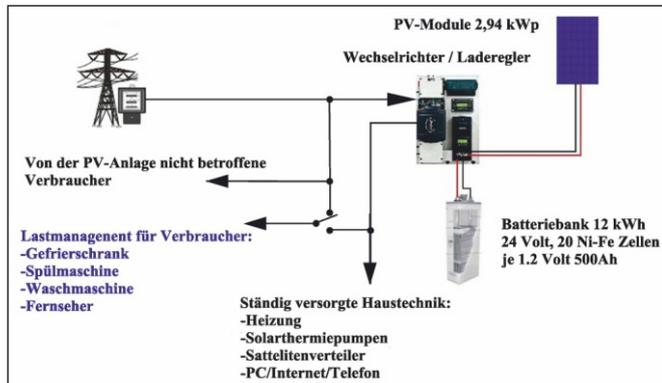


Stromspeicher für die eigene Fotovoltaikanlage

Beschreibung der PV-Anlage, Referent Friedrich Lesny

Als Schritt in Richtung Energievision lotet dieses Pilotprojekt den Beitrag einer regenerativen Stromerzeugung durch eine PV-Anlage auf dem eigenen Hausdach aus. Diese Anlage wurde im Frühjahr 2013 wie unten dargestellt in Betrieb genommen.



Auf dem Dach sind 12 PV-Module mit einer Gesamtleistung von 2,94 kWp montiert. Von diesen wird über einen Laderegler die Nickel Eisen (NiFe) Batteriebank geladen. Die NiFe Batterie-Bank hat eine im Verhältnis zu der Leistung der Module sehr hohe Kapazität von 12 kWh, um den gesamten Tagesertrag zwischenspeichern zu können. Damit kann auf Einspeisung ins öffentliche Netz verzichtet werden und die EEG-Umlage wird nicht belastet. Bei PV-Anlagen mit Batterie, die ins Netz einspeisen, ist die dreifache PV-Leistung bei gleicher Batteriekapazität üblich. Die Einspeiseleistung muss dann auf maximal 70 % gedrosselt werden.

Im Gegensatz zu Blei-Säure oder Nickel-Cadmium Batterien enthält die NiFe Batterie kein Blei oder Cadmium und ist deshalb umweltfreundlicher. Auch besteht keine Brandgefahr wie bei der Lithium-Ionen Technologie. NiFe Batterien sind wartungsarm und tolerieren Überladung und Tiefentladung ohne Schäden. Die Lebensdauer beträgt über 20 Jahre. Für die stationäre Speicherung von schwankendem Photovoltaik-Strom zur Überbrückung der Nacht sind sie ideal.

Ein Wechselrichter wandelt die Gleichspannung der Batterie in die üblichen 230 V Wechselspannung und versorgt damit die angeschlossenen Verbraucher. Bei einer frei wählbaren unteren Batteriespannung (z.B. 24 V) schaltet der Wechselrichter automatisch auf das öffentliche Netz um und bei Erreichen einer oberen Spannung (z.B. 32 V) zurück auf die Batterie bzw. die von den PV-Modulen gelieferte Gleichspannung. Diese reservierte Restladung überbrückt einen Netzausfall für einige Stunden und kann die kritischen Verbraucher wie Heizungssteuerung und Kommunikation notfalls über Tage versorgen. Damit wird ein Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge in die eigene Hand genommen.

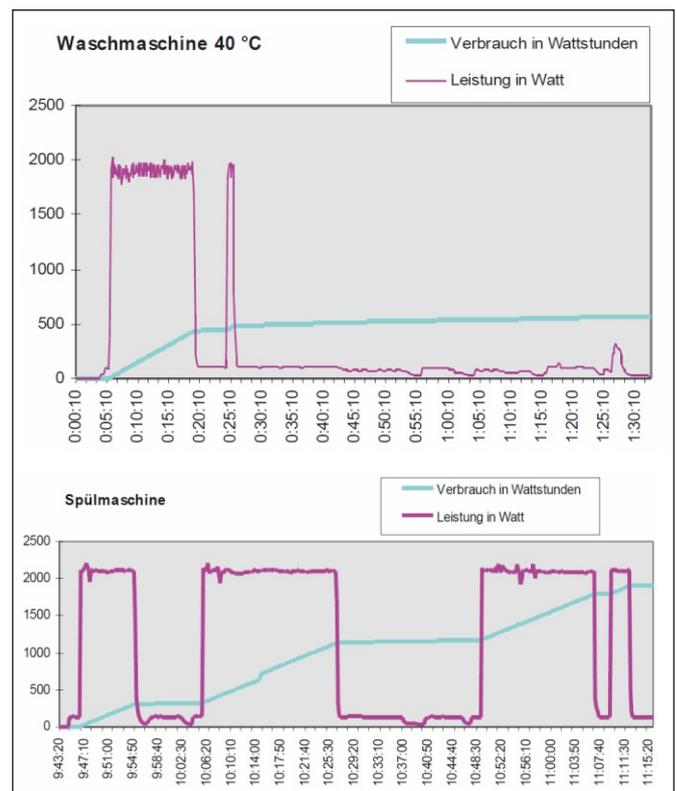
Sofern verfügbar wird zusätzliche Leistung über das unten beschriebene Lastmanagement an weitere Verbraucher abgegeben. Einige Verbraucher werden unverändert vom Netz versorgt.

Monitoring

Erhebliche Software und Hardware wurde eingesetzt, um das Verhalten der Anlage zu analysieren. Die Ergebnisse wurden

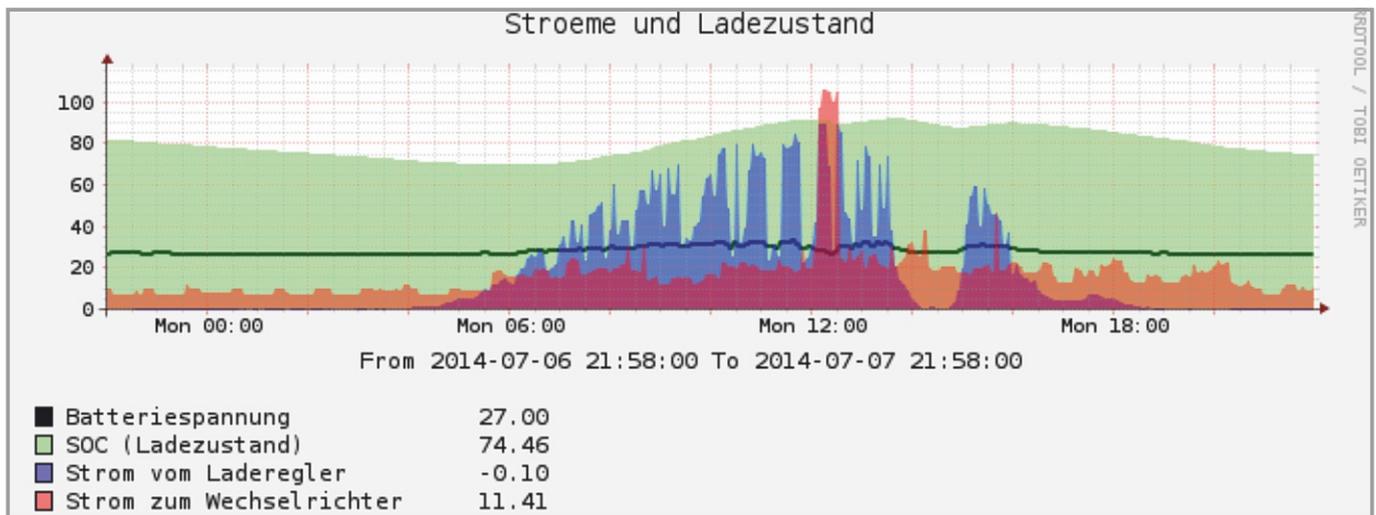
am Würmtaler Energietag wiederholt vorgetragen und sind im Internet abrufbar. (Bitte fordern Sie Zugang und Passwort per e-Mail an.)

Einerseits wurden alle relevanten Stromkreise mit automatisch auslesbaren Stromzählern versehen. Damit ist es möglich für die einzelnen Verbraucher einen Fingerabdruck der zeitabhängigen Leistung in Watt und des Energieverbrauchs in Wattstunden zu erstellen. Zwei Beispiele sind unten dargestellt. Stromfresser werden so eindeutig identifiziert und das trägt zum umweltfreundlichen Verhalten der Benutzer bei.



Andererseits werden sämtliche Daten der PV-Anlage mit einer eigenen Software im Sekundentakt abgefragt und stehen für spätere detaillierte Analysen zur Verfügung. Gleichzeitig werden die wesentlichen Daten mit CACTI, einem bei Computernetzen üblichen Überwachungsprogramm, in einem speziellen Archiv (Round Robin Archive) gespeichert und können im Internet abgerufen werden. Das folgende Bild zeigt als Beispiel den 6./7. Juli 2014 (Weltzeit!).

Die schwarze Linie zeigt die Batteriespannung in Volt. Der grüne Bereich zeigt den Ladezustand (SOC) der Batterie in Prozent an. Blau ist der PV-Ertrag vom Laderegler in Ampere entsprechend der Sonneneinstrahlung. Die rot-bräunliche Fläche zeigt den für die Verbraucher gezogenen Strom aus der Batterie zum Wechselrichter. Die Stromspitzen über 100 A (entsprechend etwa 2,3 kW) weisen auf die Waschmaschine hin. Der infolge der Überlagerung der Farben dunkelrot erscheinende Anteil ist die direkt von der Sonne zum Verbraucher geleitete Energie. Damit wird der Verlust durch die Zwischenspeicherung in der Batterie vermieden und der Wirkungsgrad ist am höchsten.



Lastmanagement

Ziel des Lastmanagement ist es die Geräte zeitlich so gestaffelt zu schalten, dass keine Überlastung der Stromkreise eintritt aber möglichst viel Energie direkt, das heißt mit hohem Wirkungsgrad, zu den Geräten fließt. Mit einem Blick auf die graphische Darstellung und einem zweiten zur Sonne kann man schnell erkennen, ob die Waschmaschine oder Spülmaschine jetzt oder besser später eingeschaltet werden soll. Dieses Lastmanagement ist wesentlich effektiver als Funksteckdosen, bei denen weder die zu erwartende Last noch die zu erwartende Sonneneinstrahlung berücksichtigt werden. Zudem ist bei vielen Haushaltsgeräten ein manuelles Beladen und zum Starten ein manueller Druck auf die Starttaste erforderlich. Erst die nächste Generation von Haushaltsgeräten wird sich über Internetschnittstellen vollständig steuern lassen. Die hier beschriebene PV-Anlage ist gedacht für die vielen bestehenden Häuser mit den vorhandenen Geräten ohne die es nicht gelingen wird, die Ziele der Energievision zu erreichen.

Im Verlauf des Pilotprojekts hat sich folgender Zustand eingestellt.

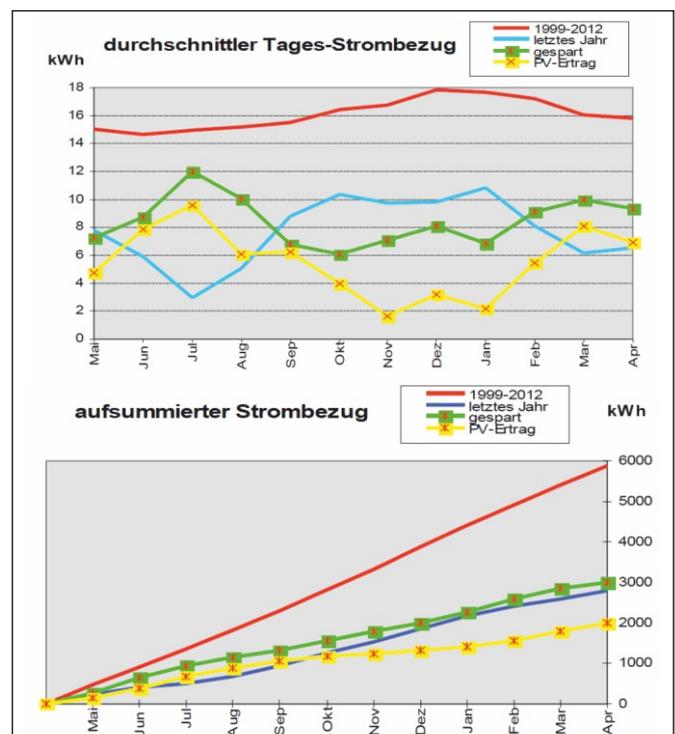
- Permanent von der Anlage versorgt werden die kritischen Verbraucher wie Heizungssteuerung, Telefon und der Computer, der die Anlage überwacht und als Internet-Server dient.
- Weniger kritische Geräte wie Gefrierschrank, Fernseher, elektrische Tore, Satelliten-Empfangsanlage sind standardmäßig angeschlossen und tragen zur Grundlast bei. Im Notfall werden diese aber nur zeitweise versorgt.
- Gezielt bei Sonnenschein zugeschaltet werden Verbraucher wie Waschmaschine, Trockner, Spülmaschine und dergleichen. Allerdings reicht die gewonnene Solarenergie allein nur selten aus, um diese Geräte mit ihren Spitzenanforderungen (Heizspiralen) zu versorgen.

Einsparung im Jahresvergleich

Die gewonnene Information und die graphische Präsentation haben auch das Verbraucherverhalten positiv beeinflusst. Dadurch wurde ein zusätzlicher Einspareffekt erzielt. Die folgenden Diagramme zeigen den durchschnittlichen Tages-Strombezug und den aufsummierten Strombezug in den Jahren seit Baufertigstellung 1999 bis 2012 (rot), den im letzten Jahr (blau = erstes Jahr voller Betrieb der PV-Anlage),

den Anteil der Sonne (gelb) und den resultierenden eingesparten Strombezug (grün). Trotz schlechtem Solar-Jahr war die eingesparte Energie deutlich über 50 % (die grüne Kurve ist stets über der blauen).

Die PV-Module haben bedingt durch die Dachneigung einen relativ flachen Winkel und sind fast nach Süden ausgerichtet. Diese Ausrichtung wäre günstig für einspeisende Anlagen und liefert maximalen Ertrag an schönen Sommertagen, wenn der momentane Strombedarf eher minimal ist. Für die hier vorgestellte Anlage wäre eine steilere Ausrichtung der PV-Module und damit ein höherer Ertrag im Winter günstiger. Bei bestehenden Häusern hat man jedoch meist keine Wahl. Aber



gerade Häuser mit Ost-West Ausrichtung des Daches, die bei einspeisenden PV-Anlagen oft unberücksichtigt blieben, sind für PV-Anlagen mit Batteriespeicher gut geeignet.

Erfreulicherweise amortisiert sich die Anlage abhängig von der Strompreisentwicklung in etwa 15 bis 20 Jahren und bietet sich besonders für Häuser mit dieser Standzeit als sinnvoller Beitrag zur Energievision an.