



# Auswirkungen eines variable Strompreises auf die Wärmepumpen betriebenen Gebäude im Österreichischen Gebäudebestand

Philipp MASCHERBAUER

18.02.2022

17. Symposium Energieinnovation 2022

# Hintergrund - NewTrends

HORIZON  
2020

## ▶ Horizon 2020 Projekt

- Wie wirken sich die neuen gesellschaftlichen Trends auf die Energienachfrage aus?
- Prosumer und Big Data (neue Datenquellen) in Energiebedarfsmodellen für den bestehenden Gebäudebestand



<https://newtrends2020.eu/>

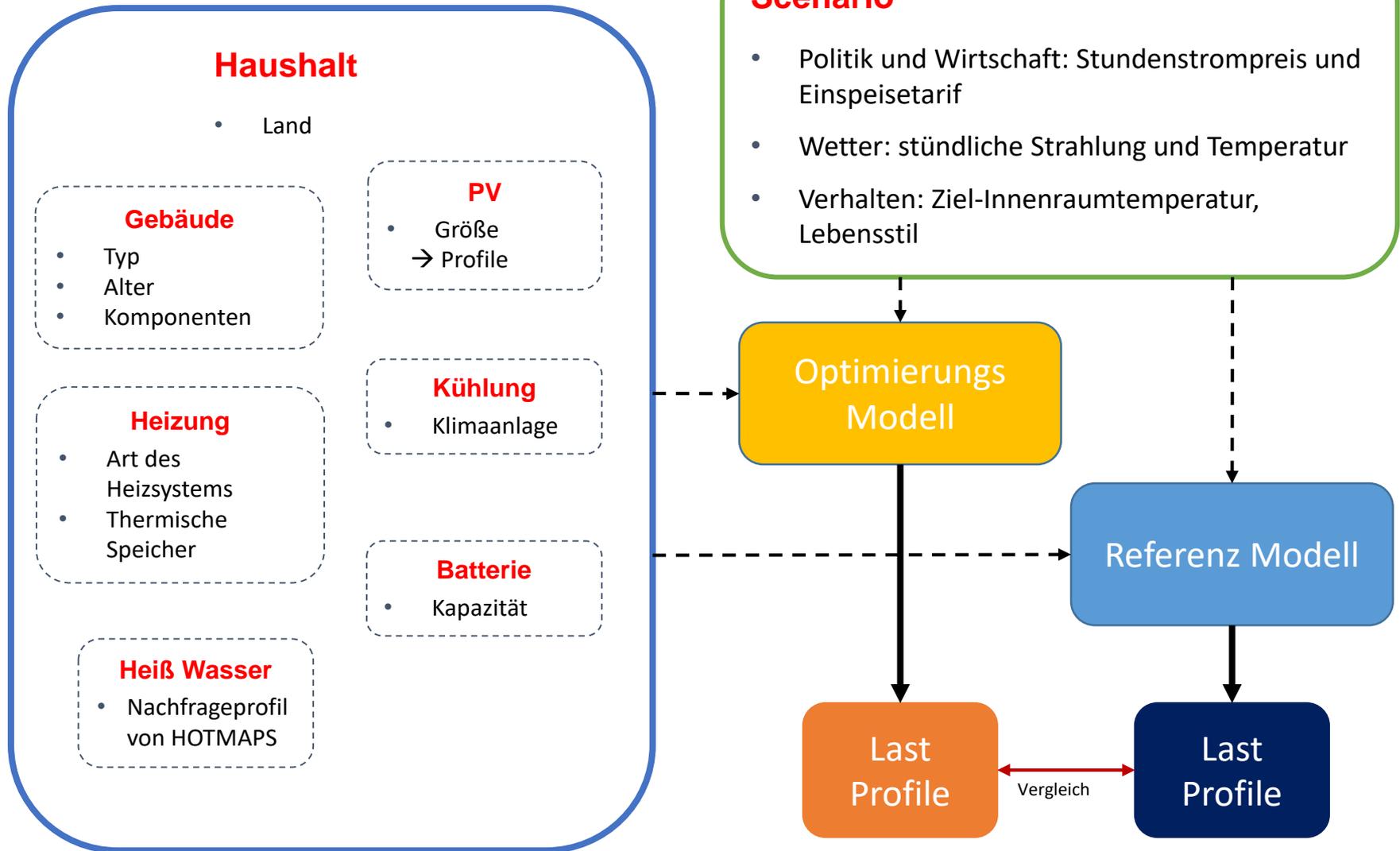
## Mein Ziel:

- Wie können aktive Demand-Response-Maßnahmen von Gebäuden mit Wärmepumpen im Wohnbereich das Gesamtlastprofil auf nationaler Ebene beeinflussen?
  - Berücksichtigung des Speicherpotenzials der thermischen Gebäudemasse
  - Einsatzes von intelligenten Energiemanagementsystemen in Einfamilienhäusern

# Intelligentes Energiemanagementsystem (IEMS)

- ▶ Minimiert die Energiekosten des Haushalts (Stromkosten)
- ▶ Wettervorhersage
- ▶ Steuerung von Heizung/Kühlung, Nutzung von Energiespeichern
- ▶ Kontrolliert lokal erzeugten Strom

# Methodik



# Methodik

## Optimierungsmodell

- ▶ **Perspektive:** Haushalt
- ▶ **Zeitauflösung :** stündlich
- ▶ **Zielfunktion:**

$$\min Cost = \sum_{t=1}^{8760} EP_t \times EC_{grid,t} - FiT \times ES_{pv2grid,t}$$

- ▶ **Entscheidungsvariablen:**
  - stündlicher Betrieb von Technologien über ein Jahr

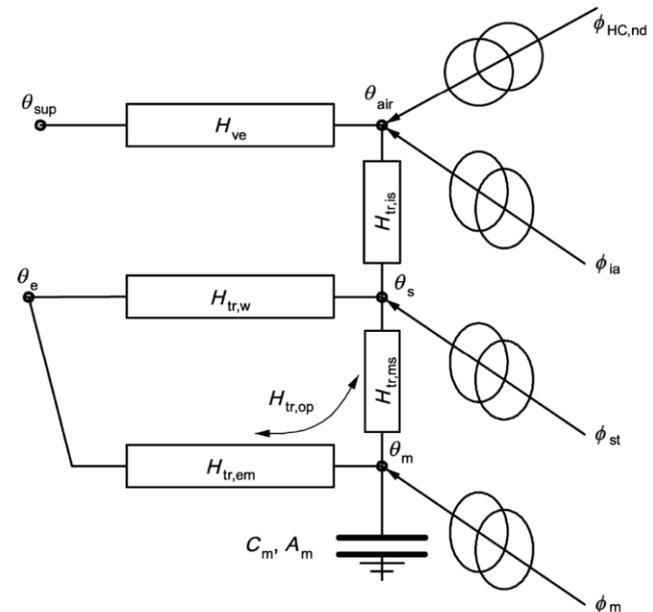
## Referenzmodell

- ▶ **Perspektive:** Haushalt
- ▶ **Zeitauflösung :** stündlich
- ▶ **Arbeitsweise :**
  - PV-erzeugter Strom wird zur Deckung des Eigenbedarfs verwendet
  - Überschüssiger Strom aus PV wird gespeichert
  - Wenn die Speicher voll oder nicht verfügbar sind, wird der Überschuss verkauft.
  - Thermische Gebäudemasse wird nicht vor- geheizt/gekühlt

# Heiz- und Kühlbedarf

► Der Heiz- und Kühlbedarf wird mit einem 5R1C-Ansatz (DIN ISO 13790) berechnet.

- 1 thermische Kapazität
- 5 Widerstände:
  - Wände (für die effektive Masse ( $H_{tr,em}$ ) und für die gesamte Oberflächenmasse ( $H_{tr,ms}$ ))
  - Fenster ( $H_{tr,w}$ )
  - Lüftung ( $H_{ve}$ )
  - Wärmeleitfähigkeit zwischen Oberfläche und Lufttemperatur ( $H_{tr,is}$ )



# Eingangsprofile

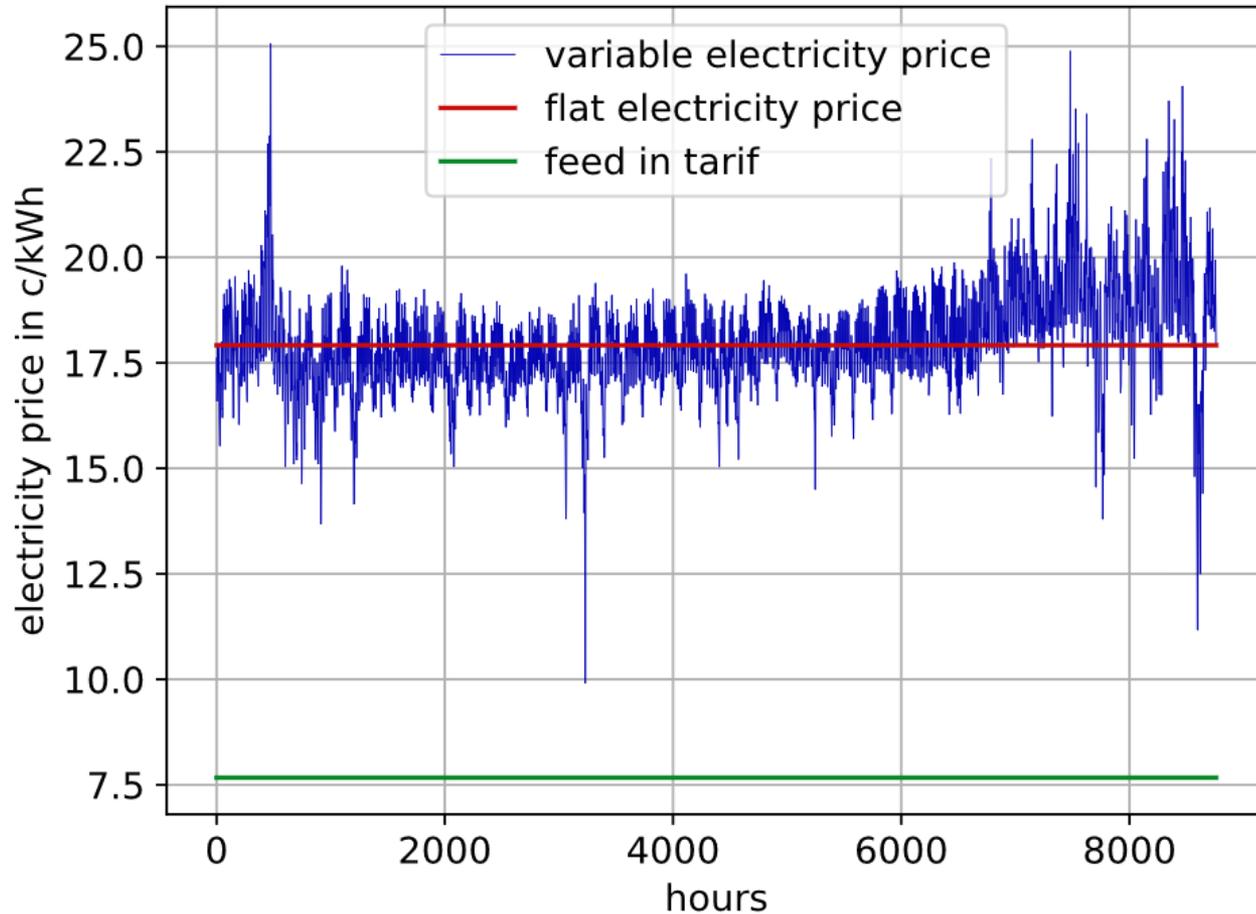
## ▶ Stündlich:

- Außentemperatur (Mittelwert über NUTS3-Regionen, gewichtet nach dem Heizbedarf der Haushalte)
- PV-Erzeugungsprofil
- Strahlungsprofil
- Strompreis
- Feed in Tarif
- Eingestellte Raumtemperatur
- COP der Wärmepumpe ( $\eta_{\text{air}} = 0.4$ ,  $\eta_{\text{ground}} = 0.45$ )
- COP des Klimageräts
  
- Elektrizitätsbedarf eines einzelnen Haushalts
- Warmwasserbedarf eines einzelnen Haushalts

$$COP_t = \eta \times \frac{T_t^s}{T_t^s - T_t^o}$$

# Eingangsp Profile

- Variabler Preis: EXAA, ed. (2016) Exaa energy exchange austria
- Fixer Preis: Durchschnitt des variablen Preises
- Feed in Tarif: E-control, ed. (2017) Ökostrom-einspeisetarifverordnung 2018.



# Eingangsprofile

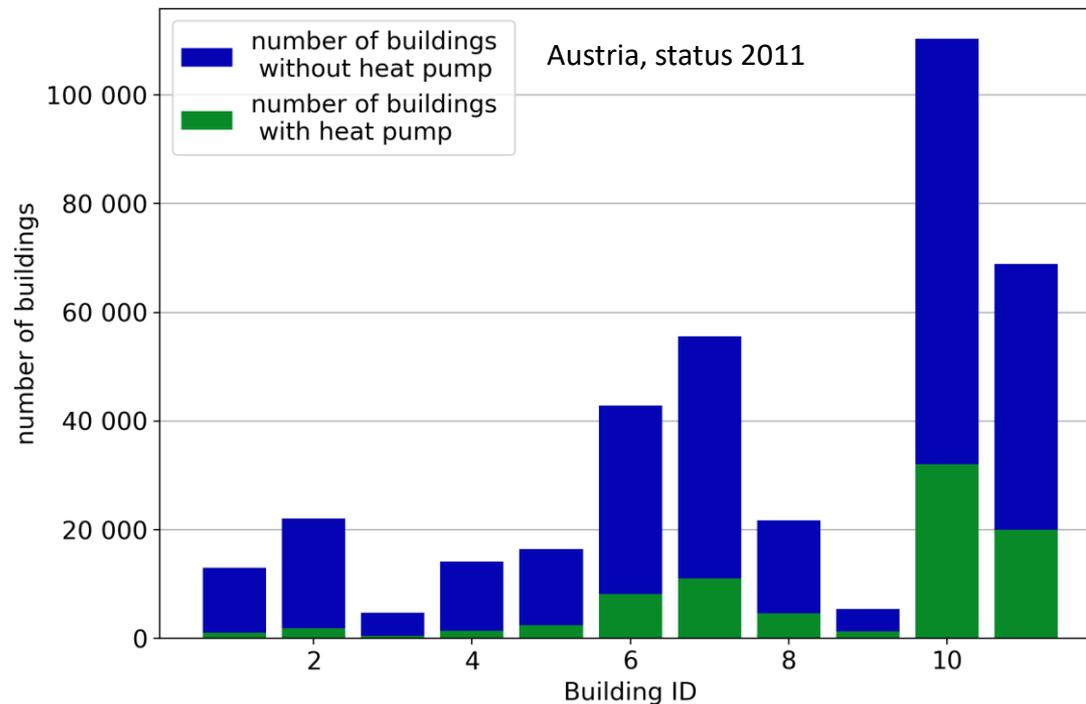
## ▶ Stündlich:

- Außentemperatur (Mittelwert über NUTS3-Regionen, gewichtet nach dem Heizbedarf der Haushalte)
- PV-Erzeugungsprofil
- Strahlungsprofil
- Strompreis
- Feed in Tarif
- Eingestellte Raumtemperatur (min: 20°C, max: 27°C)
- COP der Wärmepumpe ( $\eta_{\text{air}} = 0.4$ ,  $\eta_{\text{ground}} = 0.45$ )
- COP des Klimageräts
  
- Elektrizitätsbedarf eines einzelnen Haushalts
- Warmwasserbedarf eines einzelnen Haushalts

$$COP_t = \eta \times \frac{T_t^s}{T_t^s - T_t^o}$$

# Gebäude

ID	Type	Age Class	$A_f$ (m <sup>2</sup> )	Useful energy demand for space heating (W/m <sup>2</sup> )
1	SFH	1890-1918	129	161.8
2	SFH	1890-1918	129	132.1
3	SFH	1919-1944	136	160.2
4	SFH	1919-1944	136	146.2
5	SFH	1945-1960	144	136.1
6	SFH	1961-1970	154	105.9
7	SFH	1971-1980	163	105.9
8	SFH	1981-1990	166	93.4
9	SFH	1991-2000	170	88.9
10	SFH	2001-2008	170	69.1
11	SFH	2009-2011	170	69.1



Source: Invert/EELab

# Szenario-Parameter

- ▶ Jedes Gebäude wird gemäß der nachstehenden Tabelle einmal in der Optimierung und einmal im Referenzmodus berechnet.
- ▶ → Das Ergebnis sind 1056 Simulationen in jedem Modus

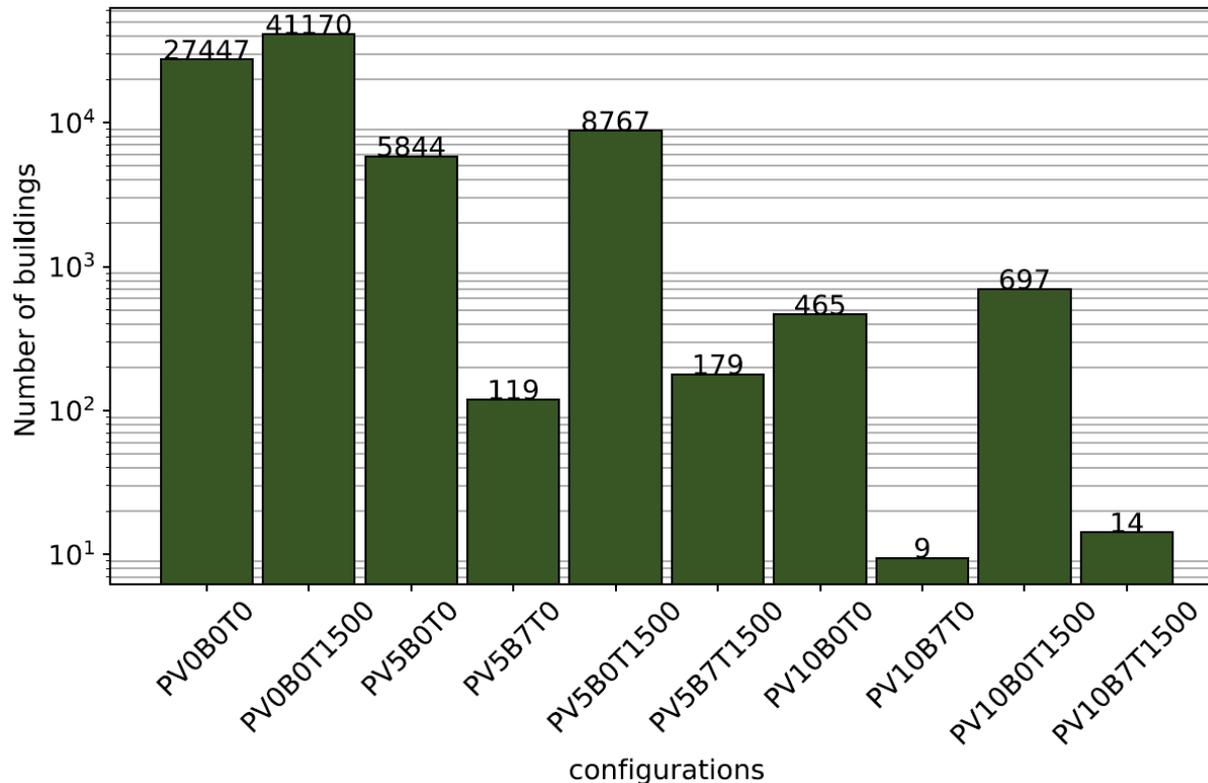
Technology	Parameter Values		
Hot water tank	0 liter	1500 liter	
Battery size	0 kWh	7 kWh	
PV size	0 kWp	5 kWp	10 kWp
HP type	air source	ground source	
Cooling	adopted	not adopted	

# Gebäudekonfigurationen auf nationaler Ebene

- ▶ 19% der von uns betrachteten Gebäude haben eine PV Anlage (1)
- ▶ ~ 22.000 Batterien wurden seit 2014 installiert (2)

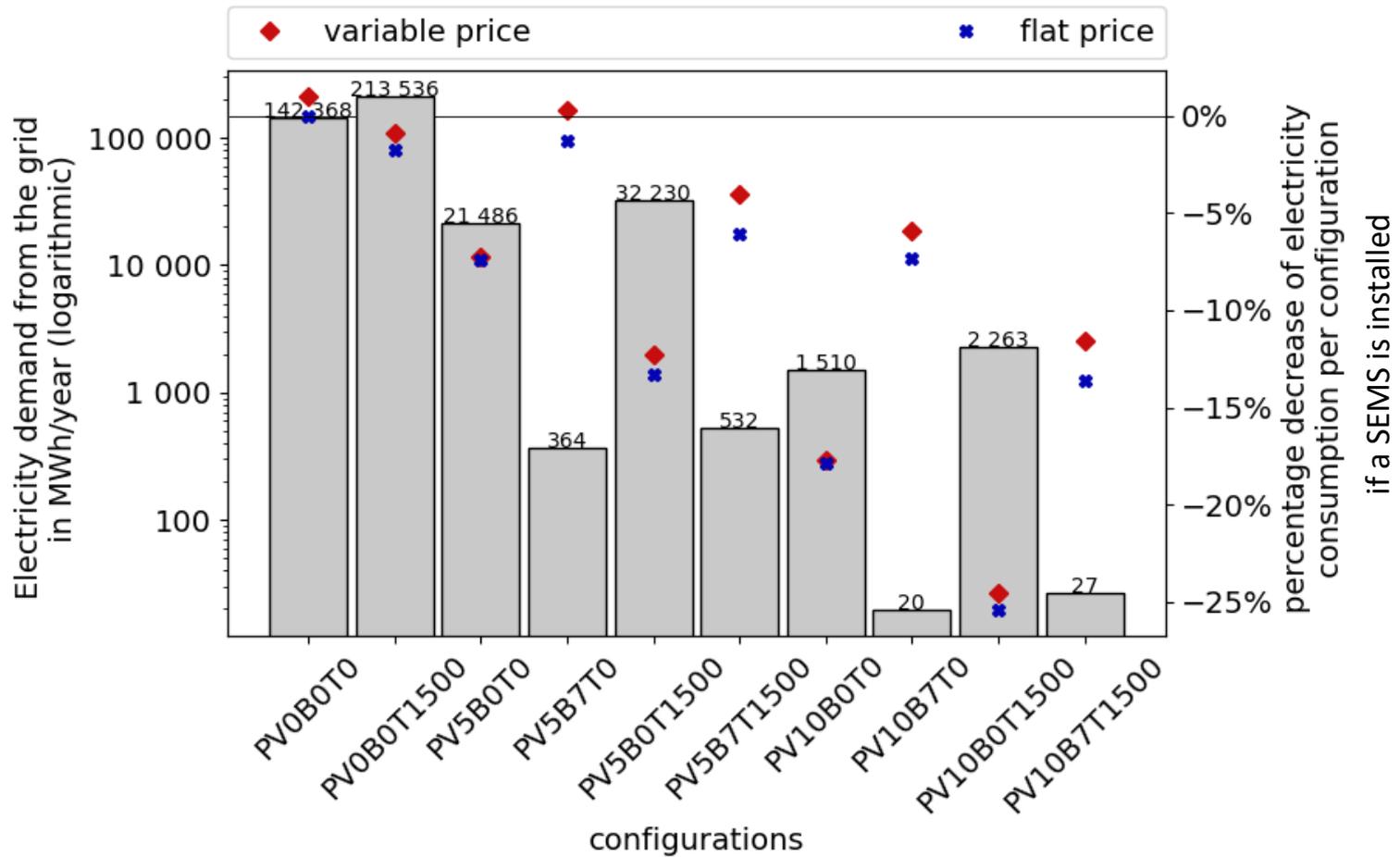
## ▶ Quellen:

1. Statistic Austria 2021
2. Leonhartsberger K. Wittmann M..2021, Analyse der Marktentwicklung von PV Heimspeichersystemen in Österreich

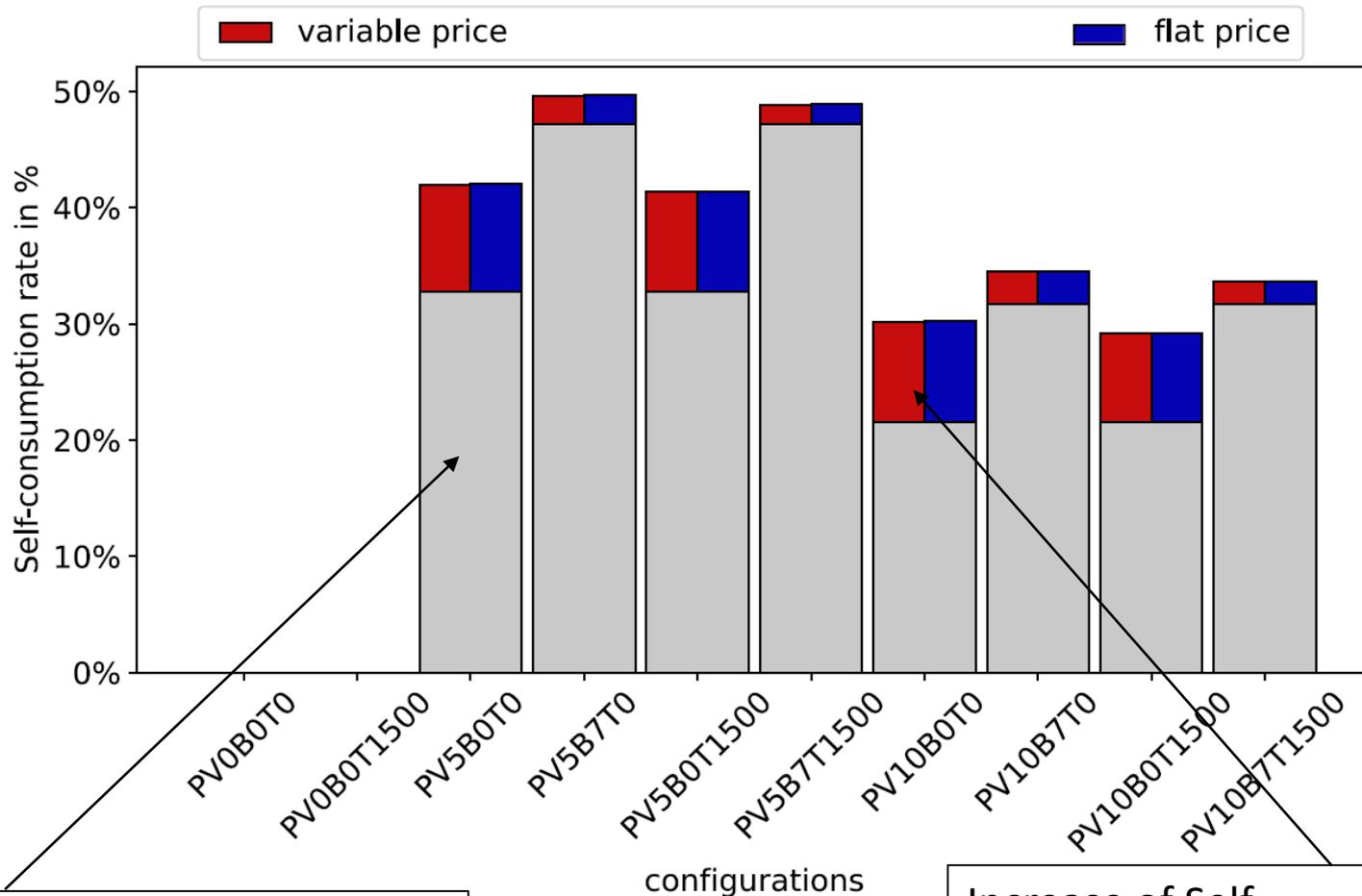


- ▶ PV... Photovoltaic
- ▶ B... Battery
- ▶ T... Thermal storage

# Elektrizitätsbedarf pro Gebäudekonfiguration durch IEMS



# PV-Eigenverbrauchsquote pro Gebäudekonfiguration durch IEMS



Self-consumption rate in the reference mode

Increase of Self-consumption rate through optimization

# Fazit

- ▶ IEMS führen bei einem pauschalen Strompreis zu einer allgemeinen Verringerung des Netzstromverbrauchs. Bei einem variablen Preis kann es bei bestimmten Gebäudekonfigurationen zu einem erhöhten Verbrauch führen.
- ▶ Durch IEMS verringern Gebäude mit 5 kWp PV-Systemen und ohne Speichieranwendung ihren Gesamtstromverbrauch um 1,5 GWh im betrachteten Gebäudebestand. Dies verdeutlicht das Potenzial der Nutzung der thermischen Masse von Gebäuden.
- ▶ Im Allgemeinen hat das Preisszenario einen sehr geringen Einfluss auf den PV-Eigenverbrauch. IEMS erhöht den PV-Eigenverbrauch.

# Aussicht

- ▶ Erweiterung des Gebäudemodells um Gebäude bis zum Jahr 2021
- ▶ Ausweitung des Modells auf einen Szenario basierten Gebäudebestand bis 2050
  
- ▶ Analyse der einzelnen Lastprofile
- ▶ Analyse der Veränderung der Spitzenlast der sich ergebenden Lastprofile in Abhängigkeit vom Strompreis

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

