewilligung der Gemeinde erforderlich sein. Falls Füllmaterial verwendet wird, erkundigen Sie sich nach Tragfähigkeit des Daches.

«Beim Standort sind Ausrichtung (Südost bis Südwest) und Neigung (20° bis 60°) entscheidend, optimal wäre mindestens 30° Neigung. Der Minderertrag eines bei 30° Neigung direkt gegen Westen gerichteten Daches beträgt laut www.swissolar.ch etwa 25 %.»

Faustregeln

TCS Tests zeigen, dass moderne Elektro Kleinwagen weniger als 20 kWh Strom auf 100 Kilometer verbrauchen, selbst wenn man für Ladung und Entladung noch kleine Verluste annimmt. Zur Formulierung einer Faustregel werden die obigen Werte grosszügig gerundet:

- 10 m² Solarfläche sollten jährlich etwa 1000 kWh Stromertrag bringen (auch wenn die Panels nicht in ganz optimalem Winkel zur Sonne montiert werden können).
- 1000 kWh reichen für eine Fahrstrecke von 5000 km bis 6000 km mit einem batterieelektrischen Kleinwagen, je nach Verbrauch 16 kWh bis 20 kWh auf 100 km.
- Mit dem einem Tesla, z. B. wie das TCS Testfahrzeug Model S, das bei eingeschalteter Klimaanlage etwa 25 kWh auf 100 km verbraucht, reichen 1000 kWh Stromertrag für eine Fahrstrecke von etwa 4000 km.