



Bericht vom 22.03.2018

Schlussbericht zum Pilotprojekt: Batteriespeicher Reiheneinfamilienhaus Nassackerstrasse in Schlieren



© Viridén + Partner AG, Zürich.



Schlussbericht zum Pilotprojekt PP-15-05
Batteriespeicher Reiheneinfamilienhaus
Nassackerstrasse in Schlieren

Datum: 22.03.18

Ort: Zürich

Subventionsgeberin:
Kanton Zürich Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Abteilung Energie
Stampfenbachstrasse 12
8090 Zürich
www.energie.zh.ch

Subventionsempfänger:
Viridén + Partner AG
Zweierstrasse 35, 8004 Zürich
www.viriden-partner.ch

Autoren:
Karl Viridén, Viridén + Partner AG, viriden@viriden-partner.ch
Joel Meier, Viridén + Partner AG
Marcel Streit, Streit AG elektro & telecom

Batterie:
Solarmarkt GmbH, 5000 Aarau
www.solarmarkt.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Projektziele	4
Beschreibung der Systemarchitektur	5
Auslegung und Regelung des Batteriespeichers.....	6
Auswertung des Lastgangs des Stromverbrauchs	8
Auswertung der PV-Produktion	10
Auswertung des Ladezustandsverlaufes der Batterie.....	12
Eigenverbrauchsgrad und Autarkiegrad.....	14
Rentabilität: Stromproduktion und Rückspeisung ans Netz oder mit Batteriespeicher	16
Fazit	17
Referenzen	18



Projektziele

Damit die Energiewende erfolgreich umgesetzt werden kann, müssen zu verschiedenen Themen Lösungen gefunden werden. Eines davon ist die dezentrale Energieproduktion, welche in Form von privaten Photovoltaikanlagen auf Hausdächern auftritt. Da Photovoltaikanlagen nur Tagsüber und bei genügend Einstrahlung Energie produzieren, wird meist nur ein Teil direkt vor Ort verbraucht. Die überschüssige Energie wird ins Stromnetz des lokalen Energieunternehmens eingespeisen.

Dies führt zu Kosten auf beiden Seiten. Das Energieunternehmen ist zuständig für die Unterhaltung des Stromnetzes und der Eigentümer der Anlage zahlt meist mehr für den bezogene als die eingespeisene Energie. Aus diesen Gründen ist ein möglichst hoher Eigenverbrauchsgrad, teilweise Autarkiegrad, anstrebenswert.

Das Reiheneinfamilienhaus an der Nassackerstrasse 29 in Schlieren produziert den grössten Teil seiner benötigten Energie (Strom und Wärme) selbst mit einer Thermischen Sonnenkollektoren- und einer Photovoltaikanlage und deckt den Energieverbrauch in der Jahresbilanz fast. Je nach Jahr liegt die Abdeckung in der Jahresbilanz zwischen 78 und 90% (100% entspricht einem PlusEnergieBau). Davon kann ohne eine Batterie in etwa ein Viertel des Strom-Eigenverbrauchs zeitgleich gedeckt werden.

Durch den Einsatz einer Batterie soll die direkte Nutzung des eigenen Photovoltaikstroms (Eigenverbrauchsgrad) erhöht werden und damit auch der Anteil am Jahresverbrauch (Autarkiegrad). Die Batterie dient primär dafür die „überschüssige“ Tagesproduktion an Photovoltaikstrom für die Nacht zu speichern.

Dafür werden Messungen und Auswertungen in drei Schritten erfolgen. Im ersten Messjahr wird die Situation ohne Batterie analysiert. Im zweiten Messjahr ist der Einsatz einer 5,5 kWh Batterie vorgesehen und für das dritte Messjahr sollen 11 kWh eingesetzt werden.

Messanordnung

Messjahr „1“ – Eigenbedarfsabdeckung ohne Batterie	1. Juli 2014 bis 30. Juni 2015
Einbau der Batterie	Juli / August 2015
Messjahr „2“ – Eigenbedarfsabdeckung mit 5,5 kWh Batterie	1. Sept. 2015 bis 31. Aug. 2016
Erweiterung der Batterie auf 11 kWh	Sept. 2016
Messjahr „3“ – Eigenbedarfsabdeckung mit 11 kWh Batterie	1. Okt. 2016 bis 30. Sept. 2017

Durch den Einsatz des dreistufigen Verfahrens kann für diesen Gebäudetyp und Photovoltaikanordnung aufgezeigt werden, wie hoch die Eigenbedarfsabdeckung gehen kann und wie sich die Investition im Verhältnis zur Eigenbedarfsabdeckung bei diesen drei Stufen (ohne Batterien, mit 5,5 kWh und 11 kWh) verhält.

Daraus kann eine grobe Empfehlung abgeleitet werden, ab welchem Batteriepreis sich welche Energiemenge für die Eigenbedarfsdeckung lohnt. Zudem können Aussagen über die Anzahl und die Art der Zyklen (ganze, teilweise Ladung/ Entladung) aufgezeigt werden.



Beschreibung der Systemarchitektur

Das mittlere Reiheneinfamilienhaus Nassackerstrasse 29 in 8952 Schlieren wurde vom Oktober 2010 bis Februar 2011 umfassend saniert. Aus energetischer Sicht wurde die Sanierung und Zertifizierung zum Minergie® Standard vorgenommen. Die Wärmeenergie wird mittels eines thermischen Solarkollektors mit einer Fläche von 9,2 m² und einem Pelletholzspeicherofen im Wohnzimmer bereitgestellt. Zusätzlich kann bei Bedarf der Wärmespeicher direkt mit Elektrizität (nach-)geheizt werden. Die Wohnungslüftung wurde mit integrierter Wärmerückgewinnung realisiert. Folgende Kennwerte wurden erreicht:

U-Werte der Haupt-Gebäudehülle im Bereich von	< 0,1 W/m ² K
Heizwärmebedarf alt (Elektrospeicher Ofen)	105 kWh/m ² a EBF
Heizwärmebedarf saniert (ohne Lüftung)	21,7 kWh/m ² a EBF
Heizwärmebedarf saniert (mit Lüftung)	11,7 kWh/m ² a EBF
Energiebezugsfläche	139,5 m ²
Bewohner	4 Personen

Auf dem Dach wurde eine Photovoltaikanlage horizontal in die Lukarnen integriert und am 7. Sept. 2012 in Betrieb genommen. Die Anlage hat eine Ausrichtung gegen Süden und eine Aufständigung von ca. 5°. Auf einer Fläche von 20,8 m² wurden 15 Photovoltaikmodule vom Typ Panasonic / Sanyo mit einer Leistung von je 250 Wp installiert. Das ergibt eine Gesamtleistung von 3,75 kWp. Als Wechselrichter wurde ein Kostal Piko 4,2 eingesetzt.

Nach rund fünf Jahren Betrieb sind folgende durchschnittlichen Messwerte vorhanden:

Pelletverbrauch (Heizenergie und „Vergnügen“)	695 kg/a = 3'330 kWh entspricht 23,9 kWh/m ² a EBF
Ertrag Thermische Energie für WW/ Heizung	3'780 kWh/a entspricht 27,1 kWh/m ² a EBF rund 80 % des Warmwasserverbrauchs
Stromverbrauch (Haushalt, WRG, ca. 20% Wärme)	5'000 kWh/a davon rund 1'100 kWh/a für WW und Heizung = 7,9 kWh/m ² a EBF 3'900 kWh/a Haushaltsstrom = 28 kWh kWh/m ² a EBF
Ertrag Photovoltaikanlage	3'130 kWh/a entspricht 22,4 kWh/m ² a EBF

Beim Batteriesystem handelt es sich um eine Knut basix der Firma Knubix GmbH. Welche als Basis-Version eine 5,5 kWh Lithium-Ionen-Batterie eingebaut hat und mit einer zweiten 5,5 kWh Batterie auf 11 kWh erweitert werden kann.

Die Batterie hat eine maximale Ladeleistung von 1,6 kW und maximale Entladungsleistung von 3 kW.



Auslegung und Regelung des Batteriespeichers

Das intelligente Energiemanagementsystem (EMS) überwacht laufend Energieerzeuger, Verbraucher, Netz, Batteriemanagementsystem, sowie die Lade- und Entladewechselrichter. Basierend darauf regelt das EMS Ladung/Entladung des Energiespeichers sowie Netzeinspeisung / -bezug so, dass der Eigenverbrauch maximiert wird (Betriebsart "max. Eigenverbrauch"). Im Datenspeicher werden täglich die Betriebsdaten des Energiespeichers aufgezeichnet.

Das EMS priorisiert folgende Energieflüsse:

- Direkter Verbrauch der erneuerbar erzeugten Energie durch Hausverbraucher
- Speicherung der überschüssigen Energie, die nicht direkt verbraucht wird
- Hinzuschalten der an das „Intelligence 60+“ angeschlossenen Verbraucher (Zubehör)
- Abgabe der Energie aus dem Energiespeicher

Batteriemanagementsystem

Das Batteriemanagementsystem (BMS) beinhaltet Aufgaben und Funktionen, die für einen zuverlässigen und sicheren Betrieb von modernen Lithium-Ionen-Batterien nötig sind und zu einer möglichst langen Lebensdauer verhelfen. Es regelt und überwacht dazu alle batterierelevanten Parameter und kommuniziert mit dem übergeordneten Energiemanagementsystem. Zu den zu überwachenden Batteriekennwerten gehören die Batteriespannung, die Temperatur der Batteriezellen, die Batterie-Kapazität, der Ladezustand, die Stromentnahme, die Restbetriebszeit, der Ladezyklus und einige Kennwerte mehr. Alles in allem ist es die Sicherstellung der optimalen Nutzung der in einer Batterie vorhandenen Restenergie, außerdem schützen BMS-Systeme die Batterien vor Tiefentladungen und damit vor Beschädigungen. Bei nicht zulässigen Betriebsbedingungen trennt das BMS den gesamten Energiespeicher von der Leistungselektronik (Lade- und Entladewechselrichter).

Funktionsbeschreibung des Energiespeichers

Im Einsatz ist ein AC(Wechselstrom)-gekoppeltes Speichersystem welches unabhängig von der Photovoltaik-Anlage eingebaut werden konnte.

Die von der Photovoltaik-Anlage hergestellte Energie wird über Gleichstromleitungen an den Wechselrichter (Wechselrichter ausschliesslich für PV-Anlage Abb. 1 Pkt. 9) geliefert. Der in den Wechselrichter eingespeiste Gleichstrom (DC) wird in Wechselstrom (AC) umgewandelt. Diese Energie wird in das Hausverteilnetz am Hauptverteiler eingespeist.

Der Energiespeicher (Abb. 1 Pkt. 1) besteht aus Umrichter (Wechsel- bzw. Gleichrichter), Energiemanagementsystem, Batteriemanagementsystem sowie Batteriemodule (Zelltechnologie Lithium Batterien (LiFeMnPO₄)). Mit dem Gleichrichter wird der Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt und die Energie in die Batteriemodule gespeichert. Umgekehrt wird die Energie des Speichers von Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt und in das Hausverteilnetz eingespeist.

Im Automatikbetrieb (Betriebsart max. Eigenverbrauch) arbeiten Energiemanagementsystem und Batteriemanagementsystem so, dass eine batterieschonende Maximierung des Eigenverbrauchs erreicht wird. Im Automatikbetrieb wird automatisch zwischen folgenden Betriebsarten gewechselt:



Ladevorgang beim Energiespeicher

- Die durch die PV-Anlage erzeugte Energie wird in das Haushaltsnetz eingespeist
- In der ersten Phase wird der Eigenverbrauch (Verbraucher wie Licht, Kühlschrank, Haushaltsgeräte etc.) abgedeckt
- Steigt der Energieertrag über den Eigenverbrauch, wird die überschüssige Energie in den Energiespeicher gespeichert.
- Ist der Speicher vollgeladen, oder wird mehr als 3kW Leistung an den Speicher geliefert, wird die überschüssige Energie ins Versorgungsnetz gespeist.

Entladevorgang beim Energiespeicher

- Ist der Eigenverbrauch höher als die erzeugte Energie der PV-Anlage, wird die gespeicherte Energie des Energiespeichers in das Hausverteilnetz eingespeist und deckt so den Eigenverbrauch bis zu einer Leistung von 3 kW.
- Steigt der Eigenverbrauch noch mehr, oder der Speicher ist leer, wird aus dem Versorgungsnetz die Differenzenergie bezogen.

Die verschiedenen Energieströme, welche zwischen den Energieanlagen hin und her gehen, sind in der untenstehenden Grafik visualisiert. Lediglich die Smart-gesteuerten Verbraucher (Abb. 1 Pkt. 8) fallen weg, sowie das Elektroauto mit Ladestation ist nicht vorhanden.

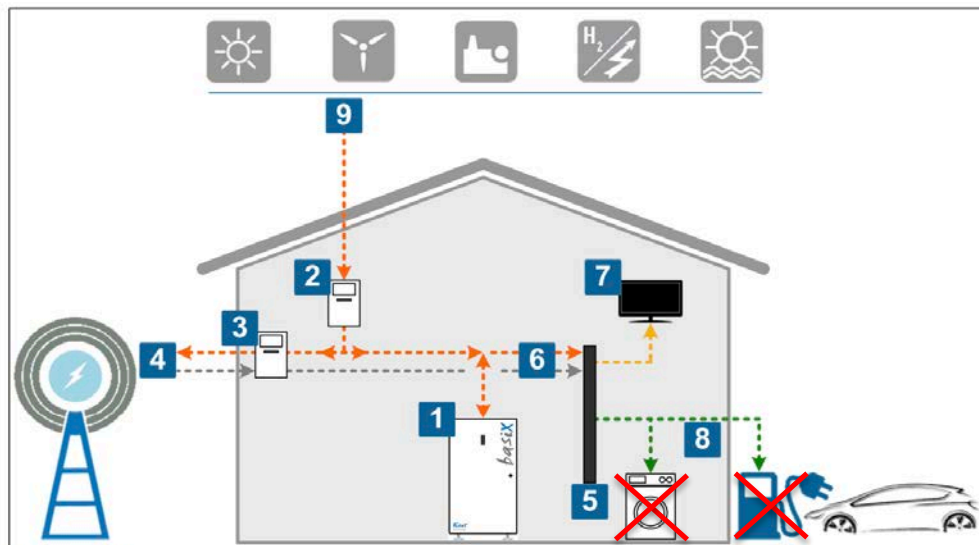


Abb. 1

1	Energiespeicher
2	Zähler Erzeugung
3	Zweirichtungszähler Netz
4	Netz des Energieversorgungsunternehmens
5	Hausunterverteilung
6	Versorgung aus regenerativer Erzeugungsanlage, Energiespeicher oder EVU-Netz
7	Interne Verbraucher
8	Smart-gesteuerte Verbraucher
9	Eigene Energieerzeugung

Abbildung 1: Übersicht der Komponenten einer Anlage von Knut Basix [Quelle 1]

Auswertung des Lastgangs des Stromverbrauchs

Der monatliche Stromverbrauch in den drei Messjahren zeigt auf, dass vor allem in den Wintermonaten mehr Energie verbraucht wurde. Dies kommt von der zusätzlichen Warmwasser- und Heizunterstützung in den kalten, sonnenarmen Monaten.

Verschiedene Ursachen, wie zum Beispiel Ferien, erklären die Abweichungen in einigen Monaten.

Im Messjahr 2 und Messjahr 3 stieg der gesamte Energieverbrauch jährlich um ca. 15 - 19% an. Diese Zunahme entstand durch die vermehrte Nutzung der iPads und Computer durch die beiden Kinder, sowie vermehrte Home-Office Arbeiten und Server mit Datenspeicherung. Zusätzlich beansprucht der Batteriespeicher eine gewisse Leistung. Neben ungefähr 150 kWh Verbrauch im Jahr für die Batterie, gibt es auch Lade- und Entladeverluste.

Ein weiterer auffälliger Unterschied ist im Monat November im Messjahr 2 auszumachen. Der tiefe Verbrauch entstand durch den geringen Elektroverbrauch für das Warmwasser und Heizung, welcher erst spät eingeschaltet wurde.

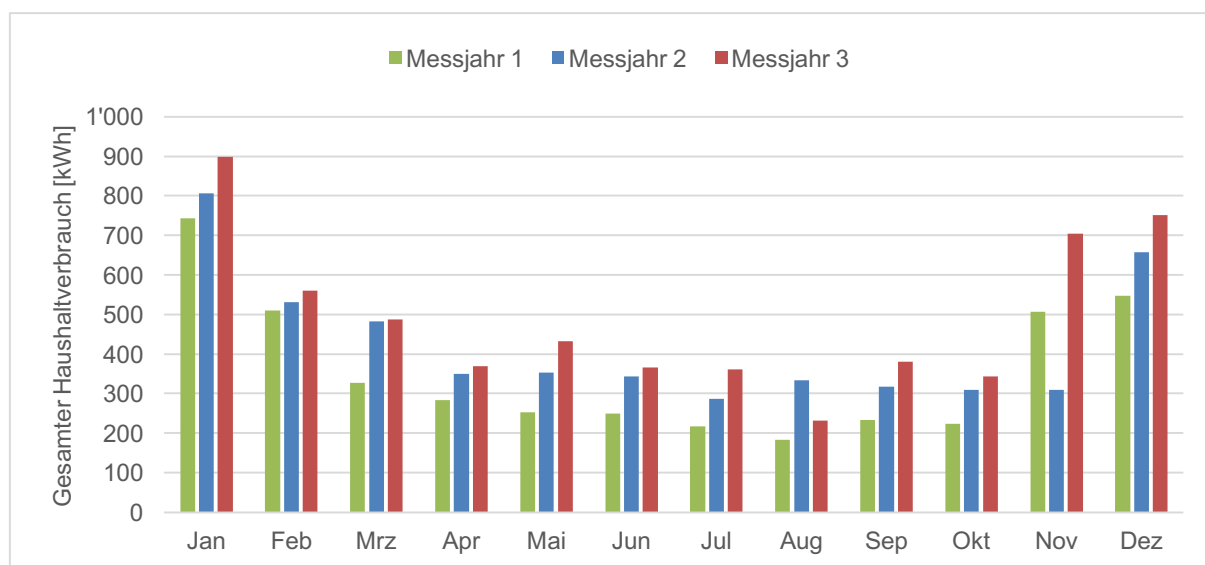


Abbildung 2: Auswertung monatlicher Stromverbrauchs des Lastgangs

Der gesamte Haushaltsverbrauch betrug im Mittel 5'084 kWh pro Jahr und entspricht 36,4 kWh/m²a EBF. Wobei die einzelnen Messjahre wie folgt ausfielen:

Messjahr „1“ – ohne Batterie	4'281 kWh pro Jahr
Messjahr „2“ – mit 5,5 kWh Batterie	5'083 kWh pro Jahr
Messjahr „3“ – mit 11 kWh Batterie	5'889 kWh pro Jahr



Bei der Betrachtung des täglichen Lastgangs ist ersichtlich, dass es die ganze Zeit einen Grundhausbedarfsbedarf gibt. Dieser liegt bei ca. 150 Watt Leistung vor allem in der Nacht und erhöht sich im Winter teilweise durch die zusätzliche Heizunterstützung auf 1'100 Watt. Es muss beachtet werden, dass ein Teil davon durch das Managementsystem der Batterie, sowie die Serverleistung zur Datensicherung benötigt wird. Des Weiteren musste während den Wintertagen je nach Aussentemperaturen wie am 8. und 9. Januar kontinuierlich geheizt werden. Durch die Heizunterstützung entstehen auch der stochastische Verbrauch.

Bei den Messtagen handelt es sich um den 18. und 19. Juni 2017 und den 8. und 9. Januar 2017. Diese wurden so gewählt da man verschiedenen Gewohnheiten erkennen kann, welche sich an anderen Tagen wiederholen. Zum Einen ist ersichtlich, dass an Wochenenden der Verbrauch eher etwas später ansteigt dafür über den ganzen Tag immer wieder Spitzen aufweist. Zum Anderen ist der Montag typisch für einen Arbeits- und Schultag. Es gibt zwei wesentliche Spitzen, eine am Morgen, wenn man aufsteht und am Abend nachdem alle wieder in die Wohnung zurückkehren.

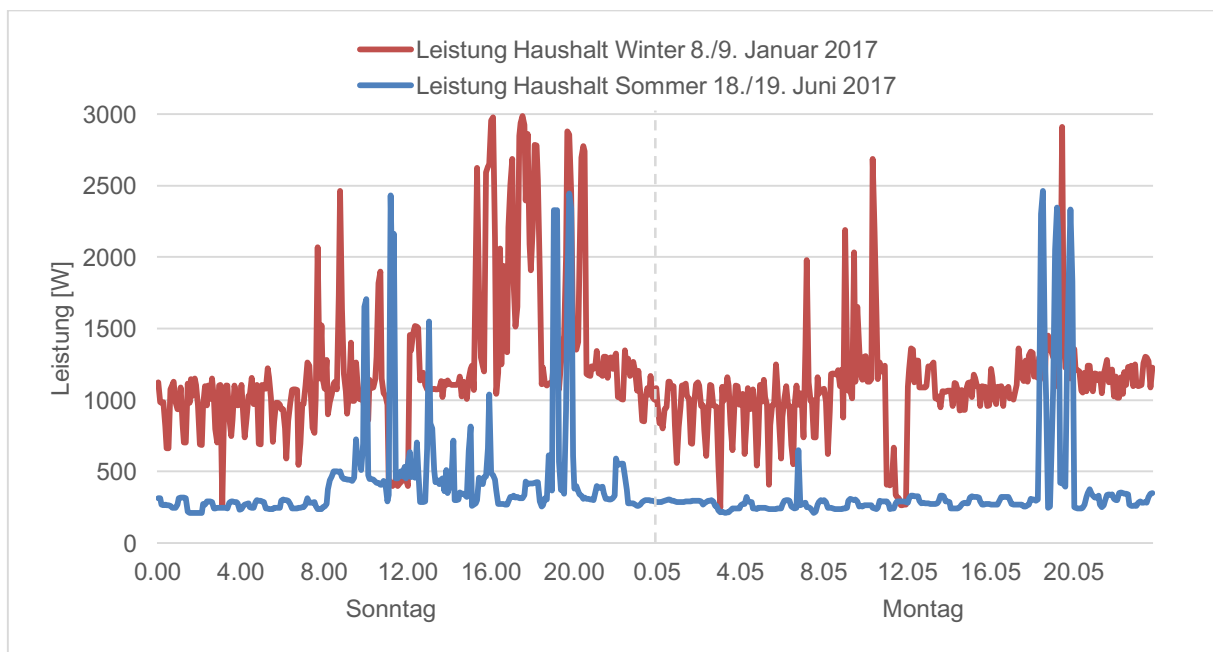


Abbildung 3: Vergleich Tagesverbrauch im Winter und Sommer

Auswertung der PV-Produktion

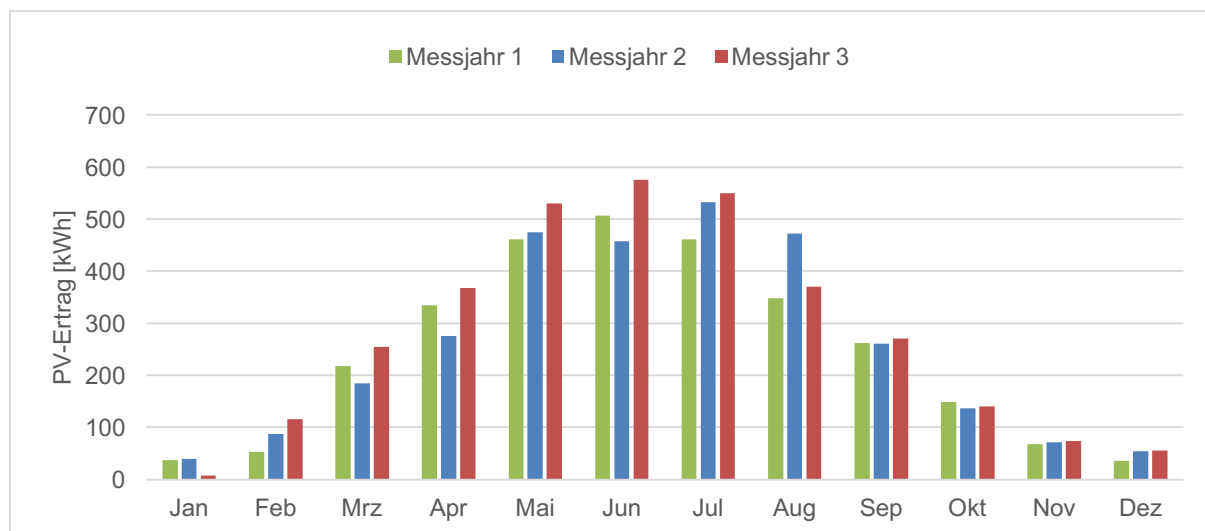


Abbildung 4: Auswertung monatlicher PV-Ertrag

Die gesamte PV-Produktion betrug im Mittel 3'096 kWh pro Jahr. Die Photovoltaikproduktion variiert je nach klimatischen Bedingungen und unterliegt nicht dem Einfluss der Batterie. Wobei die einzelnen Messjahre wie folgt ausfielen:

Messjahr „1“ – ohne Batterie	2'932 kWh pro Jahr
Messjahr „2“ – mit 5,5 kWh Batterie	3'046 kWh pro Jahr
Messjahr „3“ – mit 11 kWh Batterie	3'309 kWh pro Jahr

Im Vergleich mit dem gesamten Haushaltsverbrauch wurden 61% davon durch die PV-Anlage produziert.

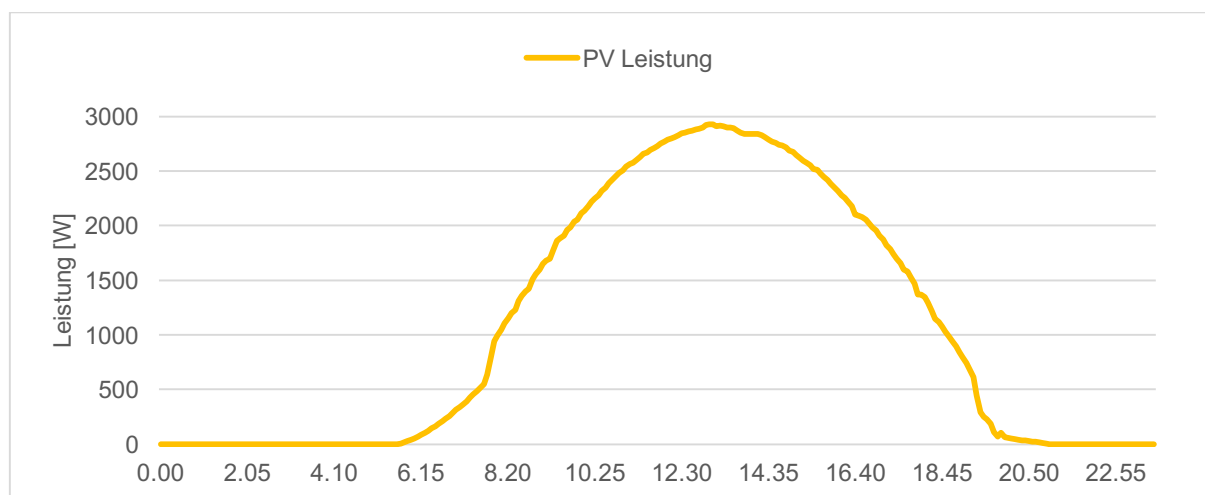


Abbildung 5: Auswertung Tagesertrag vom 18. Juni 2017

Bei der Betrachtung des ertragreichsten Tages im 2017 (18.06.2017) sieht man, dass die Anlage ohne Verschattung einen klassischen Verlauf einer südorientierten Anlage aufweist.



Auswertung des Ladezustandsverlaufes der Batterie

Die Lebensdauer von Batterien ist neben einigen anderen Faktoren auch von der Anzahl Ladezyklen abhängig. Der Hersteller der Batterie gibt 5000 Vollzyklen (Zyklusfestigkeit) an. Danach reduziert sich die Entladungstiefe auf 80% was eine Restkapazität von 5,5 kWh auf 4,4 kWh bzw. 11 kWh auf 8,8 kWh bedeutet. Bei einem Vollzyklus handelt es sich um die vollständige Ladung in der Summe von 5,5 kWh bzw. 11 kWh.

Die roten Markierungen im Diagramm unten, markiert den Wechsel vom Messjahr 2 zu Messjahr 3. Dazwischen im September 2016 wurde die Batterie von 5,5 kWh auf 11 kWh aufgerüstet. Im Messjahr 2 mit der 5,5 kWh Batterie wurden 70 Ladezyklen in einem Jahr gemacht. Im Messjahr 3 mit der 11 kWh Batterie konnte diese auf 26 Ladezyklen reduziert werden. Die Reduktion der Ladezyklen durch den Einsatz der grösseren Batterie bringt somit eine mögliche Verlängerung der Lebensdauer der Batterie mit sich.

Bei der Betrachtung eines ganzen Jahres ist ein deutlicher Unterschied zwischen Sommer und Winter auszumachen. Diese ist direkt abhängig mit der von der PV-Anlage produzierten Energie. Im Winter wurde die Batterie über mehrere Wochen nur einmal vollständig (in der Summe um 5,5 kWh bzw. um 11 kWh) auf- und wieder entladen.

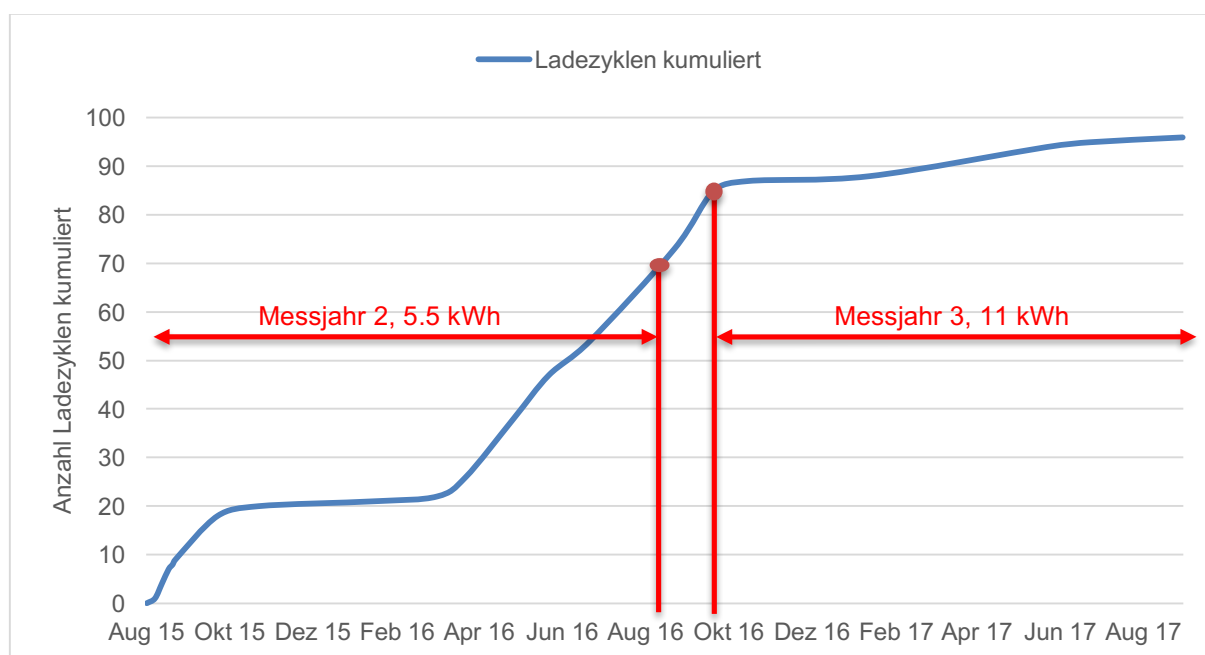


Abbildung 6: Auswertung der kumulierten Ladezyklen



Bei der Betrachtung des durchschnittlichen Ladezustandes pro Monat im Messjahr 2 und Messjahr 3 ist ersichtlich, dass die Batterie in den Sommermonaten an den meisten Tagen voll aufgeladen werden konnte. Im Gegensatz dazu konnte in den Wintermonaten die Batterie nie vollständig geladen werden. Der produzierte Photovoltaikstrom wurde fortlaufend durch den Haushalt verbraucht.

Gut zu sehen ist der Übergang zwischen Winter und Sommer bei den beiden Batterien mit 5,5 kWh und 11 kWh. Durch die grössere Kapazität der 11 kWh Batterie ist der durchschnittliche Ladezustand im Winter kleiner als bei der 5,5 kWh Batterie und im Sommer genau umgekehrt. Daraus kann abgeleitet werden, dass vorallem die 11 kWh Batterie im Sommer nur selten ganz geleert werden konnte, da der Tagesverbrauch nur bei 2,5 bis 3 kWh lag, die Photovoltaikanlage jedoch teilweise über 20 kWh produzierte.

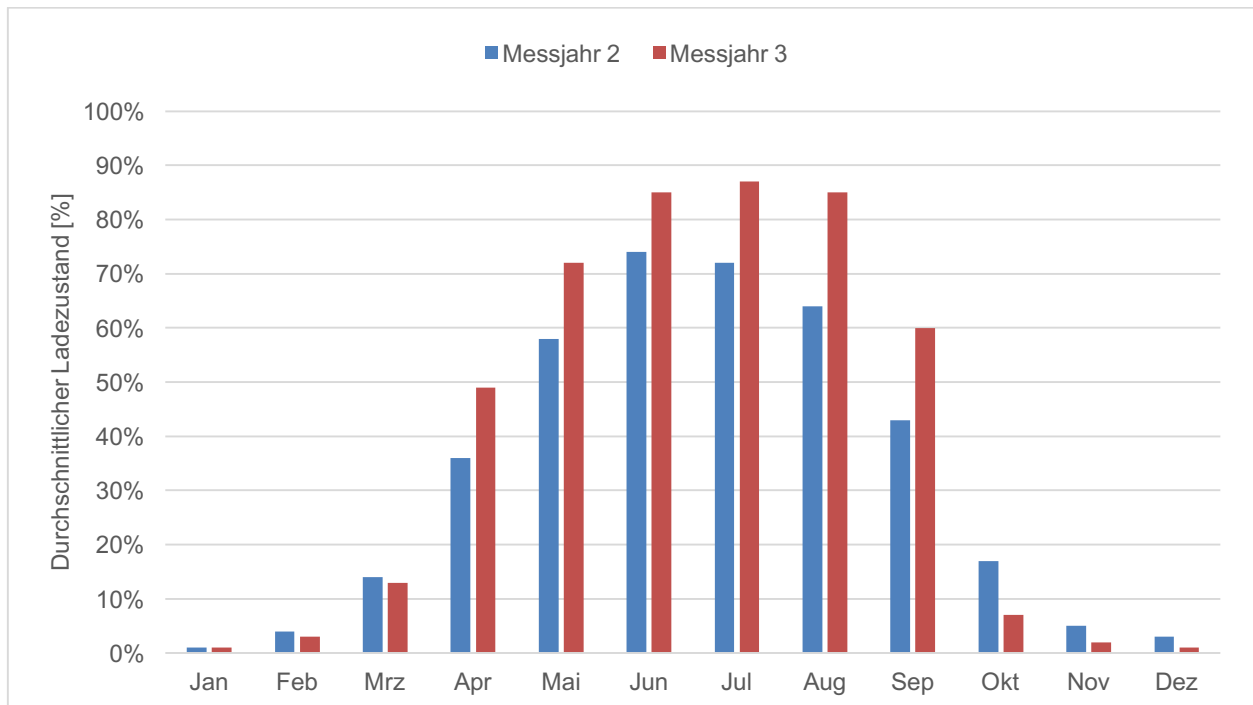


Abbildung 7: Auswertung des durchschnittlichen Ladezustandes pro Monat



Eigenverbrauchsgrad und Autarkiegrad

Eigenverbrauchsgrad

Beim Eigenverbrauchsgrad handelt es sich um den Anteil des zeitgleichen Verbrauchs des PV Stroms zum gesamt produzierten PV Strom. Gut ersichtlich ist die Steigerung des Eigenverbrauchsgrades durch den Einsatz der Batterie. In den Wintermonaten können die höchsten Eigenverbrauchsgrade erreicht werden, da der Haushaltsverbrauch um ein mehrfaches grösser ist als der produzierte PV Strom. Deshalb wurden Eigenverbrauchsgrade von bis zu 90% erreicht. In den Sommermonaten produziert die PV-Anlage mehr Energie als der gesamte Haushalt verbraucht. Deshalb sinkt der Eigenverbrauchsgrad ohne Batterie auf 20% und mit Batterie auf 50%. Diese Steigerung von ca. 30% durch die Batterie entsteht durch die Speicherung der Spitzenleistung der PV-Anlage tagsüber, welche dann wiederum nachts einen Teil des Haushaltverbrauches abdecken konnte.

Auf ein ganzes Jahr gesehen wurde im Messjahr 1, ein Eigenverbrauchsgrad von 30,2% und im Messjahr 2 von 62,8% und im Messjahr 3 von 64,7% erreicht.

Durch den Vergleich der Messjahre 2 und 3 mit 5,5 kWh und 11 kWh Batterie ist ersichtlich, dass die grössere Batterie keine Steigerung mehr im Eigenverbrauchsgrad erbringt.

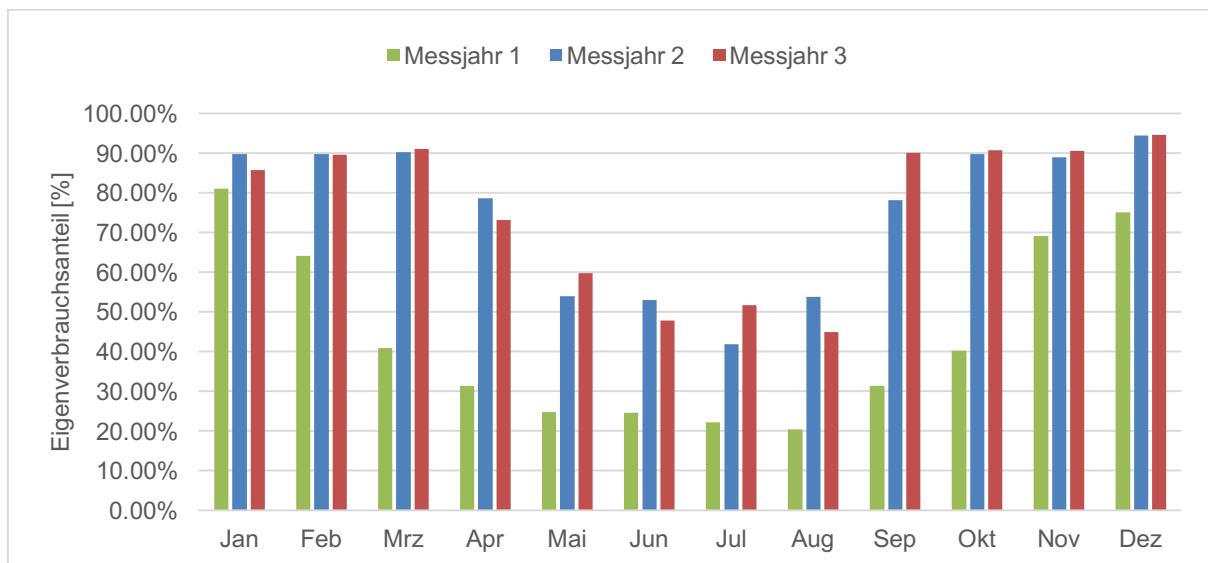


Abbildung 8: Auswertung monatlicher Eigenverbrauchsgrad



Autarkiegrad

Der Autarkiegrad ergibt sich aus dem Anteil des gesamten Haushaltsverbrauches und dem direkten Verbrauch der vor Ort produzierten Energie der PV-Anlage. Gut ersichtlich ist die Steigerung des Autarkiegrades durch den Einsatz der Batterie. Die PV-Anlage produziert im Sommer den grössten Ertrag und der Haushaltsverbrauch verhält sich genau gegenteilig. Deshalb wurde im Januar gerade einmal 5% Autarkiegrad erreicht. Dafür ist er im Sommer ohne Batterie auf 50% und mit Batterie sogar auf 80% gestiegen.

Auf ein ganzes Jahr gesehen wurde im Messjahr 1 ein Autarkiegrad von 20,7% und im Messjahr 2 von 37,6% und im Messjahr 3 von 36,4% erreicht.

Wiederum wurde durch den Vergleich der Messjahre 2 und 3 mit 5,5 kWh und 11 kWh Batterie ersichtlich, dass die grössere Batterie keine Steigerung mehr im Autarkiegrad erbringt.

Im Januar 2017 des Messjahres 3 wurde wegen Schnee auf der PV-Anlage ein massiv kleinere Produktion erreicht, was zu einem sehr tiefen Autarkiegrad führte.

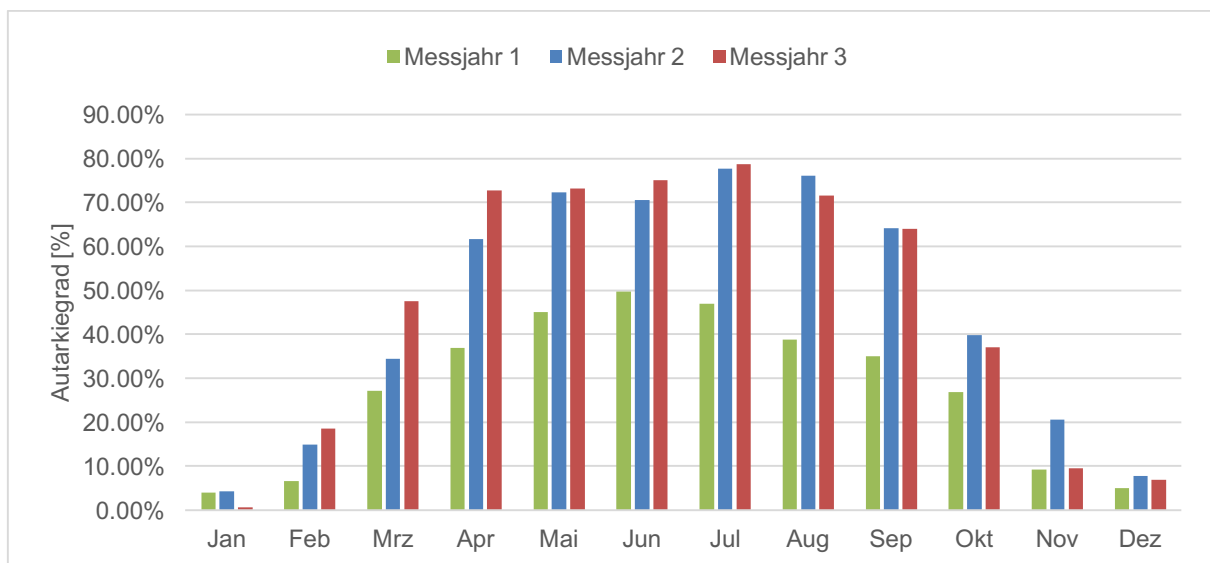


Abbildung 9: Auswertung monatlicher Autarkiegrad



Rentabilität: Stromproduktion und Rückspeisung ans Netz oder mit Batteriespeicher

Investitionskosten

Die Investitionen für die 5,5 kWh Batterie inkl. Transport und Inbetriebnahme belaufen sich auf CHF 10'033. Für die Installation durch den Elektriker kommen weitere CHF 3'860 dazu, gibt im Total CHF 13'893 inkl. 8 % MwSt.

Die kWh Speicherkapazität kostet somit rund CHF 2'500. Die Lebensdauer wird mit 15 Jahren angenommen.

Die Investition für die zusätzliche 5,5 kWh Batterie betragen CHF 3'996 inkl. 8 % MwSt. im Total CHF 17'889. Für den Elektriker bedeutet es keine Zusatz-Leistung ob er eine Batterie von 5.5 kWh oder 11 kWh anschliesst.

Die kWh Speicherkapazität kostet somit rund CHF 1'600. Die Lebensdauer wird mit 20 Jahren angenommen.

Am Ende des Berichtsjahres 2017 sind die Preise für die installierte kWh bereits auf dem Niveau von CHF 750 bis 1'000 pro kWh, je nach Grösse der Batterie. Die Reduktion der Batteriepreise wird weiter fortschreiten, ähnlich der Entwicklung der PV-Modul-Preise (Lernkurve).

Strompreis für gespeicherte Energie

Ohne Batterie kann an dieser Liegenschaft rund 30,2 % des jährlich produzierten Stromes als Eigenverbrauch direkt genutzt werden. Verglichen mit der durchschnittlichen PV-Produktion von 3'130 kWh ergibt dies einen Eigenverbrauchsanteil von 945 kWh.

Durch den Einbau einer 5,5 kWh Batterie erhöht sich der Wert auf rund 62,8 % bzw. um 1'020 kWh auf 1'965 kWh. Der gespeicherte Solarstrom kostet rund 90.8 Rp./kWh.

Durch den Einbau einer 11 kWh Batterie erhöht sich der Wert auf rund 64,7 % bzw. um 1'080 kWh auf 2'025 kWh. Der gespeicherte Solarstrom kostet rund 1,10 CHF/kWh

Am Ende des Berichtsjahres würde der gespeicherte Solarstrom mit einer 5,5 kWh Batterie bei den aktuellen Investitionskosten von CHF 5'500 noch rund 35,6 Rp./kWh betragen (ohne Installationskosten).

Bei der aktuellen Lernkurve von 20 bis 25 % Preisreduktion pro Jahr (Quelle: Bloomberg Energy Finance) kann man davon ausgehen, dass in vier Jahren die installierte Batterie weniger als CHF 500 pro kWh kostet und die Lebens- bzw. Nutzungsdauer auf mindestens 20 Jahre erhöht wird. Dies würden interessante Preise von 10,8 Rp./kWh für den gespeicherten Solarstrom bringen (ohne Installationskosten).



Fazit

Die Erhöhung des Eigenverbrauchsgrad ist empfehlenswert, da für den ins Netz eingespiesene Solarstrom im EKZ-Gebiet nur rund 6.7 bis 8.0 Rp./kWh entschädigt wird.

Auf der anderen Seite kostet der Strom vom Netz ohne Gebühren und Grundpreis rund 12.5 Rp./kWh im Niedertarif bis 18.8 Rp./kWh im Hochtarif. Die Preisdifferenz zum eingespiesenen Solarstrom beträgt 5.8 Rp./kWh im Niedertarif und 10.8 Rp./kWh im Hochtarif.

Finanziell interessant wird der Einbau einer Batterie, sobald die Speicherkosten pro kWh geringer ist, als die Preisdifferenz für den Strom zwischen Einspeisung und Bezug ins Netz.

Dieser Punkt wird voraussichtlich erreicht, wenn die Investitionskosten für eine Batterien im Bereich von CHF 400 pro kWh Speicher liegen werden, sofern die Strompreise nicht steigen.

Für die Nassackerstrasse oder generell für ähnliche Haushalte mit vier Personen ist die Verwendung der 5,5 kWh Batterie zu empfehlen. Da keine eindeutige Erhöhung des Eigenverbrauchs durch die 11 kWh Batterie erreicht werden kann und die Batterietechnologien stetig verbessert werden, was die Erhöhung der Lebensdauer durch weniger Ladezyklen, auch nicht lohnenswert macht.

Die Aussagen, wann sich die Speicherung finanziell lohnt, beruhen auf folgenden Annahmen:

- PV-Anlage ist bereits vorhanden oder anderweitig finanziert
- Batterie kann in Zukunft „steckerfertig“ geliefert werden, es fallen deshalb keine Installationskosten mehr an.

Möglichkeit zur Optimierung von Eigenverbrauch und Rentabilität durch die Integration von E-Mobilität und smarten Verbrauchern.

Im Weiteren sollte bei einen Dachanlagen die Photovoltaik zumindest nach Osten und Westen ausgerichtet werden, um eine bessere Verteilung der Produktionskurve über den Tag und auch übers Jahr zu erreichen. Zukünftig bieten sich die Fassaden (Ost-, Süd- und Westfassaden) für eine idealere Produktion im Tages- und Jahresverlauf an.



Referenzen

Knut basix Betriebsanleitung

http://www.sun-network.ch/wp-content/uploads/3_KNUT-basix_BAL_V2d0.pdf [Stand: 31.12.2017]

AEE SUISSE Kongress 20. Mai 2018

Referat: Vision for an Energy World in 2030 von Michael Liebreich, Chairman of Bloomberg New Energy Finance