

# WIRTSCHAFTLICHKEITSBEWERTUNG UND METHODEN ZUR OPTIMALEN DIMENSIONIERUNG VON PV-ANLAGEN UND SPEICHERSYSTEMEN IN MEHRPARTEIENHÄUSERN

Autor: Bernadette Fina

Zugehörigkeit: AIT Austrian Institute of Technology & Energy Economics  
Group (EEG), TU Wien

Co-Autoren: Andreas Fleischhacker, Hans Auer, Georg Lettner

Zugehörigkeit: Energy Economics Group (EEG), TU Wien





# 1. MOTIVATION UND FRAGESTELLUNG

## MOTIVATION:

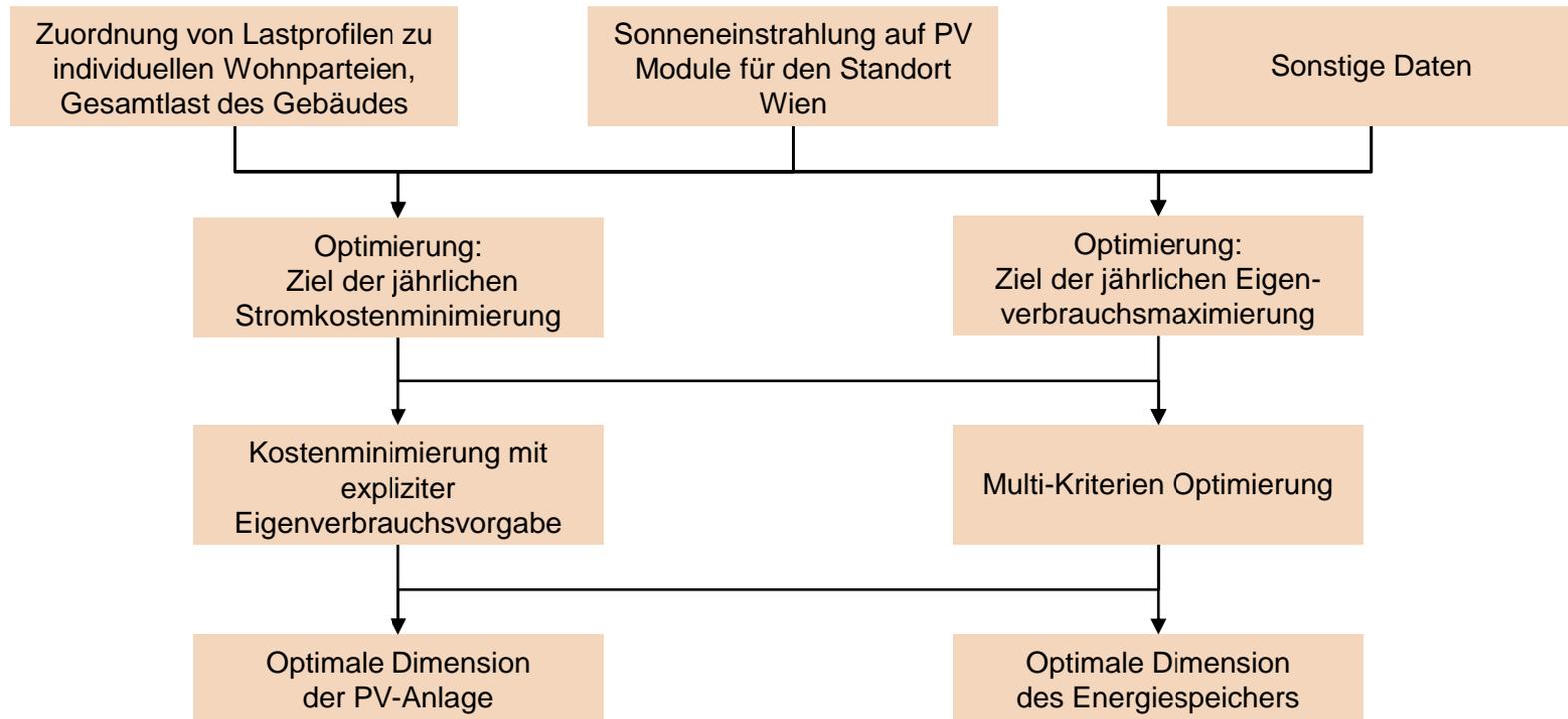
- Steigende Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen
- Bisher ausschließliche Nutzung von PV-Anlagen in Einfamilienhäusern
- Seit Juli 2017 rechtliche Grundlage zur Nutzung von gemeinschaftlichen Erzeugungsanlagen in Mehrparteienhäusern geschaffen

## FRAGESTELLUNG:

- Optimale Dimensionierung von PV-Anlagen und Speichersystemen in Mehrparteienhäusern bei unterschiedlichen Endkundenzielen (Jährliche Stromkostenminimierung vs. Eigenverbrauchsmaximierung)
- Wirtschaftlichkeitsbewertung von gemeinschaftlich genutzten Erzeugungsanlagen in Mehrparteienhäusern
- Entwicklung von entsprechenden Geschäftsmodellen

## 2. MODELL UND METHODE (1/6)

Grobes Ablaufdiagramm zum Überblick:



## 2. MODELL UND METHODE (2/6)

Optimierung: Minimierung der jährlichen Stromkosten

$$EC_{min} = \min \sum_{t=0}^{t=35040} C_{var} + C_{pvPeak} + C_{pvb} + C_{else} + C_{stor}$$

$$C_{var} = \sum_{t=0}^{t=35040} e_{grid}(t) * c_{var\_elec} - e_{pv2grid}(t) * p_{feed\_in}$$

$$C_{pvPeak} = (i_{0\_pv} * \alpha_{pv} + c_{clean}) * P_{peak}$$

$$C_{pvb} = b_{pv} * (c_{op} + c_{ins} + \alpha_{pv} * c_{fix\_pv})$$

$$C_{else} = c_{fix\_elec}$$

$$C_{stor} = i_{0\_stor} * \alpha_{sp} * SOC_{max}$$

Optimierungsvariablen:

$P_{peak}$	PV Spitzenleistung	$b_{pv}$	Binärvariable, Existenz PV
$e_{grid}$	Strombezug aus dem Netz	$SOC_{max}$	Maximale Speicherkapazität
$e_{pv2load}$	Strom von PV zur Lastdeckung	$SOC$	Ladezustand
$e_{pv2grid}$	PV Einspeisung ins Netz	$e_{in}$	Eingespeicherte Energie
		$e_{out}$	Ausgespeicherte Energie

## 2. MODELL UND METHODE (3/6)

Optimierung: Maximierung des jährlichen Eigenverbrauchs

$$SC_{max} = GC_{min} = \min \sum_{t=0}^{t=35040} e_{grid}(t)$$

→ Multi-Kriterien Optimierung:

$$MO_{min} = \min \left[ \alpha * \frac{EC_{min}}{Result_{ECmin}} + (1 - \alpha) * \frac{SC_{max}}{Result_{SCmax}} \right]$$

$\alpha$	Gewichtung einzelner Zielfunktionen
$Result_{ECmin}$	Ergebnis der Kostenminimierung
$Result_{SCmax}$	Ergebnis der Eigenverbrauchsmaximierung

→ Kostenminimierung mit Eigenverbrauchsvorgabe:

- Multi-Kriterien Optimierung nicht einsetzbar bei kleinen Anlagengrößen
- Abhilfe: Reines Kostenminimierungsproblem mit expliziter Vorgabe des gewünschten Eigenverbrauchs

## 2. MODELL UND METHODE (4/6)

### Nebenbedingungen:

Lastdeckung:

$$load(t) == e_{grid}(t) + e_{pv2load}(t) + e_{out}(t)$$

Energieerzeugung PV-Anlage:

$$E_{pv}(t) == e_{pv2load}(t) + e_{pv2grid}(t) + e_{in}(t)$$

Ladezustand Speicher:

$$SoC(t) == SOC(t - 1) - \frac{e_{out}(t)}{\eta_{St}} + e_{in} * \eta_{St}$$

Beschränkungen:

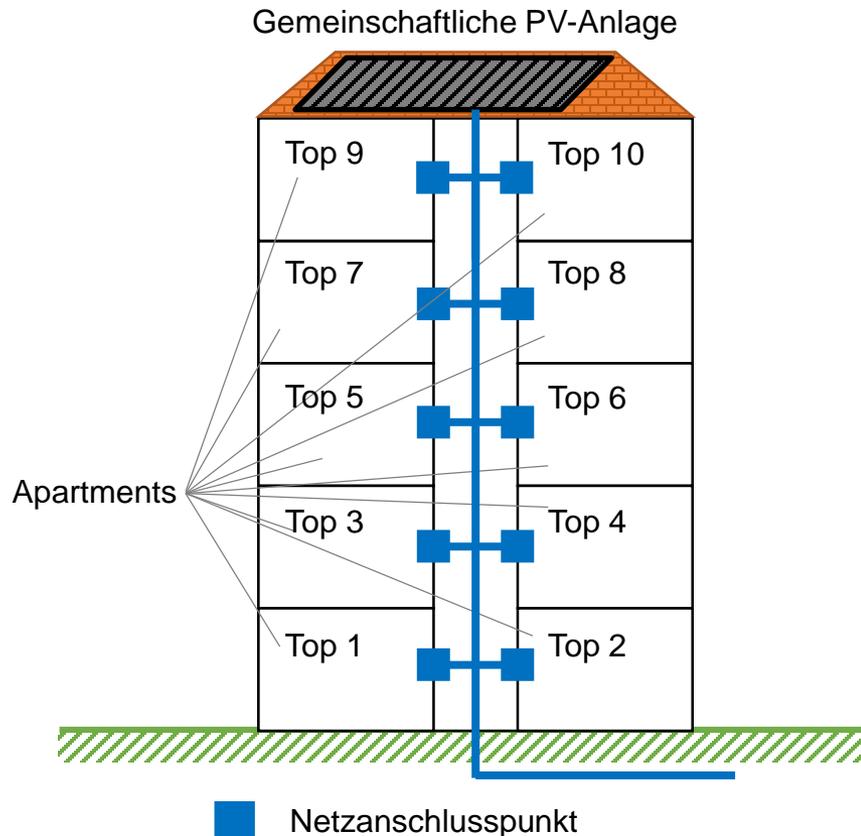
$$0 \leq P_{peak} \leq P_{peak,max}$$

$$0 \leq SoC(t) \leq SoC_{max}$$

$$SoC(1) == SoC(N) == 0$$

Nichtnegativitätsbedingungen für Optimierungsvariablen

## 2. MODELL UND METHODE (5/6)



Annahmen:

- 10 Apartments (Tops 1-10)
- Reale Lastprofile
- Aufsteigende Zuordnung der Lastprofile entsprechend der Höhe des Verbrauch
  - Top 1: 1399 kWh/a
  - ...
  - Top 10: 3683 kWh/a
- Maximale PV-Anlagengröße limitiert mit 21 kWp aufgrund begrenzter Dachfläche

Bild: Statische Zuordnung von erzeugtem PV-Strom

## 2. MODELL UND METHODE (6/6)

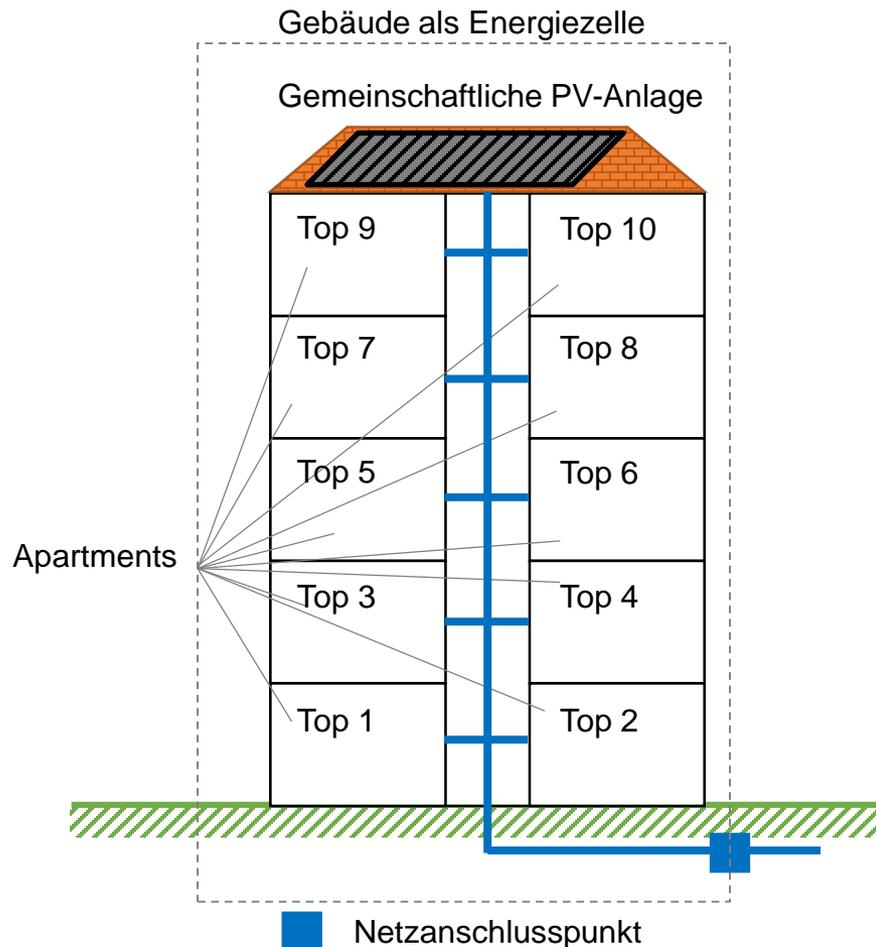
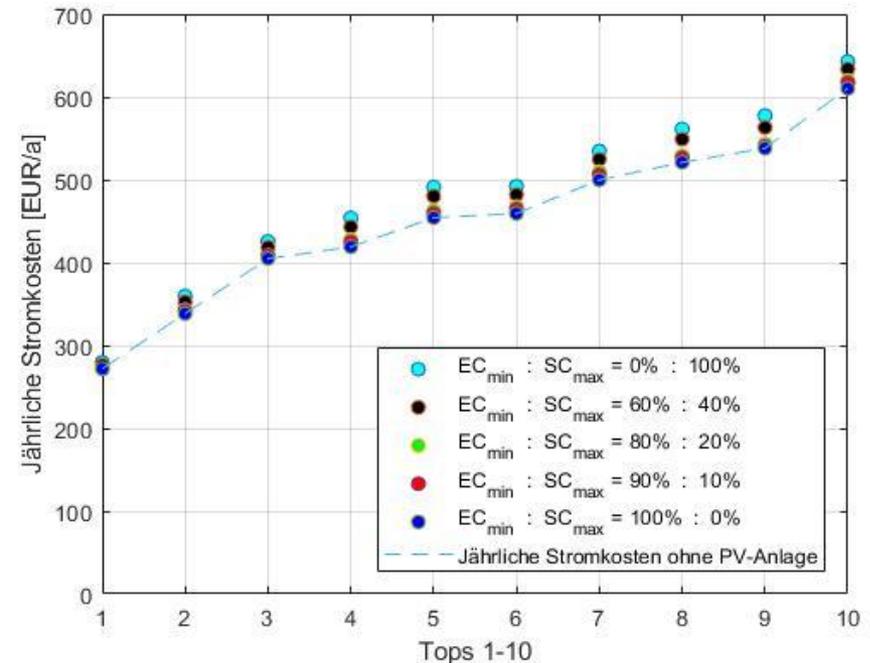
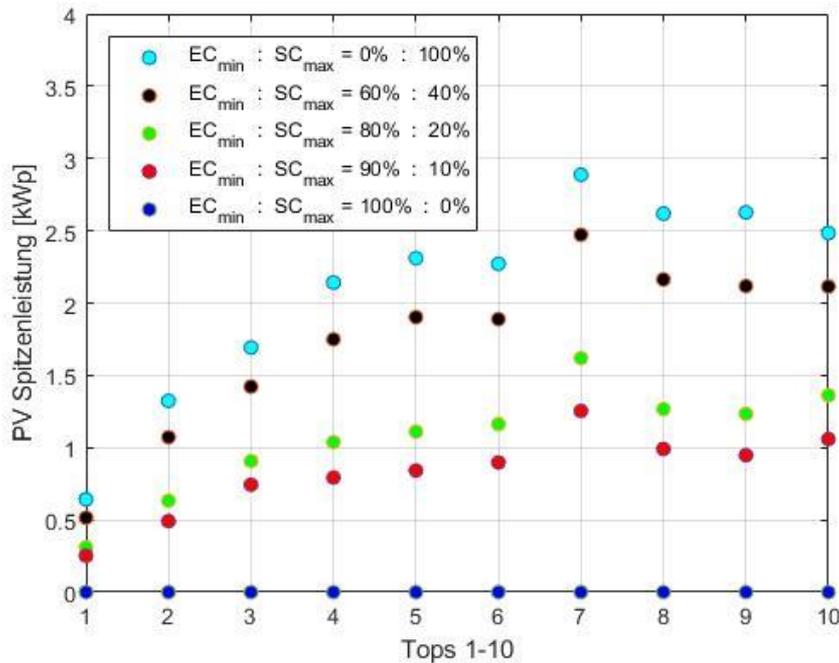


Bild: Dynamische Zuordnung von erzeugtem PV-Strom

- Betrachtung des Gebäudes als Gesamtlast
- Betrachtung von Einzellastprofilen  $\neq$  Betrachtung der Gesamtlast des Gebäudes
- Synergieeffekte zwischen den Lastprofilen (Gebäude als Gesamtlast) beeinflussen Ergebnisse positiv

### 3. ERGEBNISSE (1/4)

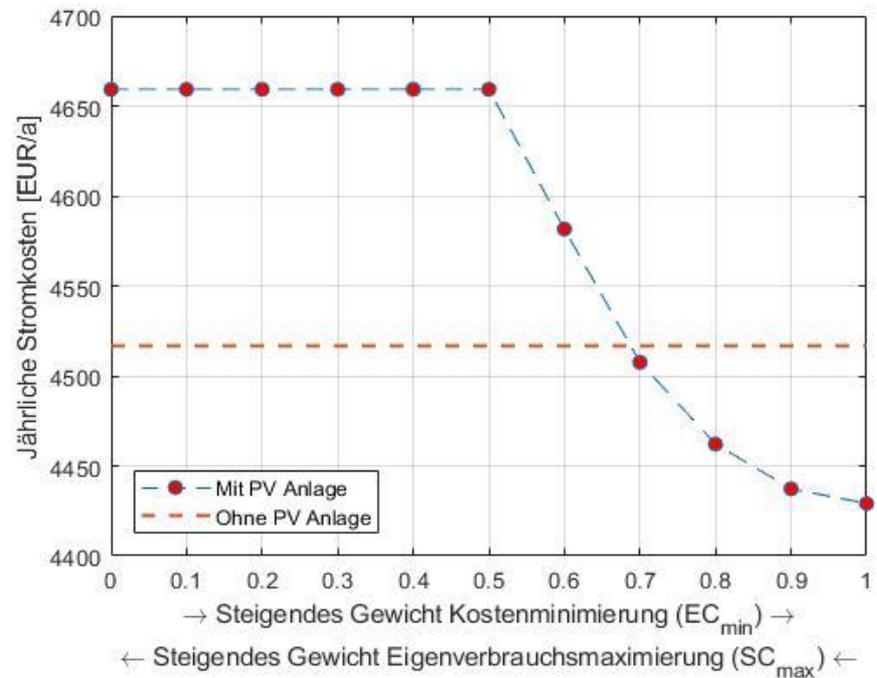
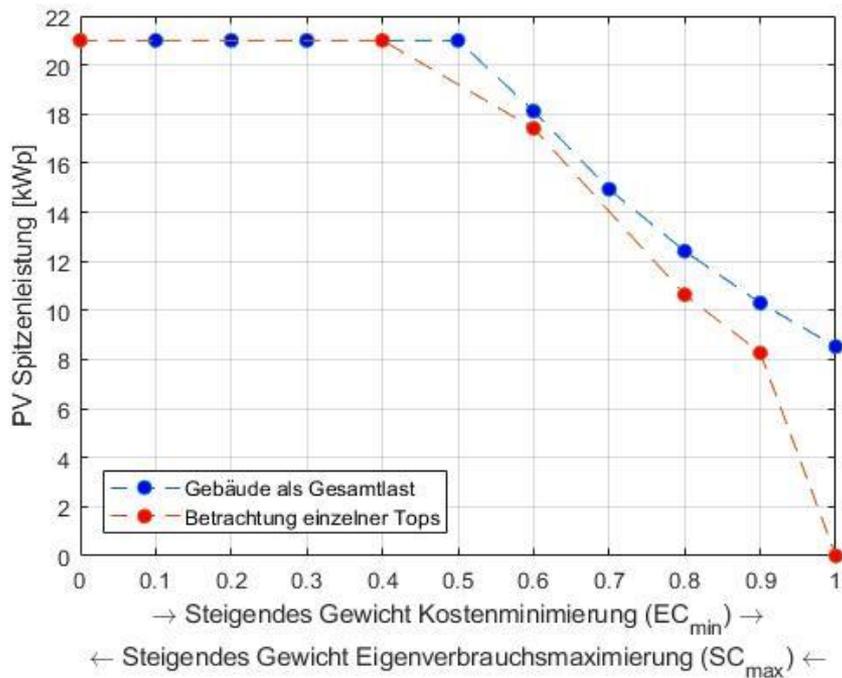
Installierte PV Spitzenleistung sowie jährliche Stromkosten für individuelle Wohnparteien



Kostenminimierungsgrad 100% → keine PV-Anlage → unwirtschaftlich  
 Jährliche Stromkosten ohne PV-Anlage < Stromkosten mit PV-Anlage

### 3. ERGEBNISSE (2/4)

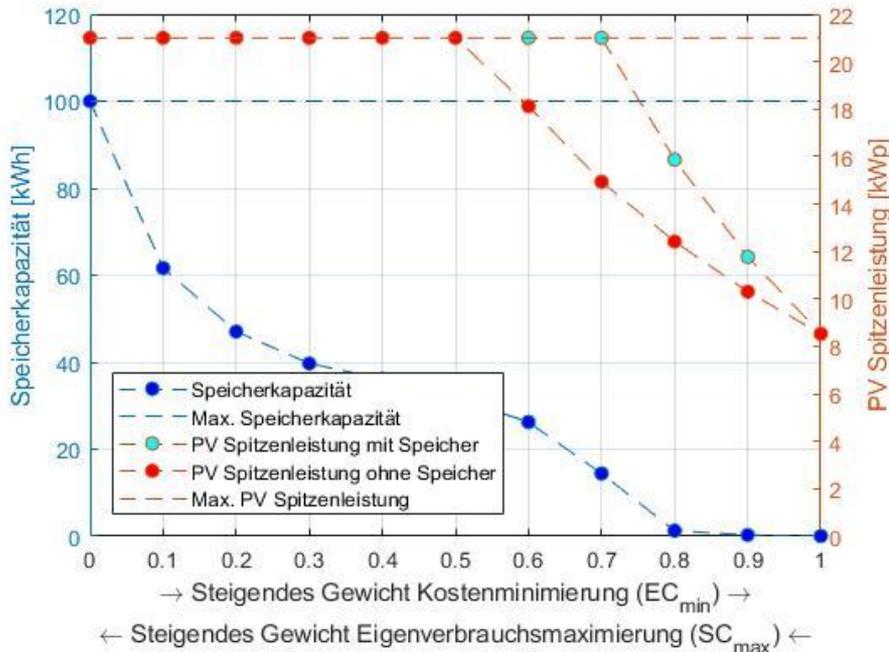
Installierte PV Spitzenleistung für das Gebäude als Gesamtlast und zugehörige jährliche Stromkosten



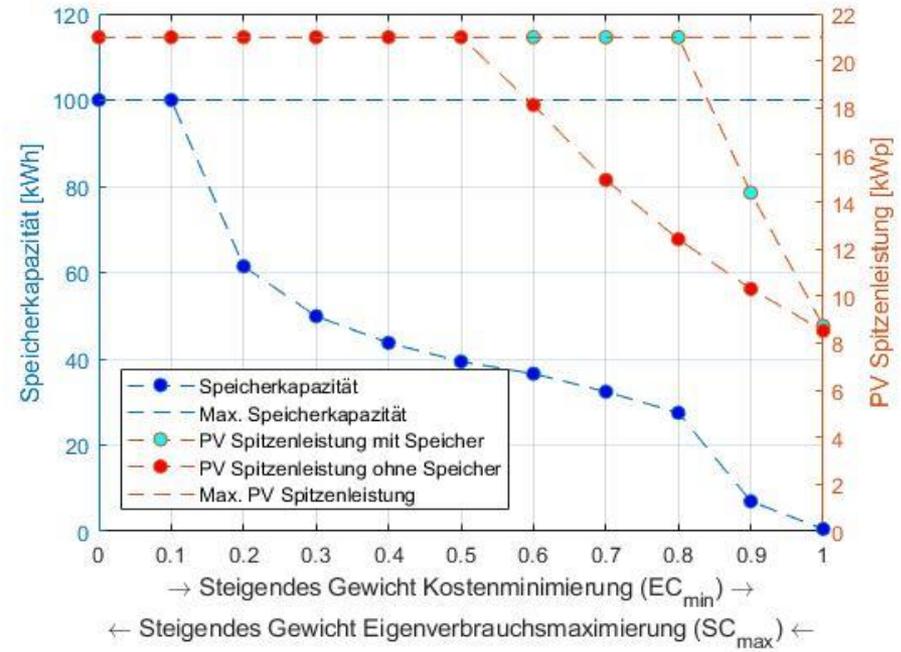
Kostenminimierungsgrad 100% → PV-Anlage installiert → wirtschaftlich  
 Bei starker Gewichtung von Kostenminimierung → Kostenersparnis möglich

### 3. ERGEBNISSE (3/4)

PV und Speicher mit Speicherkosten von 1000 €/kWh



PV und Speicher mit Speicherkosten von 500 €/kWh



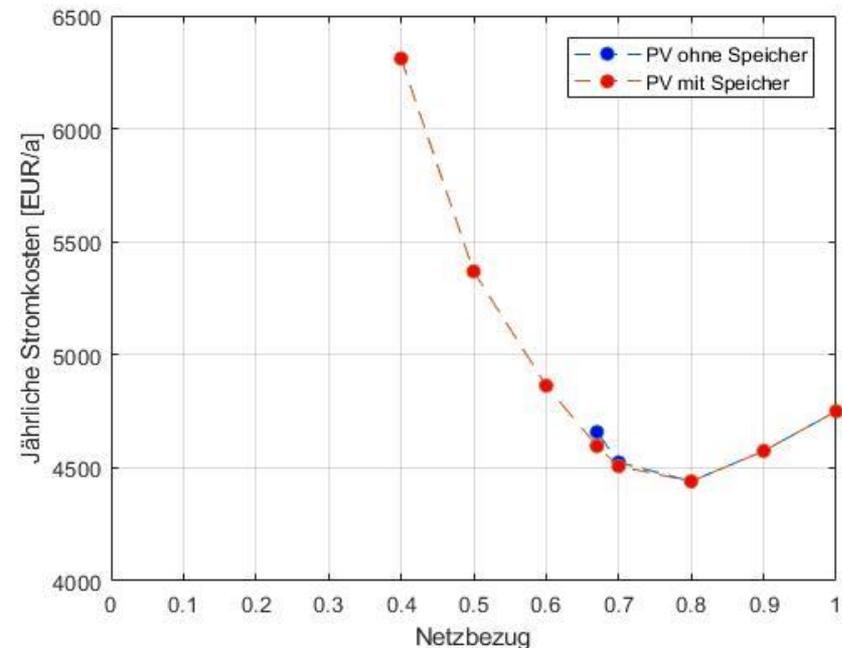
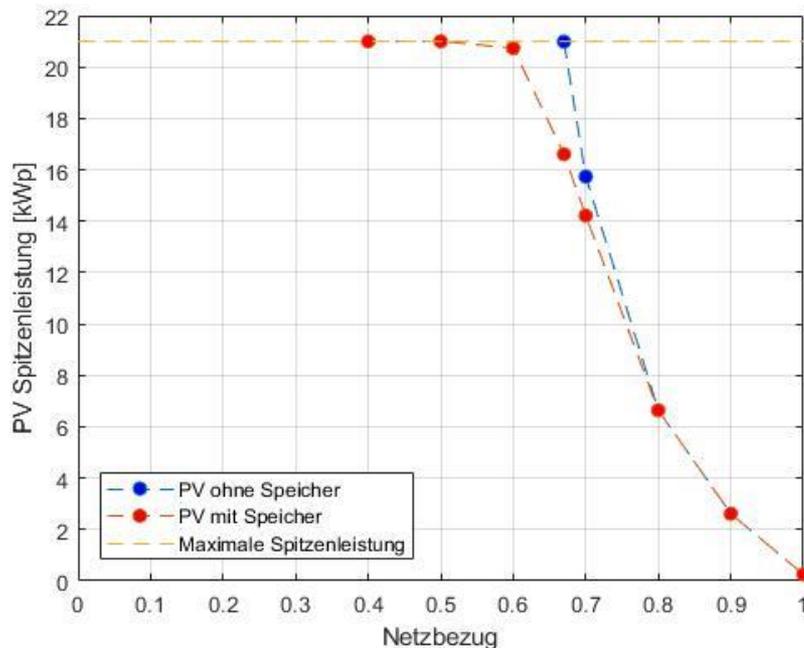
Berücksichtigung Speicher → größere installierte PV-Leistung

Geringere Speicherkosten → größerer Ausbau von PV und Speicher

Speicher kann jährliche Stromkosten jedoch nicht reduzieren

### 3. ERGEBNISSE (4/4)

Multi-Kriterien Analyse → nicht geeignet für Untersuchung von kleinen Anlagen-  
größen → Kostenminimierung mit expliziter Vorgabe des Eigenverbrauchs



Kosten bei geringen EV-Anteilen (1%-10%) > als bei EV-Anteilen von 20%-30%  
(Eigenverbrauch (EV) = 1-Netzbezug)

→ Hoher Fixkostenanteil der Installation → kleine Anlagen nicht wirtschaftlich

## 4. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

- Wirtschaftlichkeit von gemeinschaftlich genutzten PV-Anlagen bei österreichischen Endkundenstrompreisen derzeit an der Grenze
- Zum Vergleich: Bei deutschen Endkundenstrompreisen hohe Wirtschaftlichkeit von gemeinschaftlichen PV-Anlagen möglich → hoher mengenbezogener Anteil (€/kWh) des Endkundenstrompreises
- Rechtliche Situation beschränkt Nutzung von gemeinschaftlichen Erzeugungsanlagen in Österreich derzeit auf ein Gebäude
- Zukünftig muss gemeinschaftliche Nutzung auch auf mehrere Gebäude ausgeweitet werden → größere Flexibilität, evtl. auch Berücksichtigung von Elektrofahrzeugladestationen → weitere Vergrößerung der Flexibilität
- Entwicklung von entsprechenden Geschäftsmodellen

Dipl.-Ing. Bernadette Fina  
AIT Austrian Institute of Technology/  
Energy Economics Group (EEG), TU Wien  
16.02.2018

[E] [Bernadette.Fina@ait.ac.at](mailto:Bernadette.Fina@ait.ac.at)

[W] [www.ait.ac.at](http://www.ait.ac.at)

