

Photovoltaik Eigenverbrauch

Optimierung mit Wärmeerzeugung

Optimierung bedeutet nicht Maximierung des Eigenverbrauchs

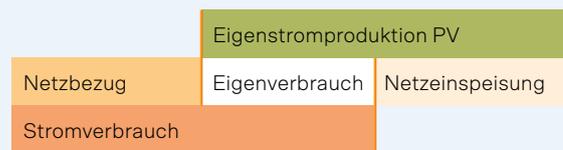
Ist eine Erhöhung des Eigenverbrauchs sinnvoll?

Eine Erhöhung des selbst verbrauchten PV-Stromes (= Eigenverbrauch) macht für die Eigner der Anlage ökonomisch nur dann Sinn, wenn damit auch eine wesentliche Reduktion des Netzstrombezuges erreicht werden kann. Resultiert keine oder nur wenig Reduktion des Netzbezuges, so ist das Ergebnis für die Eigner der Anlage finanziell negativ. Auch für das Gesamt-Energiesystem der Schweiz würde in diesem Fall wertvolle Energie verloren gehen, welche jemand in der Nachbarschaft hätte nutzen können oder welche ein Energie-Dienstleister für die Speicherung und Umwandlung in nutzbare Energieformen hätte verwenden können.

Eine reine Erhöhung des Eigenverbrauchs nur um ihrer selbst willen, ohne gleichzeitig eine Reduktion des Einkaufs von Netzstrom oder anderer Energieträger zu erreichen, ist nachteilig für den Besitzer der Anlage und für das Schweizer Energiesystem.

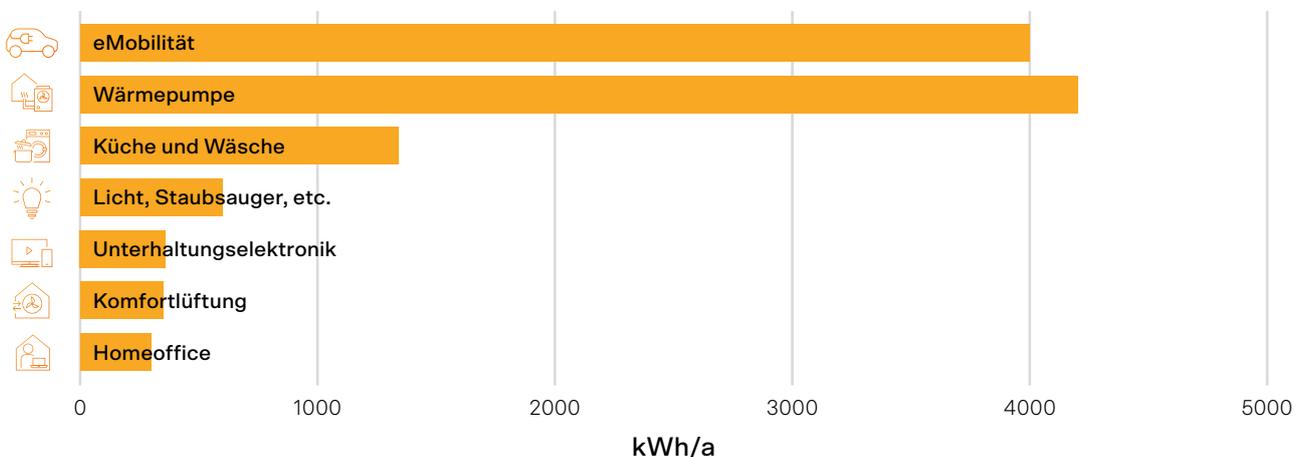
ⓘ Ausgangslage

Die Förderung der Photovoltaik (PV) hat sich verschoben von der «Kostendeckenden Einspeisevergütung» hin zu Einmalvergütungen, respektive einem Zuschuss an die Investitionskosten. Die Netzbetreiber sind allerdings verpflichtet, den eingespeisten Strom abzunehmen und zu vergüten. Im Mittel liegen die Einspeisetarife 2022 bei etwa 10 Rp/kWh. Gleichzeitig liegen die Strombezugskosten meist eher bei 21 Rp/kWh. Damit lohnt es sich für die Besitzer von PV-Anlagen, den selbst produzierten Strom auch selber zu verbrauchen, wenn sie damit ihren Netzstrombezug entsprechend reduzieren können.



Die wichtigsten Verbraucher

Die mengenmässig mit Abstand wichtigsten Verbraucher elektrischer Energie im und ums Gebäude sind die Mobilität und die Wärmeerzeugung, sofern diese über eMobilität, respektive über Wärmepumpen erfolgen.



Grafik 1: Die wichtigsten Stromverbraucher im Haushalt

In der Regel lohnt sich mittelfristig meist die solare Nutzung der gesamten geeigneten Dachfläche.

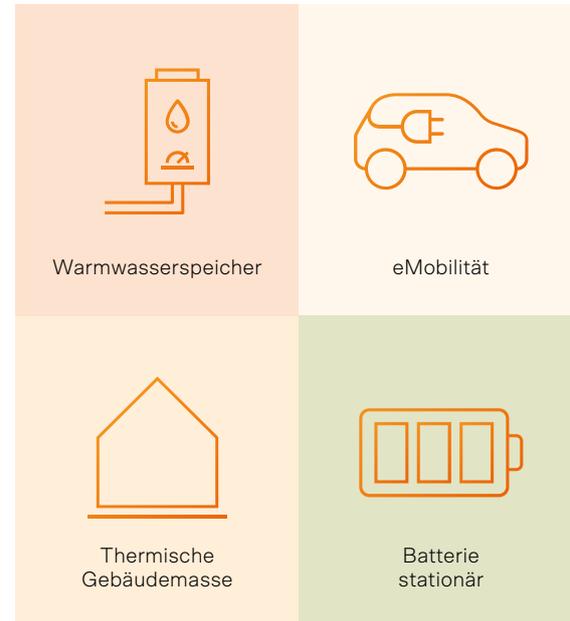
Dimensionierung PV

Auch bei Liegenschaften ohne Wärmepumpe oder eMobilität sollte damit gerechnet werden, dass diese Verbraucher in naher Zukunft hinzukommen. Soll die PV Anlage über ein Jahr gesehen mindestens so viel elektrische Energie liefern, wie vor Ort verbraucht wird (Netto-Null Bilanz am Stromzähler) so erhöhen eMobilität und Wärmepumpe die erforderliche PV-Anlagengröße für einen typischen Haushalt von ca. 3 bis 4 kWp auf über 10 kWp. In der Regel lohnt sich deshalb mittelfristig meist die solare Nutzung der gesamten Dachfläche, mit Ausnahme von nach Norden geneigten Flächen.

Energiespeicher

Soll bei gegebener PV-Anlage der Netzstrombezug durch den Einsatz von eigenem PV-Strom weiter reduziert werden, so geht dies praktisch nur über den Einsatz von Energiespeichern. Energiespeicher sind zum Beispiel Warmwasserspeicher, Elektrofahrzeuge, thermische Gebäudemasse oder stationäre Batteriespeicher. Hierfür benötigt es meist eine entsprechend intelligente Regelung.

Achtung: Auf Grund von Energie- und Effizienzverlusten bei der Speicherung von Energie ist mehr Eigenverbrauch nicht unbedingt besser.



Grafik 2: Die wichtigsten Speichermöglichkeiten

Ökonomische Betrachtungen

Aus ökonomischer Sicht sollte immer die Frage im Vordergrund stehen, ob eine Massnahme zur Erhöhung des Eigenverbrauchs auch den Netzstrombezug so weit reduziert, dass ein finanzieller Vorteil resultiert. Am schnellsten zahlt sich aus, was keine zusätzlichen Investitionen benötigt, und mit wenig Effizienzverlusten realisiert werden kann.

Dies ist zum Beispiel:

- Beladung Warmwasserspeicher über Wärmepumpe kurz nach dem Mittag anstatt in der Nacht, sowie
- Beladen Elektrofahrzeug dann wenn PV-Strom verfügbar ist.

Massnahmen, welche ohne Zusatzkosten alleine durch Reglereinstellungen umgesetzt werden können, sind ökonomisch von Vorteil, wenn die Netto-Stromkosten dadurch gesenkt

werden können. Deshalb sind Eigenverbrauchsmassnahmen dann rentabel, wenn deren Effizienzverluste gering sind und wenn das Verhältnis von Strom-Bezugstarif zum Strom-Einspeisetarif hoch ist.

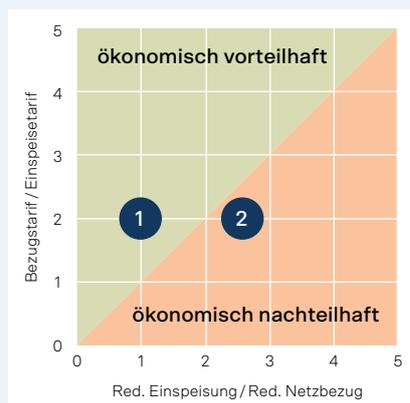
Bei hohen Effizienzverlusten fällt die Reduktion der Netzeinspeisung deutlich höher aus als die Reduktion des Netzstrombezugs (siehe Beispiel 2 unten).

Netto-Stromkosten

$$= \text{Netzbezug} \cdot \text{Bezugstarif} - \text{Netzeinspeisung} \cdot \text{Einspeisetarif}$$

Beispiel

Ist der Strombezugstarif doppelt so hoch wie der Einspeisetarif (y-Achse: 2, zum Beispiel 20 vs. 10 Rp/kWh), und führt eine Erhöhung des Eigenverbrauchs um 10 kWh auch zur Reduktion derselben Menge an Netzstrombezug (keine Verluste, x-Achse: 1), so ist dies finanziell vorteilhaft **1**. Führt jedoch bei diesen Tarifen eine Erhöhung des Eigenverbrauchs um 10 kWh auf Grund von Verlusten oder Ineffizienz nur zu einer Reduktion von 4 kWh beim Netzbezug (x-Achse $10/4 = 2.5$), so ist dies ein finanzielles Verlustgeschäft **2**.



Grafik 3: Ökonomisch oder nicht?

Diagramme zur Auslegung

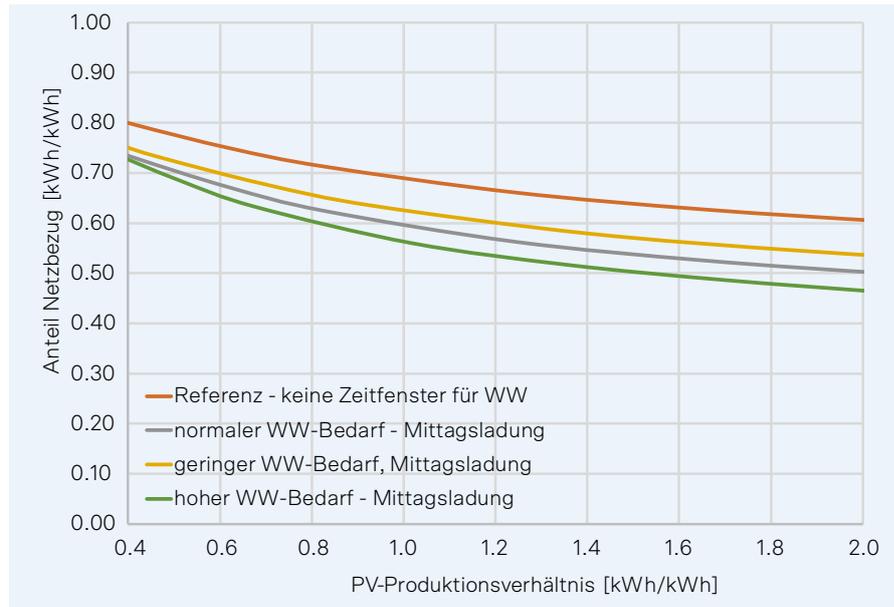
Wie weit der Netzstrombezug von Wohngebäuden typischerweise reduziert werden kann durch eine PV-Anlage, kann anhand von Grafik 4 abgelesen werden. Dabei wird der Ertrag der PV-Anlage im Verhältnis zum Strombedarf des Gebäudes und seiner Bewohner als «PV-Produktionsverhältnis» dargestellt.

PV-Produktionsverhältnis

Ein PV-Produktionsverhältnis von 1.6 bedeutet, dass der jährliche PV-Ertrag 1.6 mal so gross ist wie der Bedarf an elektrischer Energie im gleichen Zeitraum. Bei diesem Verhältnis wird, ohne Batterie und ohne Einbezug des Warmwassers (WW), der Netzstrombezug typischerweise um etwas weniger als 40% reduziert (rote Linie: Anteil Netzbezug > 60%).

Einbezug des Warmwassers

Im Falle einer Warmwassererzeugung über eine Wärmepumpe wird der elektrische Energiebedarf der Wärmepumpe zum Haushaltsstromverbrauch hinzu gezählt. Kann die Wärmepumpe zu irgendwelchen Tageszeiten den Speicher beladen (keine Ladezeitfenster programmiert), so gilt ebenfalls die rote Linie welche für Haushalte ohne WW-Wärmepumpe gilt. Ist jedoch die Beladung über ein Zeitfenster ausschliesslich am frühen Nachmittag freigegeben, oder erfolgt die Beladung PV-gesteuert, so gelten die tieferen Linien für den Netzstrombezug. Die Differenzen zwischen der roten und den übrigen Linien zeigen, dass eine erhebliche Senkung des Netzstrombezuges nur schon dadurch erreicht werden kann, dass die Beladung des Warmwasserspeichers jeweils zu Zeiten mit hoher Wahrscheinlichkeit solarer Einstrahlung erfolgt.



Grafik 4: Reduktion Netzstrombezug mit WP für Warmwasser

Raumheizung

Eine zusätzliche Optimierung kann bei grosszügig dimensionierten PV-Anlagen erreicht werden, indem die thermische Masse des Gebäudes als Wärmespeicher bewirtschaftet wird. Dies stellt spezifische Anforderungen an die Regelung des Wärmeabgabesystems und sollte durch entsprechend geschulte Fachpersonen geplant werden.

Batteriespeicher

Mit einem stationären Batteriespeicher kann der Netzstrombezug weiter reduziert werden, da damit auch der Haushaltsstrombedarf abgedeckt werden kann. Hierfür reicht in der Regel eine Speichergrosse welche 50-75 % des Tages-Strombedarfs des Haushalts entspricht. Kann die Batterie eines Elektrofahrzeuges verwendet werden zum Ein- und Auspeichern (bidirektionales Laden), so erübrigt sich die Anschaffung eines zusätzlichen Batteriespeichers, da die Fahrzeugbatterien ein vielfaches der erforderlichen Speicherkapazität aufweisen.

Elektroheizstäbe

Die Versuchung ist gross, bei verfügbarem PV-Strom nach dem Ausschalten der Wärmepumpe mit einem Elektroheizstab weiter zu heizen. Dadurch resultiert vor allem weniger Netzeinspeisung, jedoch praktisch keine Reduktion des Netzstrombezuges. So lange der Besitzer oder Betreiber für die (entgangene) Netzeinspeisung entschädigt worden wäre, resultiert ein finanzieller Verlust.

Fazit

Die wirtschaftlichsten Massnahmen zur Optimierung des Eigenverbrauchs sind jene, welche erreicht werden können über rein regeltechnische Ausnutzung von Speicherkapazitäten, welche sowieso vorhanden sind. Dies sind zum Beispiel Warmwasserspeicher in Kombination mit Wärmepumpe oder Elektromobilität. Stationäre Batteriespeicher sind bei den derzeitigen Kosten und Effizienzverlusten in der Regel nicht rentabel, und von der Verwendung von Elektroheizstäben wird abgeraten.

Zusammenfassung der Empfehlungen

- PV-Anlagen sollten möglichst grosszügig (in der Regel ganze geeignete Dachfläche) dimensioniert werden, da der Ertrag mittelfristig auch dann für Elektromobile und Wärmepumpen gewinnbringend eingesetzt werden kann, wenn diese derzeit noch nicht vorhanden sind.
- Zielgrössen der Eigenverbrauchs-Optimierung sollten die Reduktion des Netzstrombezugs sowie die Minimierung der jährlichen Netto-Stromkosten sein. Eigenverbrauchsquote und Autarkiegrad zu maximieren führt zu ineffizienten Systemen und zu energetischen und finanziellen Verlusten.
- Kosteneffizient ist die Koppelung der PV-Produktion mit anderen Verbrauchern, z.B. dem Laden von Wärmespeichern über Wärmepumpen oder dem Aufladen von Elektrofahrzeugen. Die einfachste und kostengünstigste Möglichkeit um den Netzstrombezug durch PV-Eigenverbrauch zu verringern besteht darin, Warmwasserladungen durch Wärmepumpen auf Zeiten mit hohem PV-Ertrag zu legen.
- Zusätzlich kann das Gebäude als Speichermasse verwendet werden, wenn auch die Raumwärme über eine Wärmepumpe bereitgestellt wird. Dies ist vor allem bei Gebäuden mit Fussbodenheizung attraktiv, wenn die PV-Anlage grosszügig

dimensioniert ist. Diese Fälle sind jedoch komplex und können nicht mehr mit einfachen Diagrammen ausgelegt werden. Auf Grund der speziellen Anforderungen an die Raumwärmeverteilung und -regelung sind hierfür entsprechend geschulte Experten beizuziehen.

- PV-Strom betriebene Elektroheizstäbe in Kombination mit Wärmepumpen führen in aller Regel zu energetischen und finanziellen Verlusten und können nicht empfohlen werden.
- Über Batteriespeicher kann der Netzstrombezug weiter reduziert werden. Es empfiehlt sich, hierfür in erster Linie Batterien von Elektrofahrzeugen zu verwenden, welche bidirektional beladen werden können. Auf Grund der hohen Speicherkapazitäten der Fahrzeuge sind zusätzliche Hausbatterien in der Regel nicht notwendig.

Weiterführende Literatur

- www.energieschweiz.ch/gebaeude/eigenverbrauch/
- [Leitfaden Eigenverbrauch, EnergieSchweiz, Juli 2021](#)
- [Wärmepumpen und PV – Planungsgrundlagen für Wohnbauten \(EFH und MFH\), EnergieSchweiz, Oktober 2021](#)
- [Stationäre Batteriespeicher in Gebäuden, EnergieSchweiz, Artikelnummer 805.529.D](#)
- [Handbuch Solarstrom-Eigenverbrauch optimieren, EnergieSchweiz, 2020, Artikelnummer 805.529.D](#)
- [MINERGIE WISSEN: Kühlen mit PV – Optionale Haustechnik für das Minergie-Gebäude](#)

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
twitter.com/energieschweiz