



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Investitionsrechnung Fachvertiefung – Energiesysteme 370.007

Antonia Golab, 17.04.2024

Überblick

- Wirtschaftlichkeitsrechnung
- Eigenverbrauch und Flexibilitätsoptionen
- Übung 2

Vorteile und Nachteile von privaten PV-Anlagen

Perspektive



Haushalt

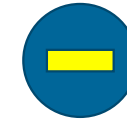


Stromsystem



Vorteile

- Fördert private Energieautarkie
 - Unabhängigkeit von hohen Strompreisen
 - Geringere laufende Kosten
-
- Gesamtheitlicher Beitrag zur Energieerzeugung aus Erneuerbaren
 - Entlastung der Stromnetze und Reduktion von Leistungsverluste



Nachteile & Herausforderungen

- Lange Wartezeiten für Installation durch Fachmangel und hohe Nachfrage
- Hohe Investitionskosten
- Saisonale und tageszeitabhängige Stromproduktion
- Fördert Volatilität in Strompreisen
- Unvorhersehbarkeit in Stromproduktion erhöht Einsatz von Ausgleichsenergie

Vorteile und Nachteile von privaten PV-Anlagen

Perspektive



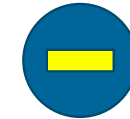
Haushalt



Stromsystem



Vorteile



Nachteile & Herausforderungen

- Fördert private Energieautarkie
- Unabhängigkeit von hohen Strompreisen
- Geringere laufende Kosten

- Lange Wartezeiten für Installation durch Fachmangel und hohe Nachfrage
- Hohe Investitionskosten
- Saisonale und tageszeitabhängige Stromproduktion

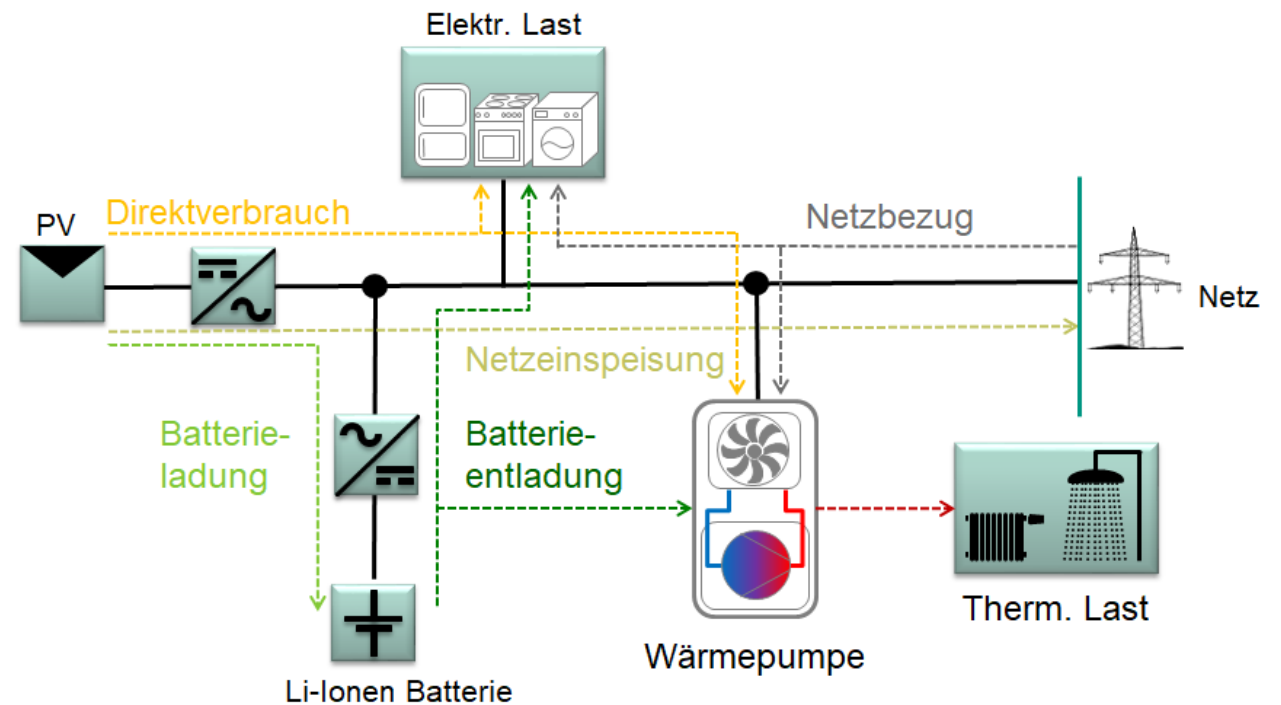
- Gesamtheitlicher Beitrag zur Energieerzeugung aus Erneuerbaren
- Entlastung der Stromnetze und Reduktion von Leistungsverluste

- Fördert Volatilität in Strompreisen
- Unvorhersehbarkeit in Stromproduktion erhöht Einsatz von Ausgleichsenergie

Überblick Wirtschaftlichkeitsrechnung

Ist die Anschaffung einer PV-Anlage *wirtschaftlich*?

→ Möglichkeiten über die PV hinaus ...



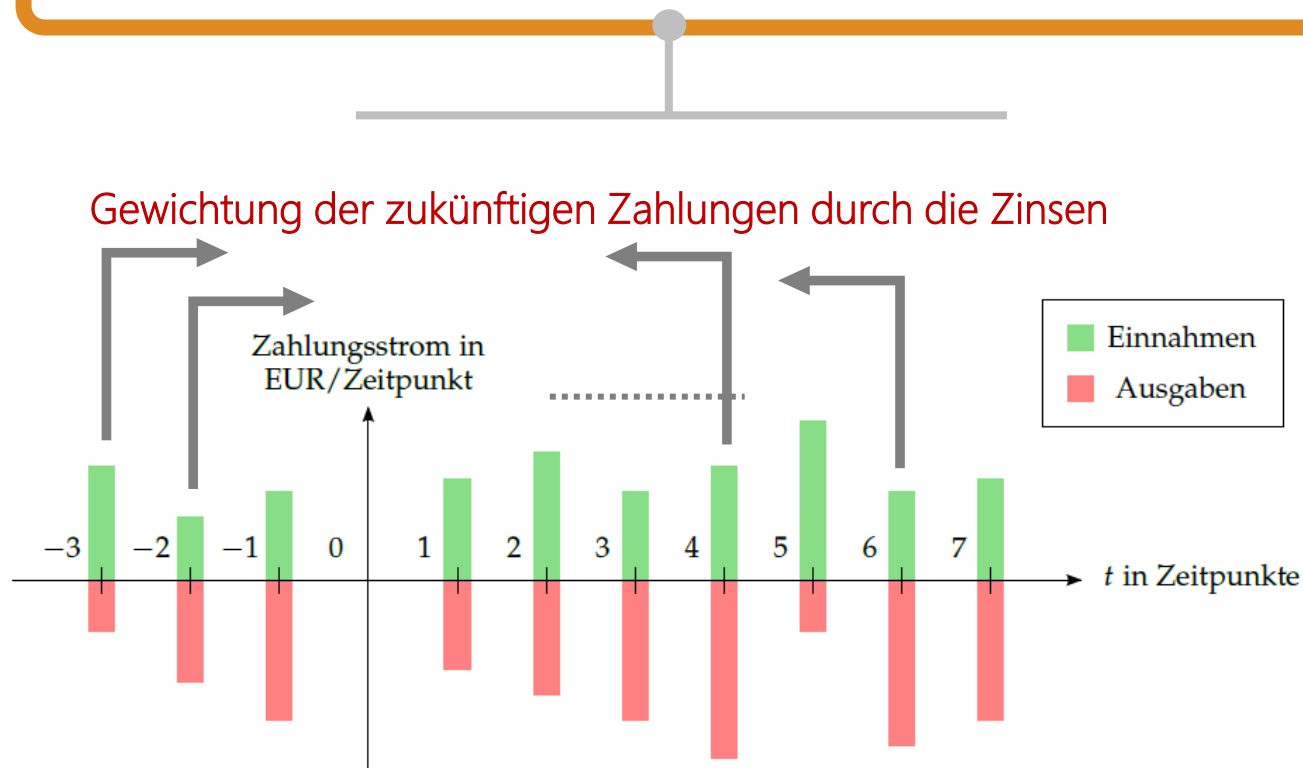
<https://www.batterietechnikum.kit.edu/english/848.php>

Überblick zu Förderinstrumenten + Möglichkeiten PV

- Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) → rechtliche Rahmenbedingungen für Netzanschluss von erneuerbaren Energieanlagen (PV, Stromspeicher, Wasserkraft-, Windkraft-, Biomassenanlagen)
- OeMAG (Ökostromabwicklungsstelle)
= Bilanzgruppenverantwortlicher
Investitionszuschüsse + Einspeisetarife für PV-Anlagen > 5 kWp
- Möglichkeiten zur Teilnahme an Energiegemeinschaften
=> Teilnahme an Energiemärkten als Privater (=Prosumer)

Hintergrund zur Nettobarwertmethode (NPV)

Fragestellung: Investitionsentscheidung zu Zeitpunkt 0?

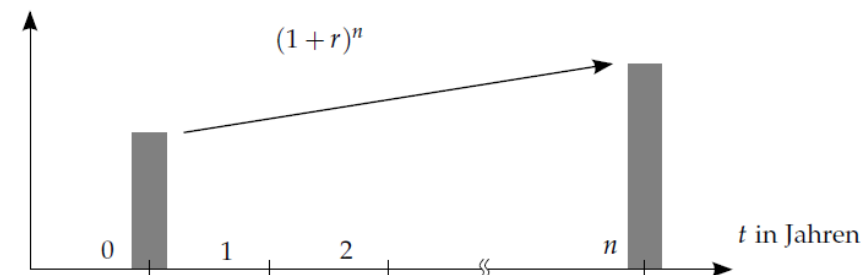


K_nWert der Zahlung nach n Jahren, K_0Wert der Einzahlung zum Zeitpunkt 0

n Anzahl der Jahre, rZinssatz p.a.

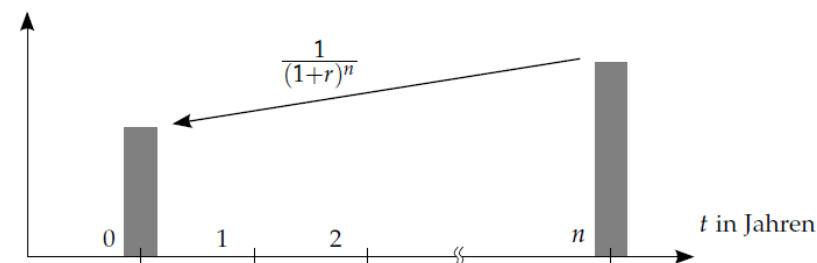
Aufzinsen: $K_n = K_0(1 + r)^n$

Geldwert in EUR



Abzinsen: $K_0 = \frac{K_n}{(1+r)^n}$

Geldwert in EUR



Bewertung der Wirtschaftlichkeit II

Beispiel:

- Wirtschaftlichkeit von zwei Optionen
 - Option 1:
 - Zeitpunkt 0: verleihen von 100 EUR
 - nach 4 Jahren: 130 EUR
 - Option 2: Sparbuch mit Verzinsung von 2,5%
- Wirtschaftlichkeitsbewertung durch Kapitalwert von Option 1:

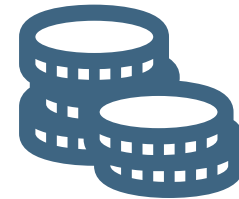
$$K_{0,1} = \frac{130 \text{ EUR}}{(1+0.025)^4} = 117.77 \text{ EUR}$$

- Wirtschaftlichkeitsbewertung durch Endwert von Option 2:

$$K_{n,2} = 100 \text{ EUR}(1 + 0.025)^4 = 110.38 \text{ EUR}$$

Bewertung der Wirtschaftlichkeit II

$$\begin{aligned}
 NPV &= -I_0 + \frac{E_1 - A_1}{(1+r)} + \frac{E_2 - A_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{E_n - A_n}{(1+r)^n} + \frac{L}{(1+r)^n} \\
 &= -I_0 + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} + \frac{L}{(1+r)^n} \\
 &= -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} + \frac{L}{(1+r)^n}
 \end{aligned}$$

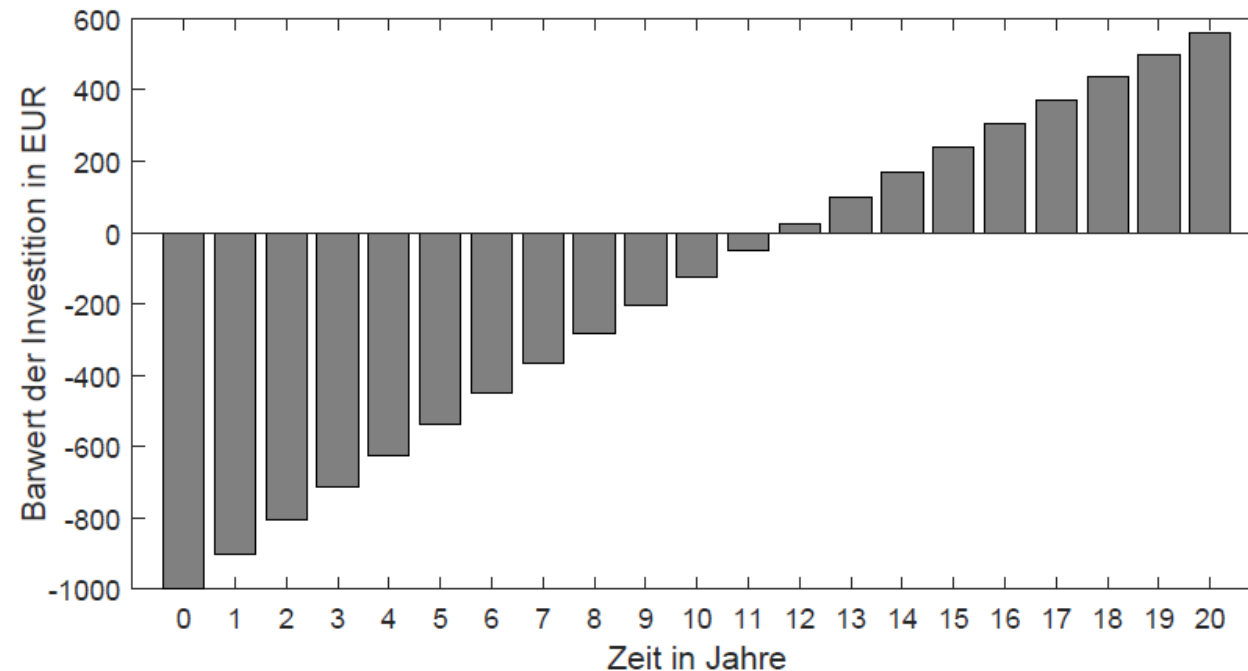


NPV	Nettobarwert der Investition in EUR
I_0	Investitionskosten zum Zeitpunkt 0 in EUR
E_i	Einnahmen in der Periode i in EUR
A_i	Ausgaben, Kosten in der Periode i in EUR
CF_i	Cashflow in der Periode i in EUR
r	Gewählter Kalkulationszinssatz bei Barwertrechnung bzw. gesuchter Zinssatz bei der Berechnung des internen Zinsfuß
L	Restwert der Investition am Ende des Betrachtungszeitraums in EUR
n	Betrachtungszeitraum in Jahren

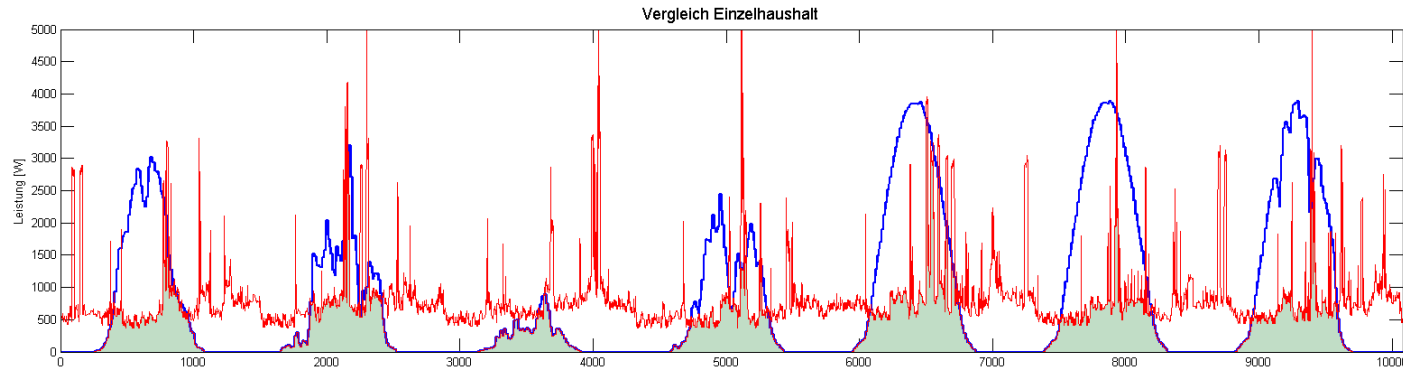
Beispiel Nettobarwertberechnung

Beispiel - Barwert in Abhängigkeit der Laufzeit bis 20 Jahre.

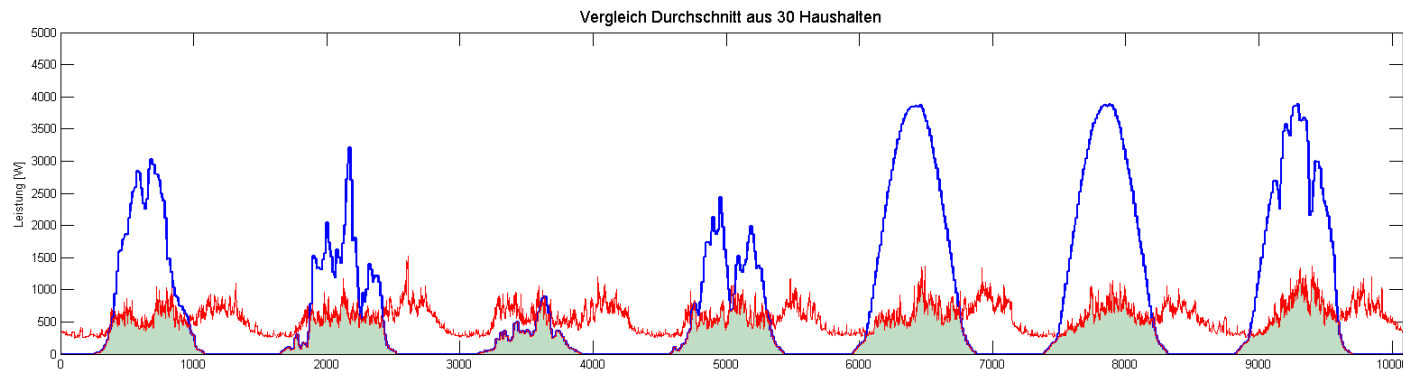
- Investitionszahlung zum Zeitpunkt 0: **1000 EUR**
- jährlicher Cashflow ab Jahr 1: **100 EUR/a**
- Kalkulationszinssatz: **2,5%**



Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung

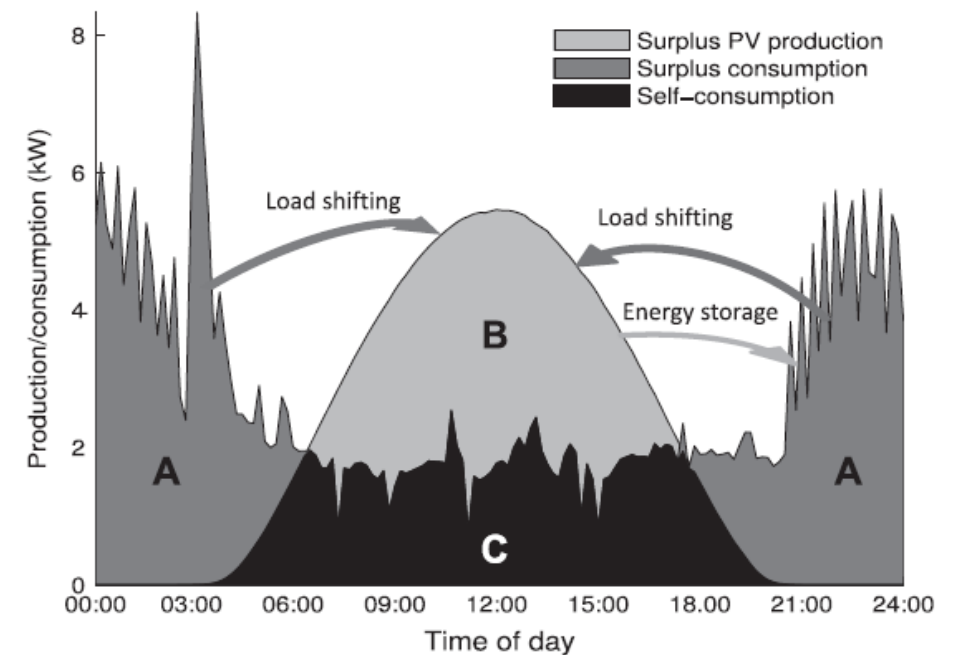
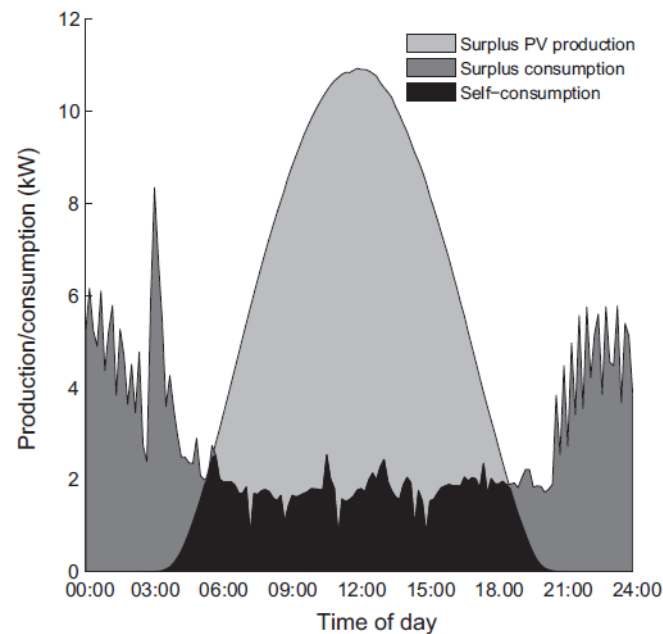
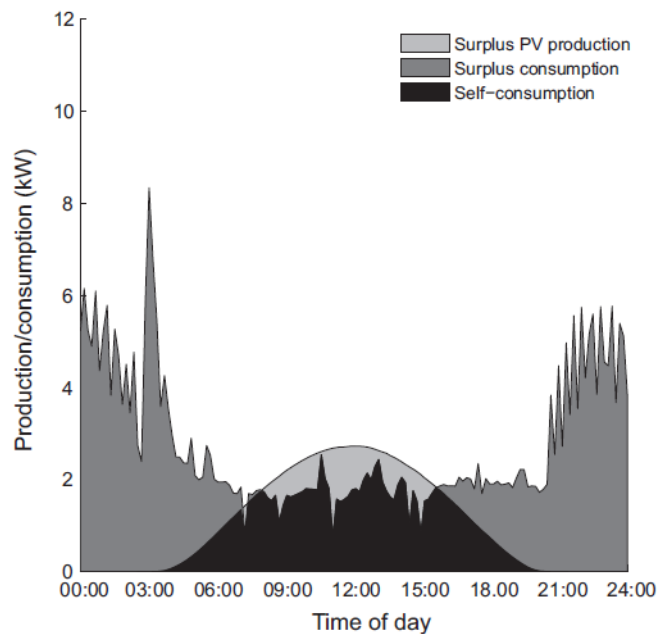


$$\frac{\text{Eigenverbrauchsanteil}}{\text{Eigenverbrauch}} = \frac{\text{Gesamterzeugung}}{\text{Gesamterzeugung}}$$

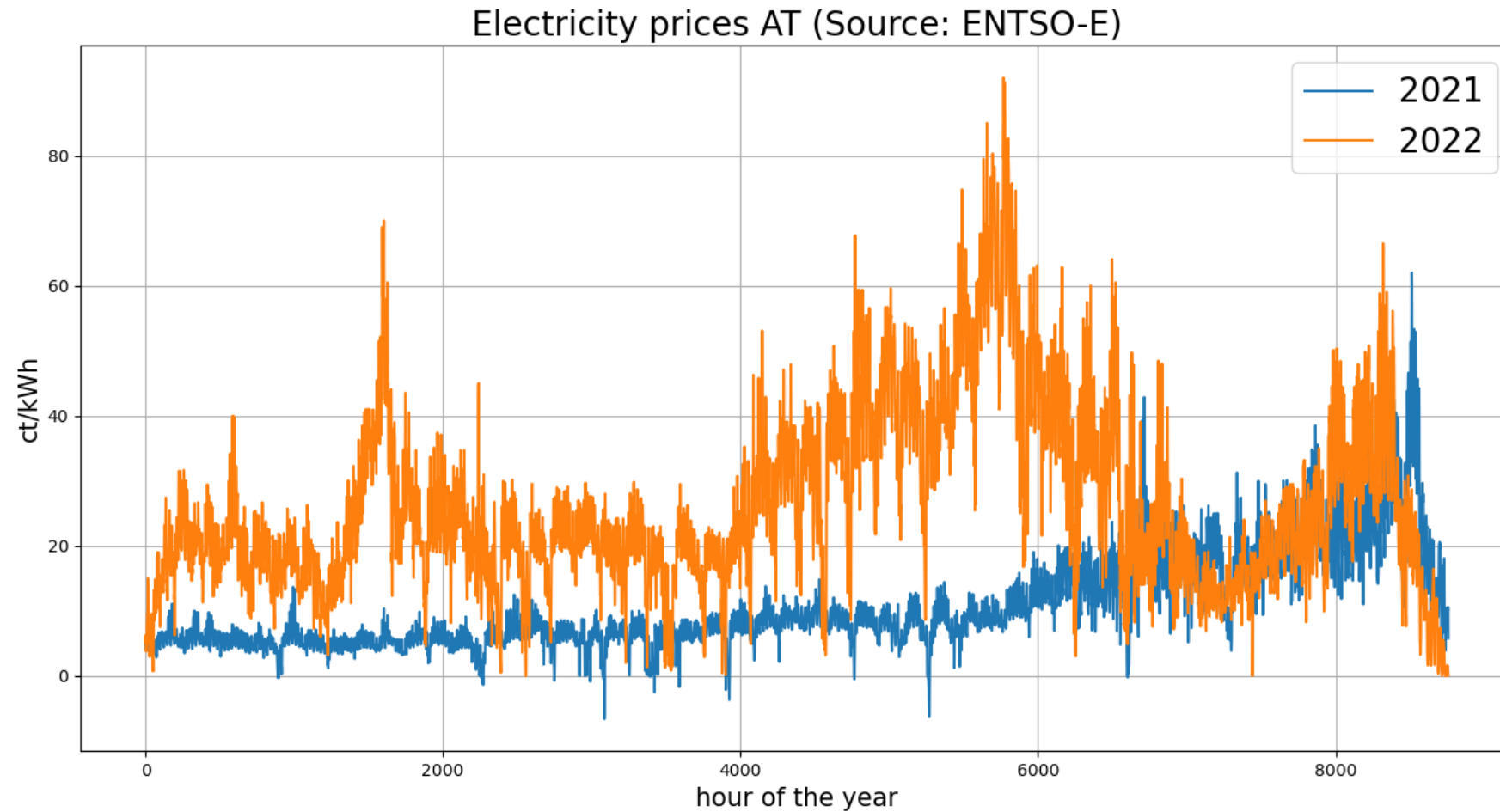


$$\text{Deckungsgrad} = \frac{\text{Eigenverbrauch}}{\text{Stromverbrauch}}$$

Hoher (links) vs. **niedriger** Eigenverbrauchsanteil (rechts)



Strompreis-Entwicklung der letzten Jahre



Übung 2.1

- a. Berechnen Sie den Barwert (= Kapitalwert) einer 10 kWp PV-Anlage unter der Annahme, dass die gesamte Produktion am Spotmarkt verkauft wird.
 - Preise aus dem Jahr 2023 (`ENTSOE_prices_for_2023_in_ct_per_kWh.csv` [ct/kWh])
 - Normiert PV-Einspeisung (`PV_Einspeisung.csv` [MW/MWp])
 - Annahme: 2023 steht exemplarisch für jedes kommende Jahr
 - Wie hoch dürfen die Investitionskosten maximal sein, damit die Wirtschaftlichkeit der Investition positiv bewertet wird (*Barwert* > 0)?
 - Stellen Sie die Entwicklung des Kapitalwerts (=Barwert) der Investition über die Lebensdauer in einem Diagramm dar.
- b. Führen Sie die Barwertberechnung + -darstellung wie in Punkt a. durch – mit der Annahme des Investitionszuschusses der EAG.
- c. Führen Sie die Berechnung noch einmal unter der Annahme durch, dass der konstante Einspeisetarif der OeMAG dem arithmetischem Mittel aller Stundenpreise des Kalenderjahrs 2023 entspricht.
 - Vergleich Sie diesen Fall mit b nicht geförderten Fall. Woher kommen potentielle Differenzen in der Wirtschaftlichkeit? (https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/2021/20210317_eag.html)

Übung 2.1

Parameter:

- Zinssatz = 6%
- Systemkosten = 800 €/kWp
- Betriebskosten/Versicherung = 10 €/(kWp a)
- Lebensdauer/Betrachtungszeitraum = 20 a
- Investitionszuschuss_{OeMAG}: 30% von Kosten PV ABER max. 195€/kWp
- <https://www.oem-ag.at/de/marktpreis/>
- https://www.oem-ag.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/gesetze/2024_03_14_EAG_Investitionszuschuesseverordnung_Strom_Novelle_2024.pdf
- https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/2021/20210317_eag.html



Übung 2.2

- a. Berechnen Sie den Eigenverbrauch und die Überschusseinspeisung einer **5kWp**-Anlage **für die ersten zwei Haushalte (Spalte 1+2)** der gegebenen 30 Haushalte (Spalten 1 und 2).

- PV_Profil_leistung_2.csv [kW/kWp] (*Temperatur hier auch mitberücksichtigt*)
- LeistungHaushalte.csv [Wh/4]
- Standort Wien
- Ausrichtung der PV-Anlage: Azimut=180°, Neigungswinkel=30°

NUR Zusatzinfo!!

- b. Stellen Sie die Entwicklung des Eigenverbrauchsanteils und der Deckungsgrade der Haushalte für eine Anlagengröße von 0 bis 20 kWp für die **ersten zwei Haushalte (Spalte 1+2)** dar. (2 Diagramme mit jeweils Eigenverbrauchsanteil und Deckungsgrad, x-Achse: Anlagengröße in kWp (von 0 bis 20 kWp), y-Achse: Anteil)
- c. Erstellen Sie eine Grafik, in der die Erzeugung, die Last und der Eigenverbrauch für die Woche 3 und 25 für Haushalt 1 dargestellt wird. (siehe Graphik Folie 11)

Übung 2.4

- a. Wie beurteilen Sie auf Basis der in der dieser Übung erlangten Erkenntnisse die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen in Österreich?
- b. Sollten Ihrer Meinung nach PV-Anlagen in Österreich weiterhin gefördert werden?

(Beantworten Sie jede dieser Fragen in einem kurzen Absatz)

Abgabe

- Ausgeführtes ipynb-File!
 - Ergebnisse und Lösungsweg kommentieren (überflüssigen Text vermeiden!),
 - Ergebnisse bevorzugt auch in graphischer Darstellung
 - Schlussfolgerungen
 - Es wird auf eine übersichtliche Dokumentation und Erscheinungsbild Wert gelegt. Bei Nichteinhaltung können bis zu 3 Punkte abgezogen werden.
 - Für eine positive Beurteilung müssen mindestens die Hälfte der Höchstpunktzahl erreicht werden.

Als Gruppenabgabe in TUWEL hochladen!

Deadline: 02.05.2024, 14:00 (keine spätere Abgabe möglich!)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Antonia Golab

TU Wien
Energy Economics Group – EEG
Gußhausstraße 25-29/E 370-3
1040 Vienna, Austria

+43 (1) 58801 370366
golab@eeg.tuwien.ac.at
www.eeg.tuwien.ac.at