

Muster-Photovoltaikanlage für private Haushalte – Die Sonne schickt keine Rechnung

Die Stadt Garching fördert seit 1995 im Rahmen des Energiesparförderprogramms Gebäudesanierungen und neue Anlagentechniken für private Haushalte und Gewerbebetriebe vor Ort. Ende 2019 wurde das städtische Förderprogramm unter der fachlichen Begleitung der städtischen Energieberater wieder aktualisiert und zum 01.01.2020 in Kraft gesetzt.

Unter anderem werden bezuschusst:

- a) Maßnahmen zur Stromspeichertechnik bei Anlagen mit erneuerbaren Energien (Photovoltaik (PV), Windkraft, Blockheizkraftwerk, Wasserstoff, Biogas), soweit deren Stromertrag überwiegend (> 50%) zur Eigennutzung verwendet wird;
- b) netzunabhängige Elektroladestationen zur Nutzung von Elektrofahrzeugen.

Die Zuwendung für die Stromspeicher in Kombination mit erneuerbaren Energien richtet sich jetzt nach der Speicherkapazität und beträgt 500 €/kWh, bei Ladestationen wird sie von 800 auf 1.000 €/kWh erhöht, höchstens jedoch 3.000 € je Gebäude.

Haus mit Photovoltaik-Anlage und Energiespeicher in Garching

Die örtliche Agenda 21-Gruppe hat die technischen und ökonomischen Daten einer PV-Anlage für einen privaten Haushalt zur Verfügung gestellt und diese können als Richtwerte zur Planung einer eigenen PV-Anlage dienen. Bei dem Musterprojekt in Garching wurde Ende 2018 eine PV-Anlage mit 5 kWp Leistung auf einem Hausdach mit 48 Grad Neigung in Himmelsrichtung West – also in einer für PV nicht optimalen Ausrichtung – installiert (Abb.1).



Abb. 1 Photovoltaikanlage von 5 kWp Leistung, westseitig, in der Ausführung „all black“

Zusätzlich wurde ein Energiespeicher zur Erhöhung der Energieautarkie mit in Betrieb genommen.

Komponenten und Kosten der Anlage

Photovoltaik-Anlage

- 16 Stück schwarze "all black" Module, Modulleistung: 315 W, Wirkungsgrad 18,7%; Die Produktgarantie beträgt 12 Jahre, die Leistungsgarantie 25 Jahre mit 85% Leistung am Ende der Laufzeit;
- Wechselrichter: Leistung 5.5 kWp, Wirkungsgrad 96,2%.

Stromspeicher:

- Hochvolt Battery-Box mit Lithium-Eisenphosphat Technologie
Speicherkapazität: 6.4 kWh, Leistung 6,4 kW

Kosten für Lieferung und Montage:

- 16 PV Module und Wechselrichter 6.500 €
- Energiespeicher: 4.200 €
- Zusätze vor Ort (z.B. Smart meter) 1.800 €
- Gesamtkosten Installation 12.500 €
- Förderung der Stadt Garching -2.000 € (Förderung neu: -3000 €)
- Eigene Gesamtkosten o. MWSt. 10.500 €

Die PV-Anlage an einem sonnigen Tag im Februar und übers Jahr

Zur Illustration sind die verschiedenen Leistungsprofile für einen sonnigen Tag im Februar (21.02.2020) in Abb. 2a-c dargestellt. Es wurden an diesem Tag 10 kWh Strom erzeugt, die Autarkie war zu 85% erreicht, d.h. nur ca. 15% des Stroms wurden vom Kraftwerk bezogen.

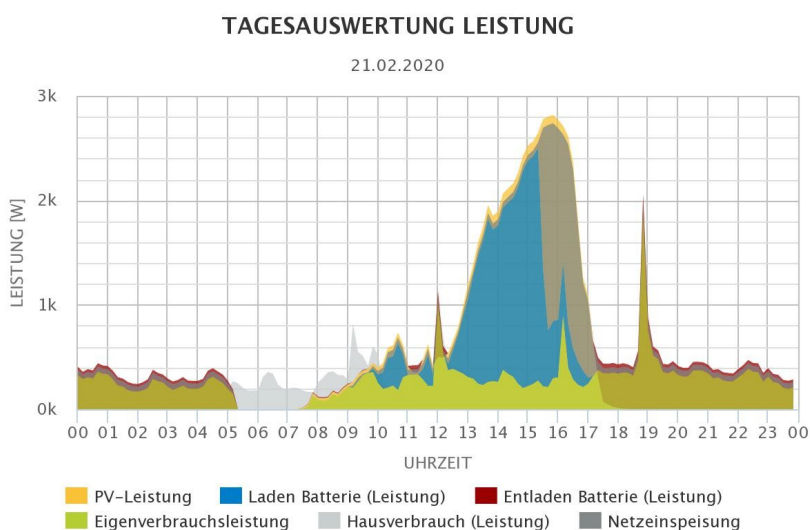


Abb.2a: Die verschiedenen Leistungsprofile am 21.2.2020: die obige Randkurve in Farbe gibt die durch PV erzeugte Stromleistung an. Bis 5 Uhr morgens kommt der Strom aus der Batterie, die graue Fläche danach zeigt den Bezug von Strom aus dem Kraftwerk an. Ab 8 Uhr wird PV-Strom erzeugt und teils selbst verbraucht (hellgrün), teils in die Batterie (blaue Fläche), teils in das Netz (graue Fläche) eingespeist. Nach 18 Uhr kommt der Strom aus der Batterie.

TAGESAUSWERTUNG VERBRAUCH

21.02.2020

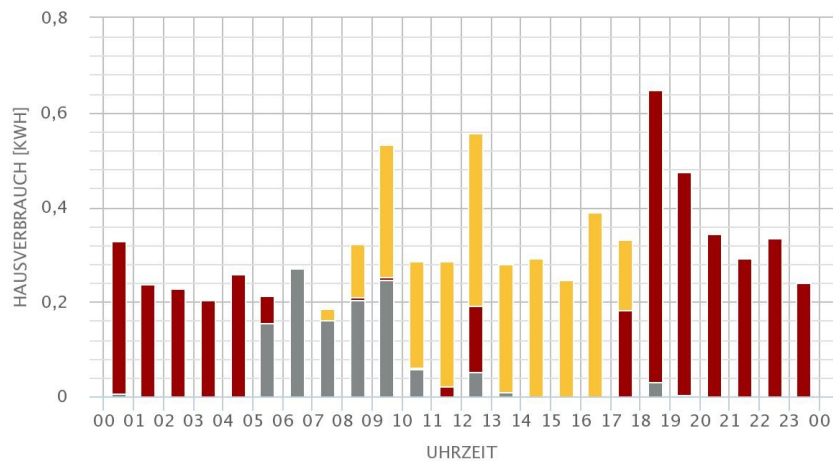


Abb. 2b: Der im Haushalt verbrauchte Strom wird durch die Batterie (rot), durch das Stromnetz vom Kraftwerk (grau) oder direkt von der PV Anlage (gelb) geliefert. Die PV-Stromerzeugung (gelb) beginnt schon kurz nach Sonnenaufgang um 7:15 Uhr im Osten, ab ca. 9 Uhr liefert die PV Anlage die 200 W täglichen Grundbedarf, lange bevor die Sonnenstrahlen die westlich ausgerichtete PV Anlage direkt treffen.

TAGESAUSWERTUNG BATTERIELADEZUSTAND

21.02.2020

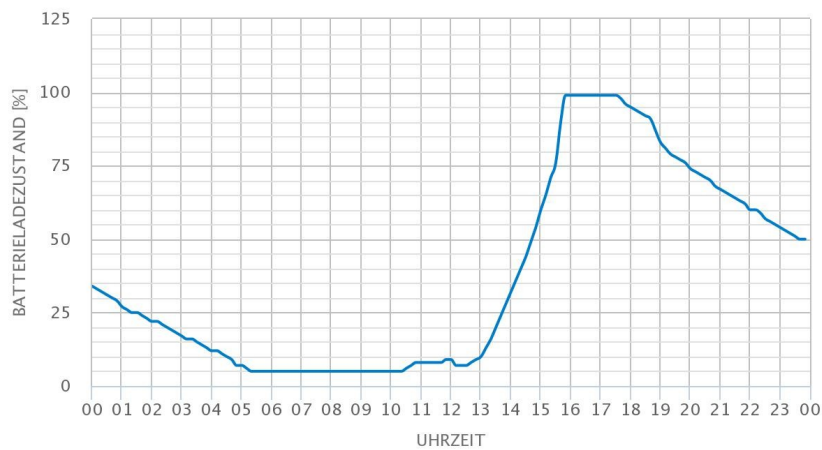


Abb. 2c: Die Batterie wird an diesem Februartag bis 5 Uhr entladen und hauptsächlich zwischen 12 und 16 Uhr aufgeladen, nach 18 Uhr wird der Strom aus der Batterie entnommen.

Eine Auswertung für das Jahr 2019 ist in Abb. 3 dargestellt. Die Autarkie, also die Abdeckung des Verbrauchs über Batterie und PV, beträgt in den Sommermonaten (April-September) mehr als 85%, bis Dezember fällt sie auf 20%. Im Jahresmittel beträgt sie 66%.

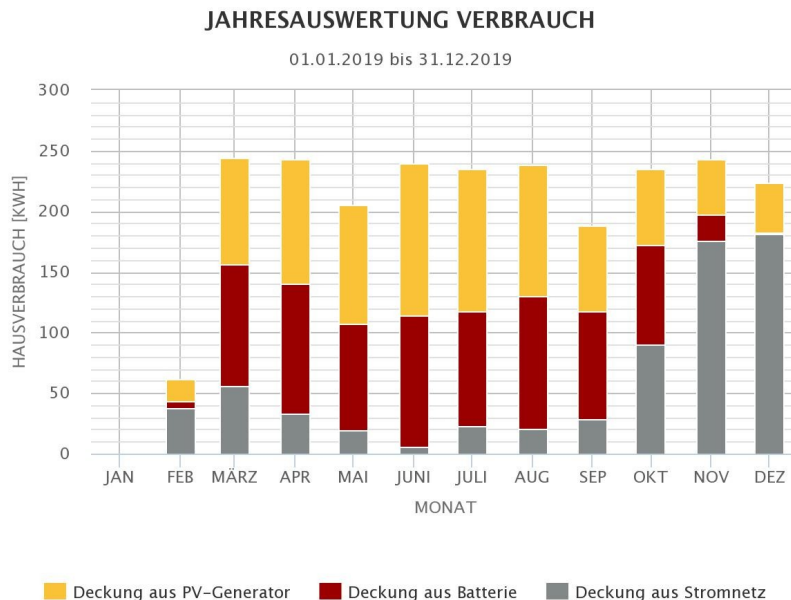


Abb. 3 Der Stromverbrauch nach Inbetriebnahme der Anlage am 21.2.2019: abgedeckt von der Batterie (rot), von der direkten PV Einspeisung (gelb) und vom Kraftwerk (grau)

Ergebnisse für das erste volle Betriebsjahr

Der PV-Stromertrag (E) im ersten vollen Betriebsjahr ab 21. Februar 2019 betrug 3.602 kWh. Der Gesamtstromverbrauch des Haushalts (V) betrug in diesem Jahr 2.787 kWh und wird abgedeckt durch direkten PV-Strom (V1= 971 kWh), Batteriespeicher (V2= 867 kWh) sowie durch Bezug vom Stromnetz (V3= 949 kWh), $V=V1+V2+V3$. Diese drei Komponenten sind von der gleichen Größenordnung. Der Eigenverbrauch (V4=V1+V2) betrug $V4=1.838$ kWh, die Netzeinspeisung ($V5=E-V4$), $V5= 1.764$ kWh.

Als Strompreis wird vergütet bei Netzeinspeisung 0,1171 €/kWh, bei Bezug ca. 0,28 €/kWh. Damit ergeben sich die Bilanzen:

Bilanz ohne PV: Kosten des Gesamtstromverbrauchs: $2.7867 \cdot 0,28 = 780$ € im Jahr

Bilanz mit PV und Batterie:

Autarkiegrad $(V-V3)/V = (V1+V2)/V$: **66%**

Eigenverbrauchsanteil: $(V1+V2)/E$: **51%**

Verkauf $E - V1 - V2 = 1764$ kWh -> 207 €; Einkauf $V3 = 949$ kWh -> 266 €; Zu zahlen: 59 EUR; eingespart 721 €.

Amortisationszeit: 14 Jahre (mit 2% jährliche Strompreisssteigerung: ca. 13 Jahre)

Bilanz mit PV ohne Batterie: eine entsprechende Rechnung ergibt hier einen Autarkiegrad von $V1/V = 35\%$, eine Zahlungsverpflichtung von 200 € und eine Einsparung von 580 € im Jahr. Die Amortisationszeit beträgt ca. 12 Jahre (mit 2% jährl. Strompreisssteigerung: 11 Jahre), sie ist also etwas

kürzer, wegen der noch relativ hohen Batteriepreise. Dieser Mehrpreis wird durch die aktuell höhere Garchingener Förderung teilweise kompensiert.

Ausblick und Fazit

Die Ausrichtung der PV-Anlage nach Westen und eine Dachneigung von 48° in dem hier vorgestellten Musterprojekt sind nicht optimal. Bei optimaler Ausrichtung (nach Süden bei einer Dachneigung von 28°) würde eine 1 kWp PV-Anlage etwa 1.000 kWh Strom im Jahr liefern, unsere Musteranlage also jährlich etwa 5.000 kWh. Tatsächlich werden aber nur 3600 kWh, also etwa 72 % des Wertes der optimalen Ausrichtung erreicht. Durch den niedrigeren Sonnenstand im Winter, hat die PV-Anlage mit hoher Neigung dafür Vorteile in dieser Jahreszeit und die Stromerträge und der Eigenverbrauch sind dann etwas höher, dasselbe gilt auch für eine Ost-West Ausrichtung.

Die technische Entwicklung von PV Modulen hat in der letzten Zeit beträchtliche Fortschritte gemacht, insbesondere liefert nicht nur die direkte Einstrahlung sondern auch diffuses Licht einen Beitrag zur Stromerzeugung (s.Abb. 2b). Die Absenkung der Einspeisevergütung wird deswegen von einer höheren Effizienz begleitet. Die Batterieentwicklung wird durch die e Mobilität weiter angeschoben werden.

Die Kosten der Musteranlage von ca. 10.000 € verstehen sich ohne MWSt. Das setzt voraus, dass die Anlage als Gewerbebetrieb geführt und die Einnahmen beim Stromverkauf für einige Jahre versteuert werden. Nur dann kann man die MWSt bei der Anschaffung als Vorsteuer absetzen. Alternativ kann man sich den Kontakt mit dem Finanzamt sparen, wenn man auf die netto „Gesamtkosten Installation“ die MWSt bezahlt, hier 2.375 € zusätzlich.

Auch bei einer nicht-optimalen Ausrichtung der PV-Anlage wie in unserem Musterprojekt ist eine solche Investition nachhaltig und klimafreundlich. Die dezentrale Eigenversorgung von Strom ist sicher und preisstabil und macht unabhängig von externen Versorgern. Vorallem der Betrieb mit Batterie gewährleistet einen etwa doppelt so hohen Autarkiegrad wie der Betrieb ohne Batterie und damit auch erhöhte Preissicherheit. Dieser Vorteil lässt die etwas längere Amortisationszeit eher verschmerzen. Durch eine solche zukunftsfähige und emissionsfreie Energieversorgung kann ein kleiner Schritt von jedem Einzelnen in Richtung Energiewende zurückgelegt werden.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte direkt an die Energieberater in der Sprechstunde der Stadt Garching oder an die Agenda 21 Garching. Es ist geplant, zeitnah eine Veranstaltung zu dem Thema PV zu organisieren.