

# 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 Elektromobilen.

Die Zuwendung für die Stromspeicher in Kombination mit erneuerbaren Energien richtet sich jetzt nach der Speicherkapazität und beträgt 500 € pro kWh, bei Ladestationen wird sie von 800 auf 1000 €/kWp erhöht. Die Zuwendung für diese Maßnahme beträgt höchstens 3.000 € je Gebäude.

### Photovoltaik-Anlage mit Energiespeicher

#### am Beispiel eines Einfamilienhauses 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. Zusätzlich wurde ein Energiespeicher zur Erhöhung der Energieautarkie mit in Betrieb genommen. Die 27 qm große Photovoltaik-Anlage besteht aus 16 schwarzen „all black“ Modulen mit ei-

ner Leistung von je 315 W, sowie dem Stromspeicher, einer Batterie-Box in Lithium-Eisenphosphat-Technologie mit einer Speicherkapazität von 6,4 kWh.

Die Kosten für Lieferung und Montage der Gesamtanlage betragen zum Zeitpunkt seiner Anschaffung (2018) insgesamt 12.500 € netto (ohne Förderung). Die Förderung betrug 2000 €, aktuell würde sie 3000 € betragen.



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

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

Zur Illustration sind für einen winterlichen, aber sonnigen Tag (21.02.2020) in Abb. 2 – 4 verschiedene Stromkomponenten in ihrem Tagesverlauf dargestellt: in Abb. 2 der gesamte PV-Stromertrag, der sich an diesem Tag auf 10 kWh aufsummiert, in Abb. 3 die Anteile des Haushaltsstroms, die von der Batterie, von der PV Anlage direkt und vom Kraftwerk bezogen wurden. An diesem Tag war die Autarkie zu 85% erreicht, d.h. nur ca. 15% des Stroms wurden vom Kraftwerk bezogen. Bemerkenswert ist, wie aus Abb. 3 ersichtlich, dass die PV Anlage schon ab ca. 9 Uhr, kurz nach Sonnenaufgang um 7:15 Uhr im Osten den täglichen Grundbedarf von 200 W liefert, lange bevor die Sonnenstrahlen die westlich ausgerichtete PV Anlage direkt treffen. Abb. 4 zeigt den Tagesverlauf des Batterie-ladestandes.

Eine Auswertung für das Jahr 2019 ist in Abb. 5 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%.

### Ergebnisse für das erste volle Betriebsjahr

Im ersten vollen Betriebsjahr ab 21. Februar 2019 wurden 3.602 kWh Strom erzeugt. Der Gesamtstromverbrauch des Haushalts von 2.787 kWh wurde zu etwa gleichen Teilen abgedeckt durch direkten PV-Strom (971 kWh), über die Batterie (867 kWh) sowie vom Stromnetz (949 kWh). Der Eigenverbrauch (PV+Batterie) betrug somit 1.838 kWh, die Netzeinspeisung 1.764 kWh. Die Strommenge wird vergütet bei Netzeinspeisung mit 0,1171 €/kWh, bei Bezug vom Netz mit ca. 0,28 €/kWh. Damit ergeben sich folgende Bilanzen:

**ohne PV:** die Kosten des Gesamtstromverbrauchs von 2.7867 kWh betragen 780 € im Jahr.

**mit PV und Batterie:** der Verkauf von 1764 kWh bringt 207 €, der Einkauf von 949 kWh kostet 266 €, somit bleiben zu zahlen 59 € und es werden 721 € eingespart. Dabei beträgt der Autarkiegrad 66%, der Eigenverbrauchsanteil 51%. Die Amortisationszeit ergibt sich zu 14 Jahren (mit 2% jährlicher Strompreissteigerung ca. 13 Jahren)

**mit PV ohne Batterie:** eine entsprechende Rechnung ergibt hier einen Autarkiegrad

35%, eine Zahlungsverpflichtung von 200 € und eine Einsparung von 580 € im Jahr. Die Amortisationszeit beträgt ca. 12 Jahre (mit 2% jährl. Strompreissteigerung: 11 Jahre), sie ist also etwas kürzer, wegen der noch relativ hohen Batteriepreise. Dieser Mehrpreis wird durch die aktuell höhere Garchinger Förderung teilweise kompensiert.

### Ausblick und Fazit

Die Ausrichtung der PV-Anlage nach Westen und eine Dachneigung von 48° in unserem Musterprojekt sind nicht optimal. Die jährlich erzeugten ca. 3600 kWh entsprechen nur 72% der 5000 kWh, die bei optimaler Ausrichtung nach Süden bei einer Dachneigung von 28° zu erwarten wären (1000 kWh/kWp). Vorteile für eine Anlage mit größerer Dachneigung ergeben sich im Winter, da bei niedrigerem Sonnenstand der Stromertrag und der Eigenverbrauch etwas höher sind. Solche Vorteile ergeben sich auch für eine Ost-West Ausrichtung.

Die Verbesserung der Effizienz von PV-Modulen hat in der letzten Zeit beträchtliche Fortschritte gemacht, welche die Absenkung der Einspeisevergütung begleitet. Insbesondere liefert nicht nur die direkte Einstrahlung sondern auch diffuses Licht einen Beitrag zur Stromerzeugung (s. Abb. 3). Die Batterieentwicklung profitiert derzeit vom Bau von e-Autos.

Zu den Gesamtkosten der Musteranlage von ca. 12.500 € kommt noch die MWSt auf den Kaufpreis (hier 2.375 €). Diese entfällt, wenn die Anlage als Gewerbebetrieb geführt wird und die Einnahmen beim Stromverkauf für einige Jahre versteuert werden.

Auch bei nicht-optimaler Ausrichtung der PV-Anlage wie in unserem Beispielprojekt ist die Nutzung der Sonnenenergie nachhaltig und klimafreundlich, da sie Ressourcen schont und CO2 Emissionen vermeidet. Außerdem macht sie unabhängiger von externen Versorgern und damit zuverlässiger. Vor allem der Betrieb mit Batterie verdoppelt in etwa den Autarkiegrad und erhöht damit auch die Preissicherheit. Dieser Vorteil lässt die etwas längere Amortisationszeit eher verschmerzen. Durch eine solche zukunftsfähige und emissionsfreie Energieversorgung kann ein wichtiger Beitrag von jedem Einzelnen in Richtung Energiewende geleistet werden.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte direkt an die Energieberater in der Sprechstunde der Stadt Garching oder an die Agenda 21 Garching. Auf der Agenda Homepage findet sich ein Bericht mit mehr Details. Es ist geplant, zeitnah eine Veranstaltung zu dem Thema PV zu organisieren.

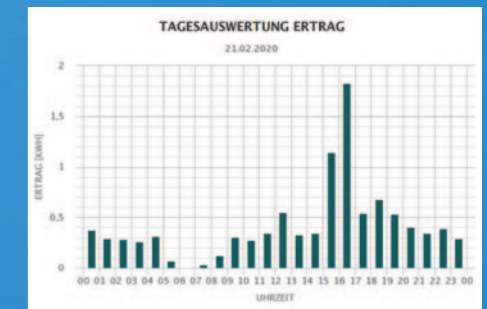


Abb. 2 Tagesverlauf des gesamten Stromertrags von direkter PV und Batterie



Abb. 3 Stromverbrauch abgedeckt durch die Batterie (rot), durch PV direkt (gelb) oder durch das Kraftwerk (grau)

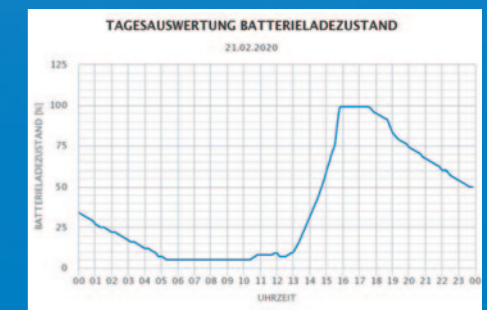


Abb. 4 Der erzeugte Strom lädt die Batterie auf 100% auf zwischen 12 und 16 Uhr, danach wird er ins Netz eingespeist oder im Haus verbraucht.

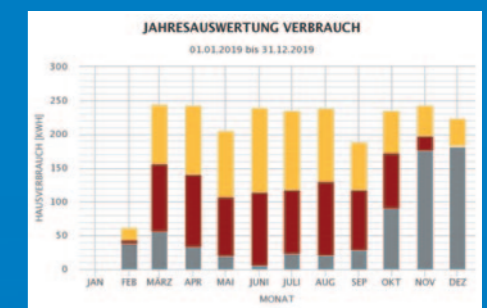


Abb. 5 Der Stromverbrauch nach Inbetriebnahme am 21.2.2019: abgedeckt von der Batterie (rot), von der PV direkt (gelb) oder vom Kraftwerk (grau)