



Bauteilaktivierung als Flexibilitätsoption für den Strommarkt: Potentiale und Reglerentwicklung

Seminar im Rahmen des IEA EBC Annex 82

Guntram Preßmair, e7

16.10.2024



Hintergrund



Bewertung der Bauteilaktivierung als Option für Flexibilität im Strommarkt

- Flexibilitätpotentiale durch thermische Trägheit des österreichischen Gebäudebestandes bis 2040
- Bewertung in monetären Größen

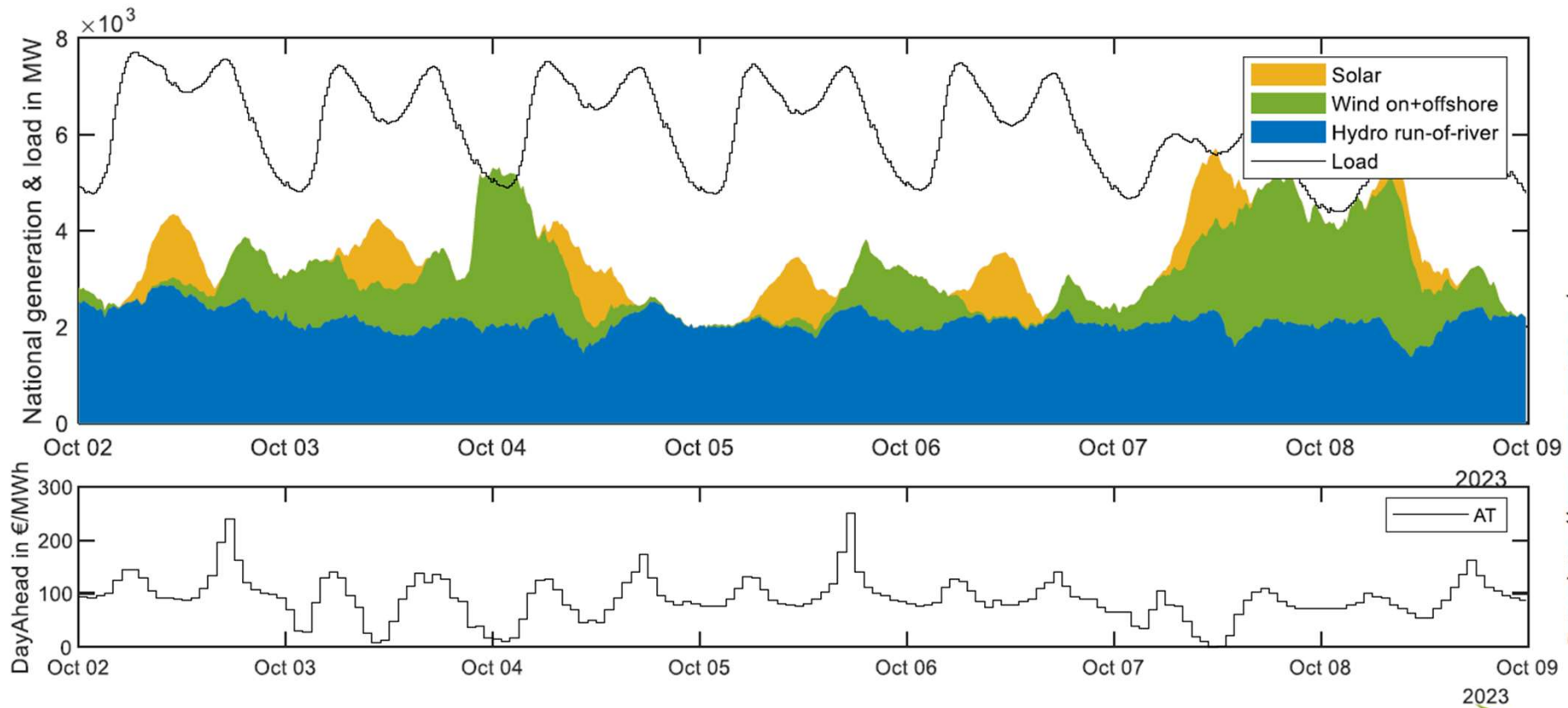
Gefördert durch



PnP Control TABS

- Entwicklung einer Plug-and-Play Regelstrategie für energieflexible Gebäude mit Schwerpunkt auf Wärmepumpen
- Verwertung von Windenergie-Überschüssen

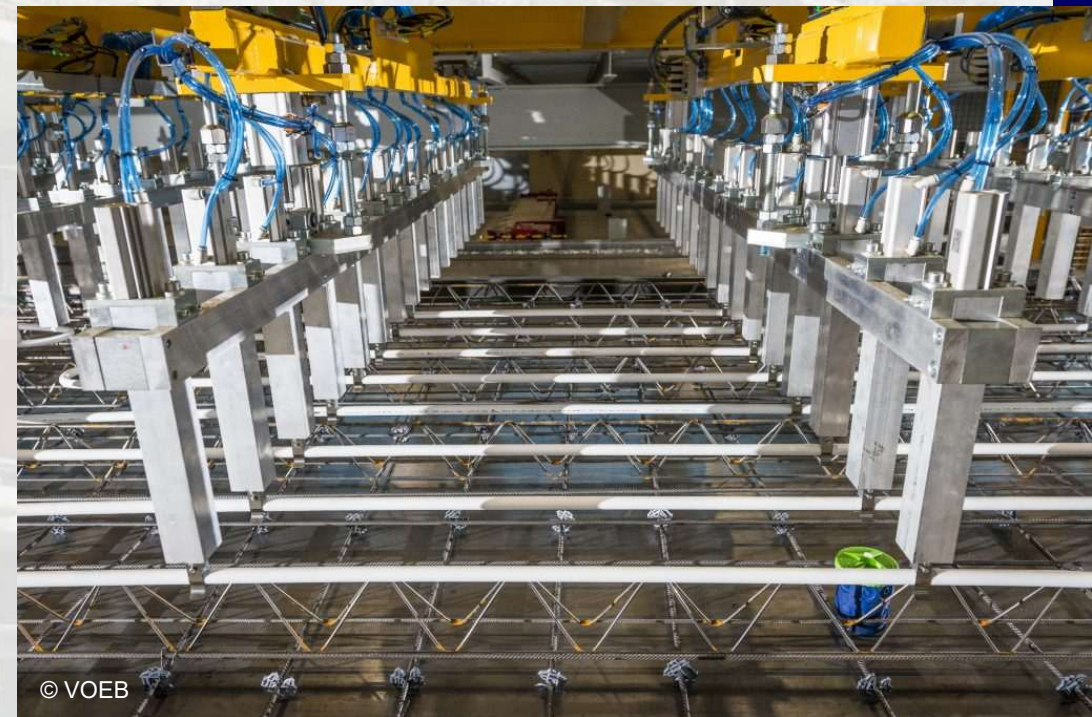
Wind: Mehrtägige Volatilität



This work has been financially supported by the Austrian Federal Government under grant agreement No. 880775.

Vorfertigung Elementdecken mit Bauteilaktivierung

- MISCHEK Systembau, Teil der STRABAG-Gruppe
- Produktionskapazität > 100,000 m²/a
- Produzent des Roboters PROGRESS Group, Brixen/Italy



Energiewirtschaftliches Potential

Bewertung der Bauteilaktivierung als Option für Flexibilität
im Strommarkt



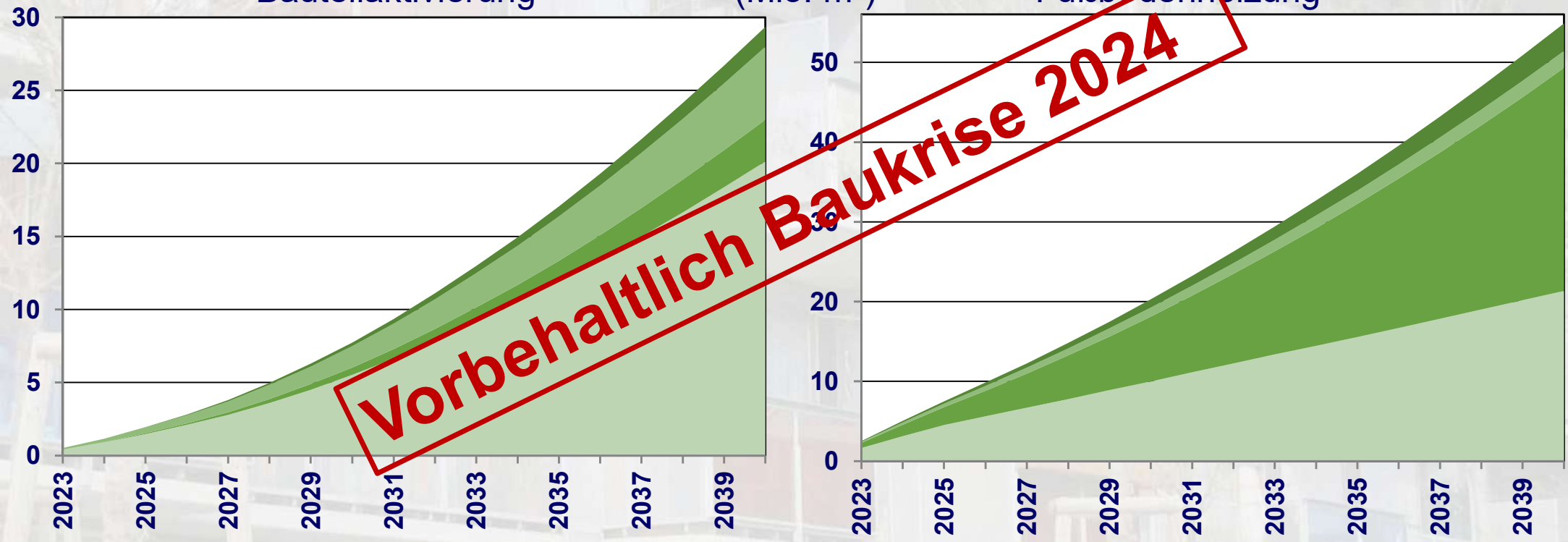
Kumulierte Flächen Bauteilaktivierung und Fußbodenheizung

Bauteilaktivierung

(Mio. m²)

Fußbodenheizung

Vorbehaltlich Baukrise 2024



- Dienstleistung Sanierung
- Dienstleistung Neubau
- Wohnen Sanierung
- Wohnen Neubau

Use Cases: Wozu Flexibilität?

▪ **Netzdienlichkeit**

- nützt dem **(Verteil-)Netzbetreiber**, um kritische Netzsituationen an bestimmten **lokalen Netzknoten** zu vermeiden

▪ **Systemdienlichkeit**

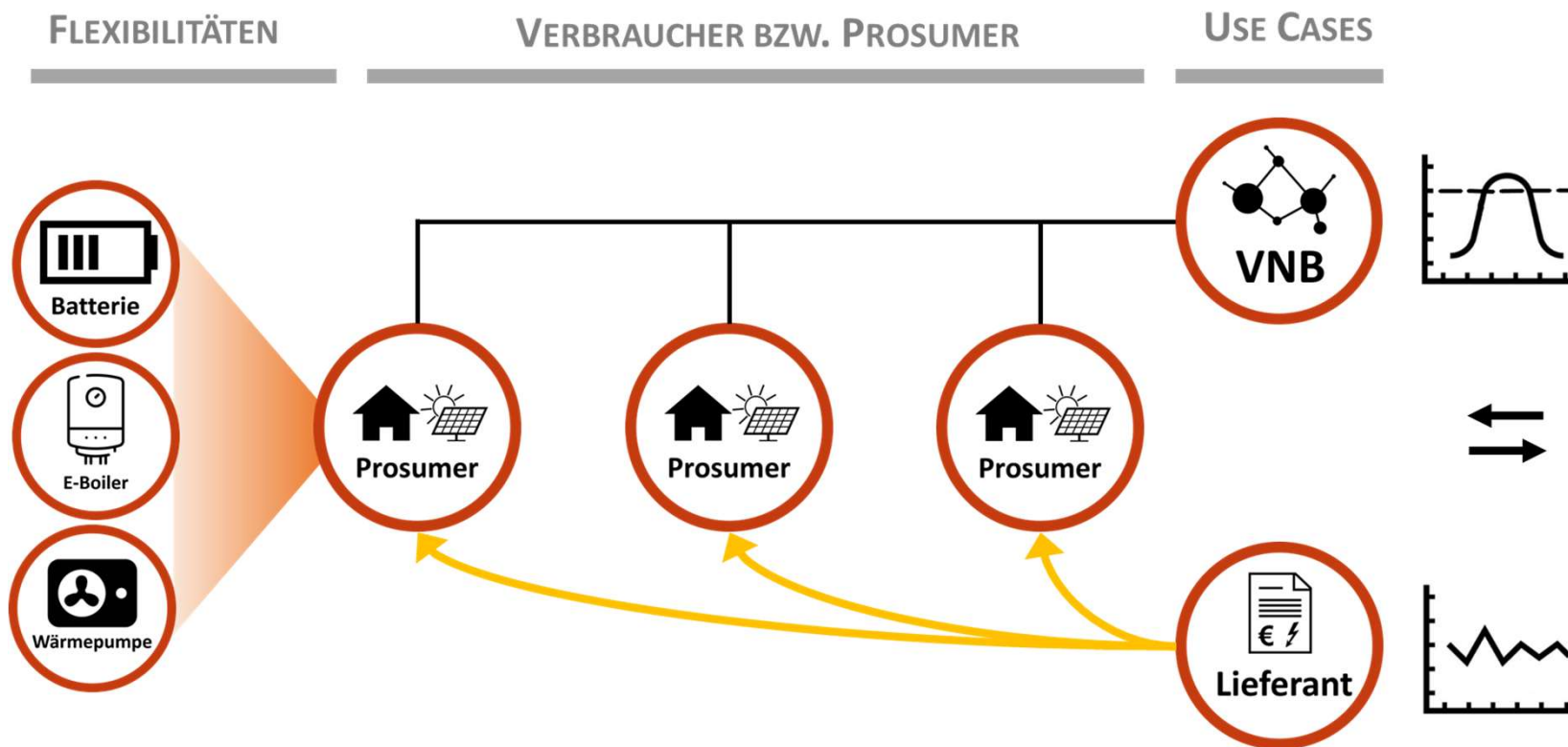
- nützt dem **Übertragungsnetzbetreiber**, um die **Stabilität des gesamten Netzes** zu gewährleisten (Regelenergiemarkt)

▪ **Marktdienlichkeit**

- beschreibt die Nutzung von Flexibilität durch Akteure am Strommarkt, d.h. bei **volatilen Strompreisen**
- sie beschreibt die **verstärkte Nutzung von günstigem (erneuerbarem) Überschussstrom**
- „**energiewirtschaftlicher Nutzen**“

e7 Flexibilitätsmodell

- Lineares Optimierungsmodell in GAMS („dynamic economic dispatch model“)

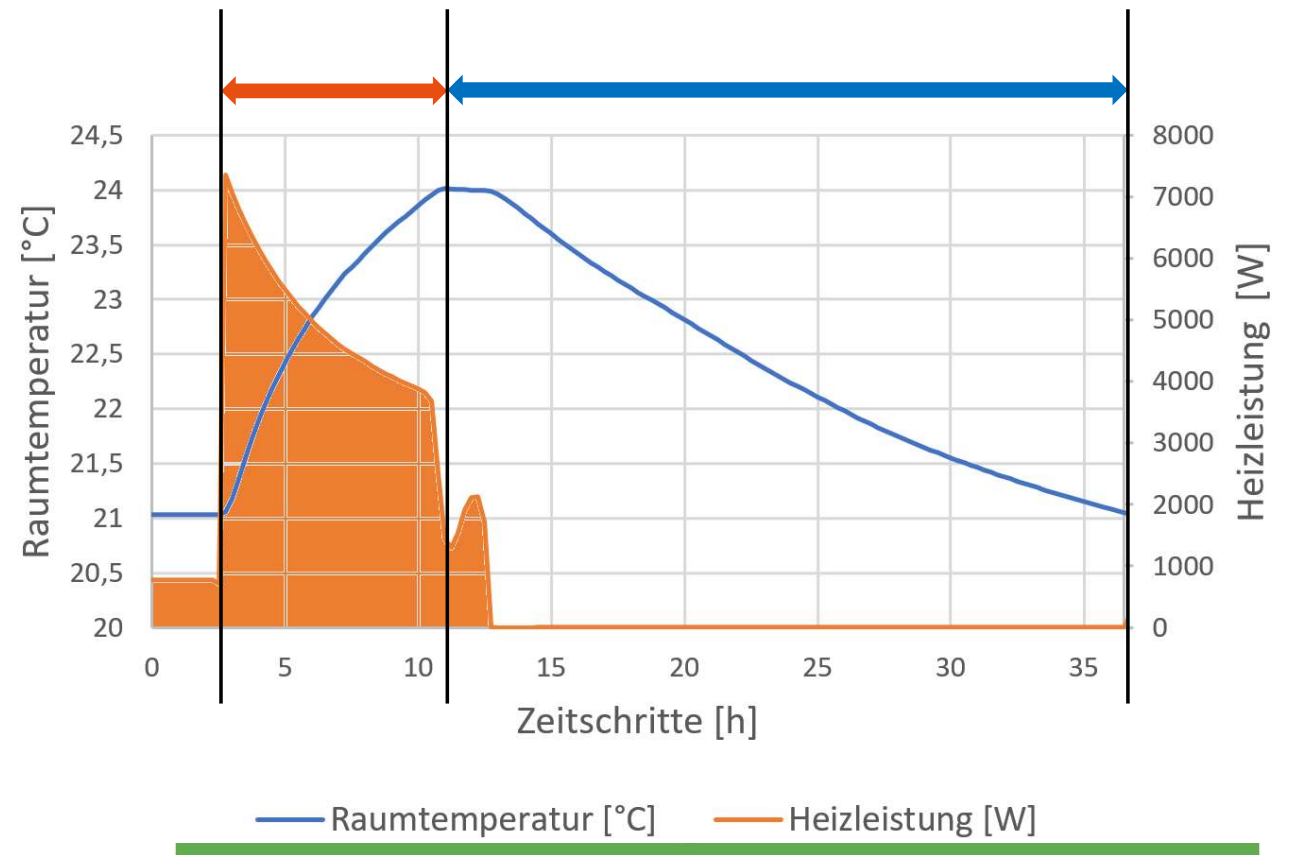


- **Zielfunktion:** Minimiere laufende Energiekosten

Flexibilitäten Wärmepumpen



- Gebäudesimulation in IDA ICE
- Definition von 7 Typtagen
- Simulation von thermischen Referenzfällen
- Implementierung im Optimierungsmodell
 - Heizenergie
 - Zeitdauer Aufheizen
 - Zeitdauer Abkühlen



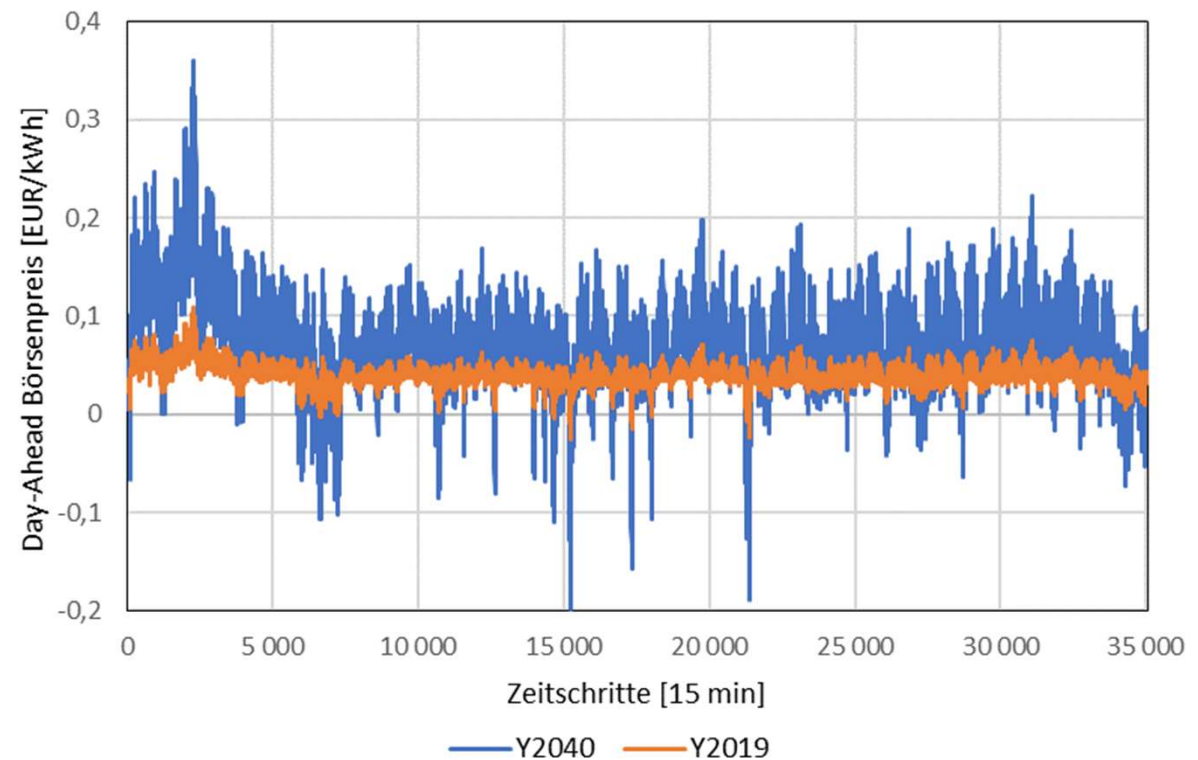
Gebäudevarianten und Szenarien

Gebäudetyp	Baustandard	Abgabesystem
Einfamilienhaus	Neubau	BTA
	Neubau	FBH
	Sanierung	FBH
Mehrfamilienhaus	Neubau	BTA
	Neubau	FBH
	Sanierung	FBH
Büro	Neubau	BTA
Industriehalle	Neubau	FBH
Hotel	Neubau	BTA
	Neubau	FBH
Handel	Neubau	BTA
Kultur/Bildung	Neubau	BTA

- Erd-Wärmepumpen und Luft-Wärmepumpen
- Gebäude mit und ohne PV
- Erwartete Strompreis in den Jahren 2025, 2030, 2035 und 2040

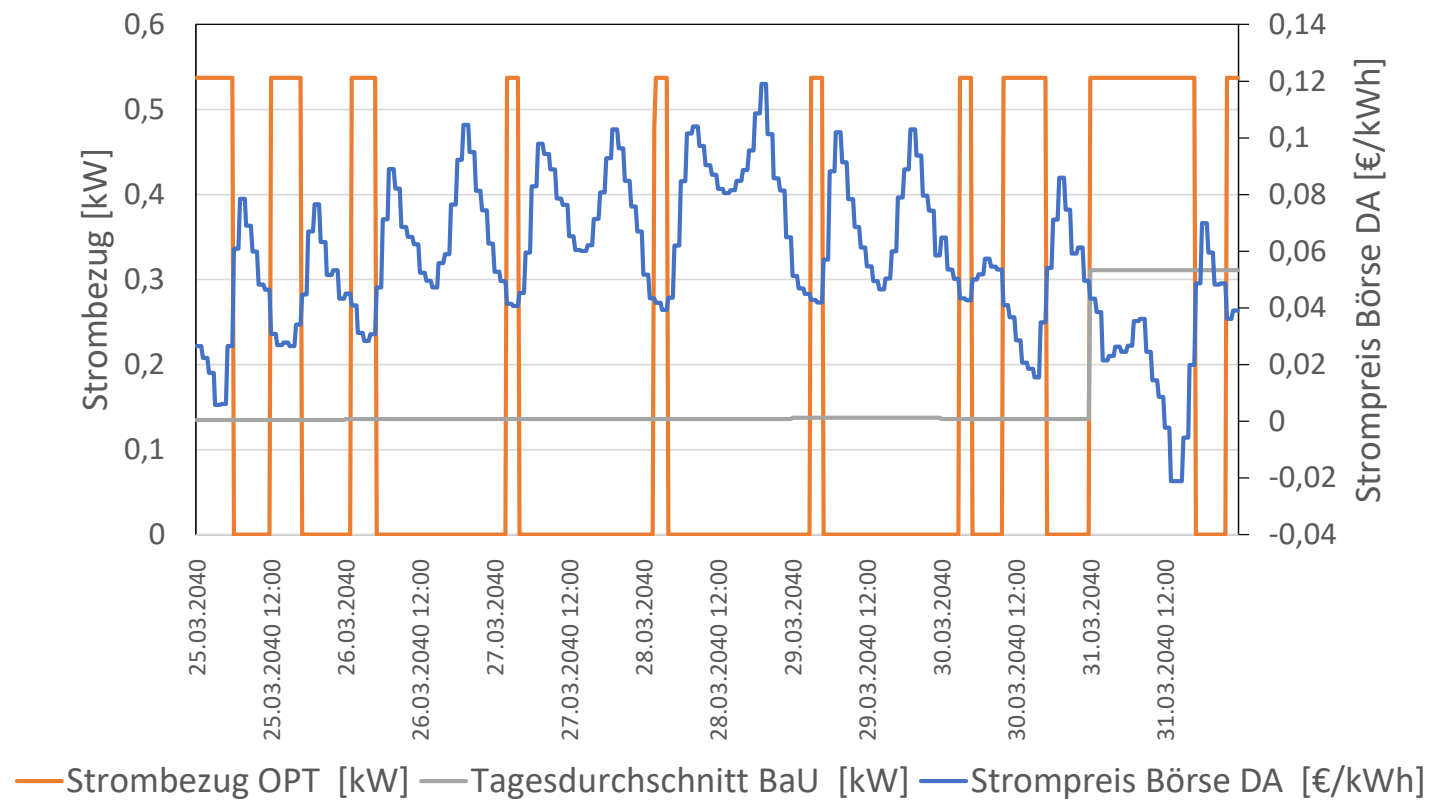
Erwartete Strompreise bis 2040

- Reale Preisdaten aus Basisjahr 2019
- Skalierung der Preisentwicklung und Zunahme der Volatilität
- Zeitschritte 2025, 2030, 2035, 2040



Ergebnisse: Einzelgebäude

- Strombezug in der Simulation für die Fälle BaU und OPT am Beispiel MFH Neubau BTA



Ergebnisse: Einzelgebäude

- Ungesteuertes (BaU) vs. optimiertes (OPT) Szenario am Beispiel der Referenzwohnung im MFH Neubau BTA für das Jahr 2040

2040	Erd-WP				Luft-WP			
	keine PV		PV		keine PV		PV	
	BaU	OPT	BaU	OPT	BaU	OPT	BaU	OPT
Energieverbrauch [kWh]	632	646	102	389	1.145	1.215	448	843
Energiekosten [€]	54	14	10	5	99	30	46	16
Kosteneinsparung [€]	40		5		69		30	
Kosteneinsparung [%]	74%		51%		70%		66%	

- Kein Warmwasserbedarf, keine Netzgebühren und Steuern/Abgaben berücksichtigt!**

Interpretation: Nutzen für Einzelgebäude

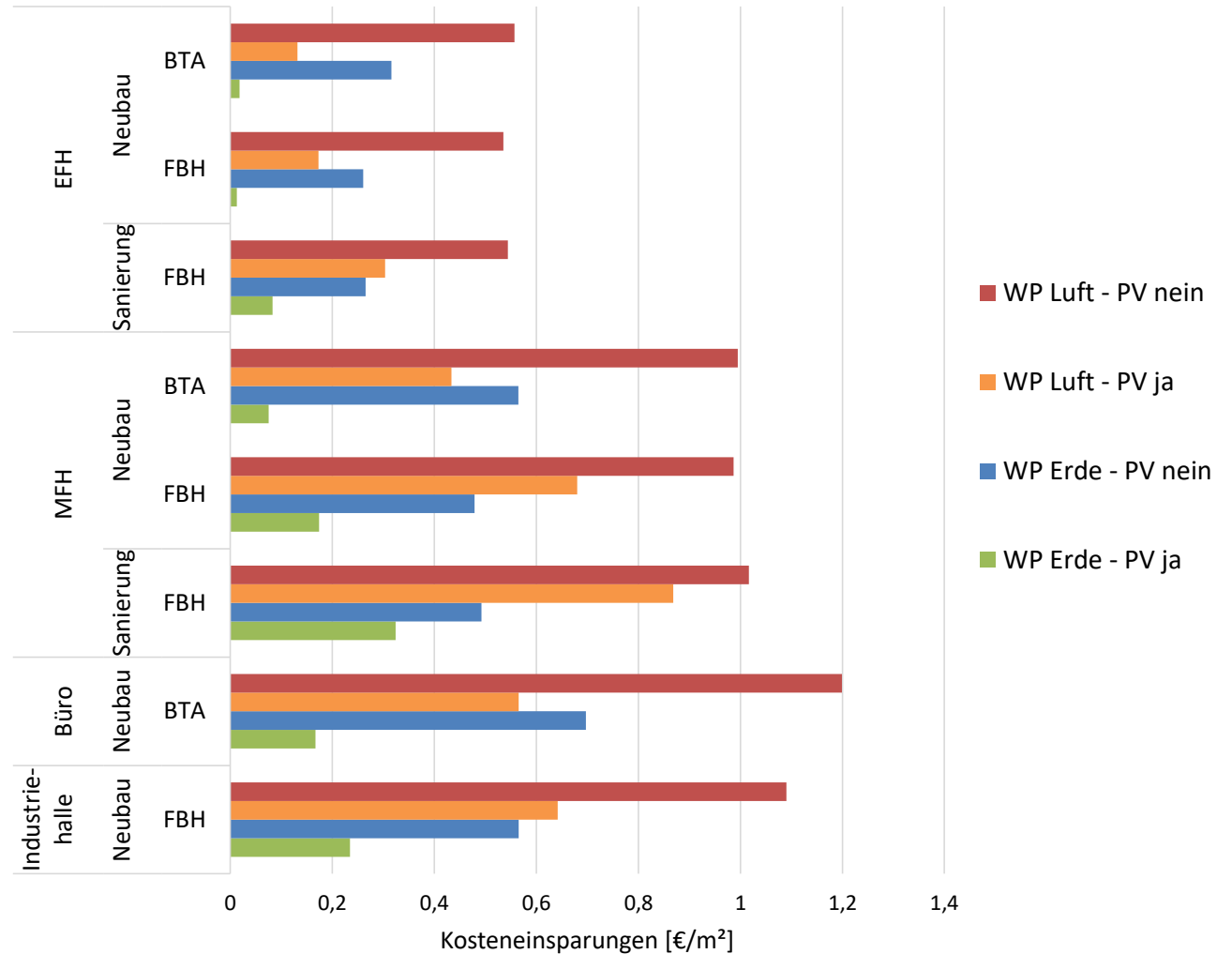
■ Gesamtkosten Strom:

- Stromverbrauch inkl. WP: 4500 kWh/Jahr
- Stromkosten (inkl. Netz, Steuern und Abgaben): $4500 \text{ kWh} * 0,25 \text{ €} = 1125 \text{ €}$
- Kosteneinsparung Flexibilität BTA: 70 €
- Entspricht 6% der Gesamtkosten für Strom

Bsp: MFH Neubau BTA mit Luft-WP, Jahr 2040

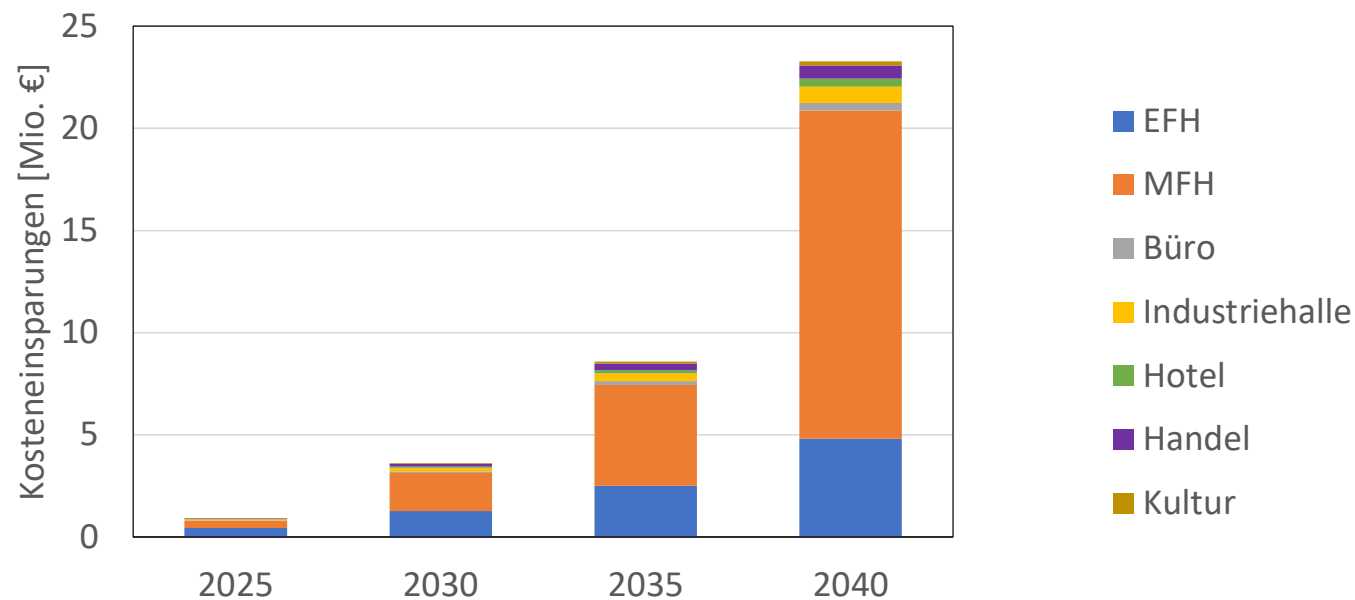
Ergebnisse: Vergleich Gebäudevarianten

- **Spezifische Kosteneinsparungen** in €/m² durch Nutzung des Flexibilitätpotentials im Jahr 2040 für einzelne Gebäudevarianten



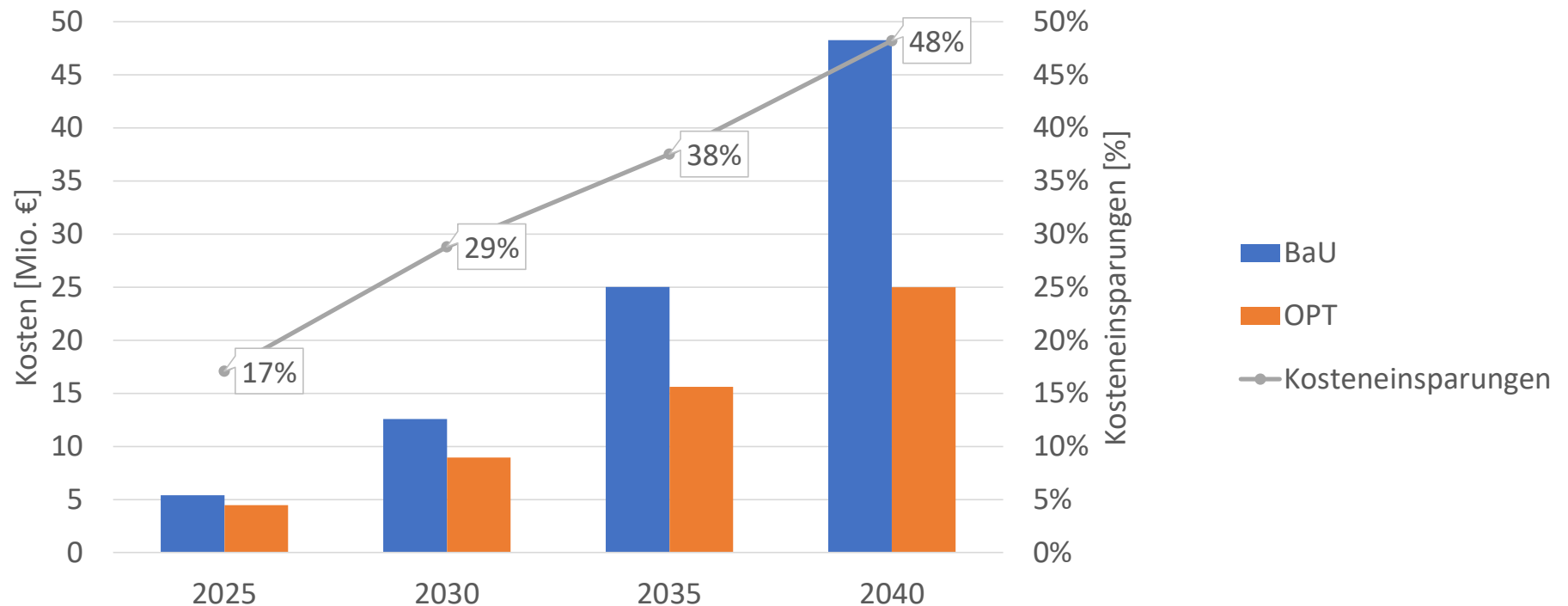
Ergebnisse: Gesamtbewertung Gebäudebestand (I)

- Kosteneinsparungen in Mio. € pro Jahr durch Nutzung des Flexibilitätpotentials des gesamten aktivierten Gebäudebestandes nach Gebäudetyp



Ergebnisse: Gesamtbewertung Gebäudebestand (II)

- Kosteneinsparungen pro Jahr durch Nutzung des Flexibilitätpotentials des gesamten aktivierten Gebäudebestandes



Interpretation: Wie kann diese Einsparungen nutzen?



Endkunden

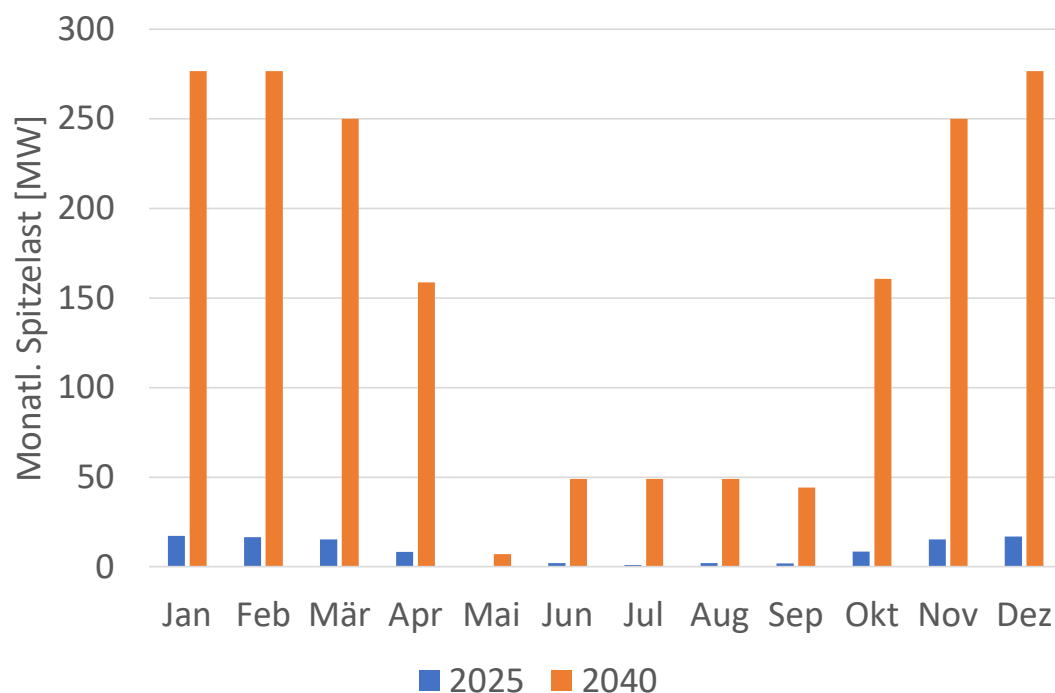
ODER

Energielieferanten

- bei der Nutzung dynamischer Strompreisverträge (Spotty, Awattar etc.)
 - Dienstleister bzw. Tool für Lastverschiebung „behind the meter“ notwendig
 - Interessant für **Energiegemeinschaften**
- bei Beschaffung an der Börse (day-ahead) und Vertrieb über statische Strompreisverträge
 - Energielieferant benötigt Vertrag zur Steuerung der Wärmepumpen + Dienstleister bzw. Tool
 - Interessant für **Energieliefercontracting**

Ausblick: Weitere Möglichkeiten zur Lastreduktion?

- Maximale Lastspitzen des Wärmepumpenpools im thermisch aktivierten Gebäudebestand Österreichs (unter Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,33)



- Im Winter entspricht das 2-3 Donaukraftwerken
- ABER:** Durch Hochlauf von Wärmepumpen bis 2040 ergibt sich ein erheblicher Mehrbedarf an Leistung

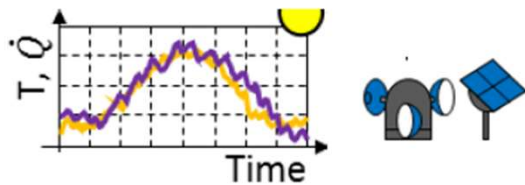
Reglerentwicklung

PnP Control TABS

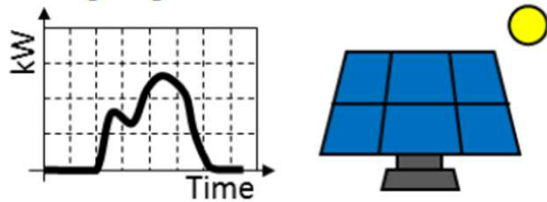


Prädiktive Regelung in PnP Control TABS

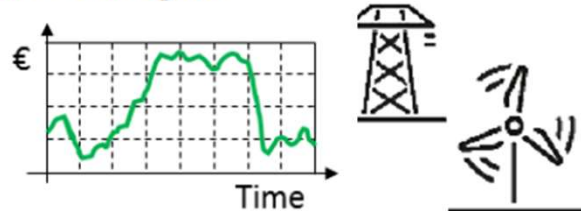
Außenbedingungen (Wetter)



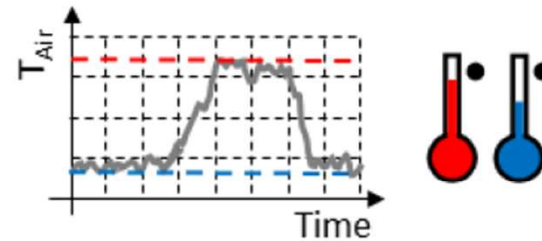
Lokale Erzeugung



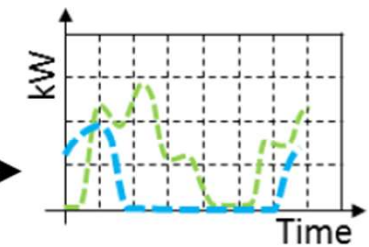
DayAhead Preissignal



Gebäudedynamik



Betriebsplan

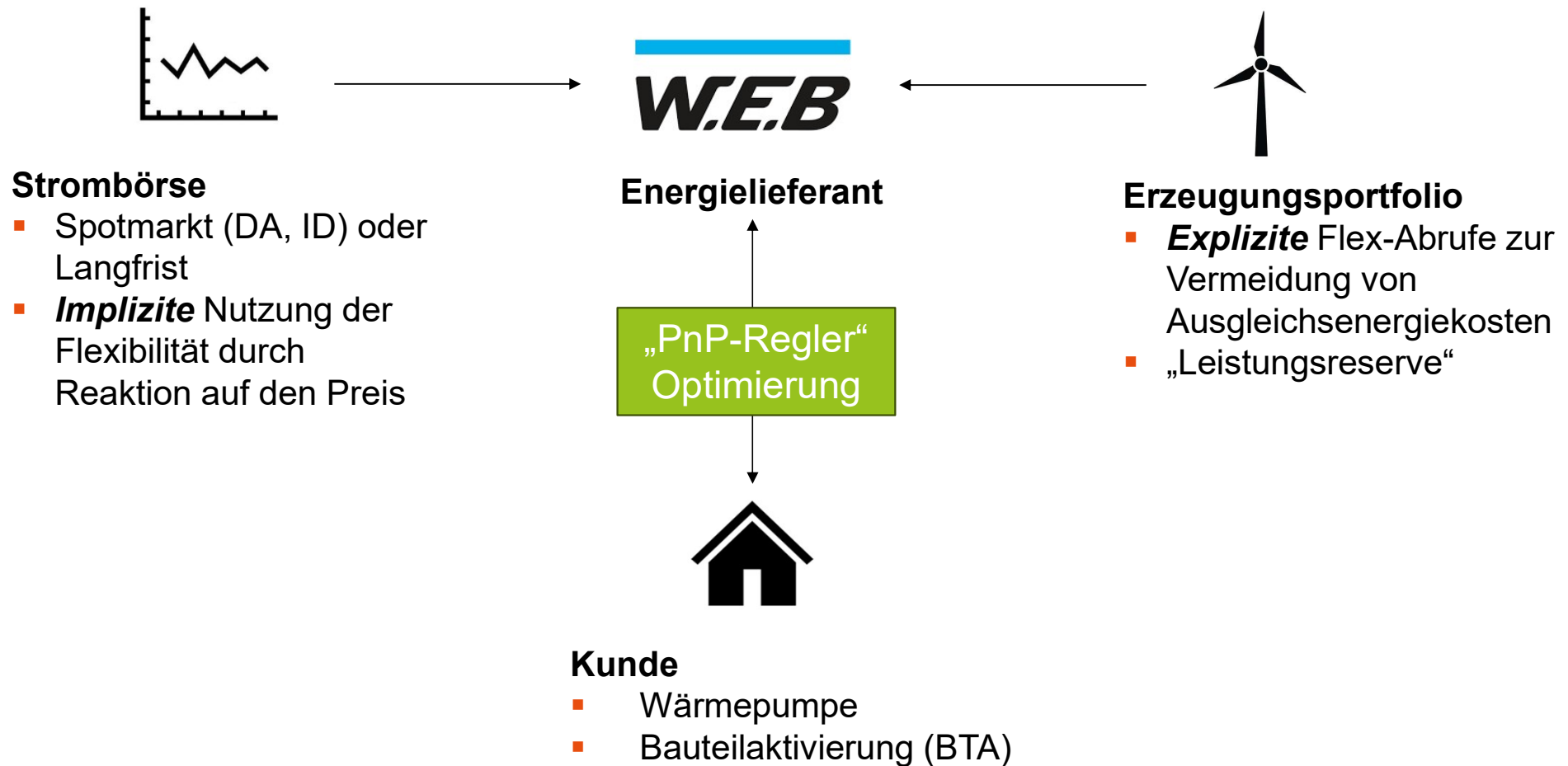


Numerische Optimierung

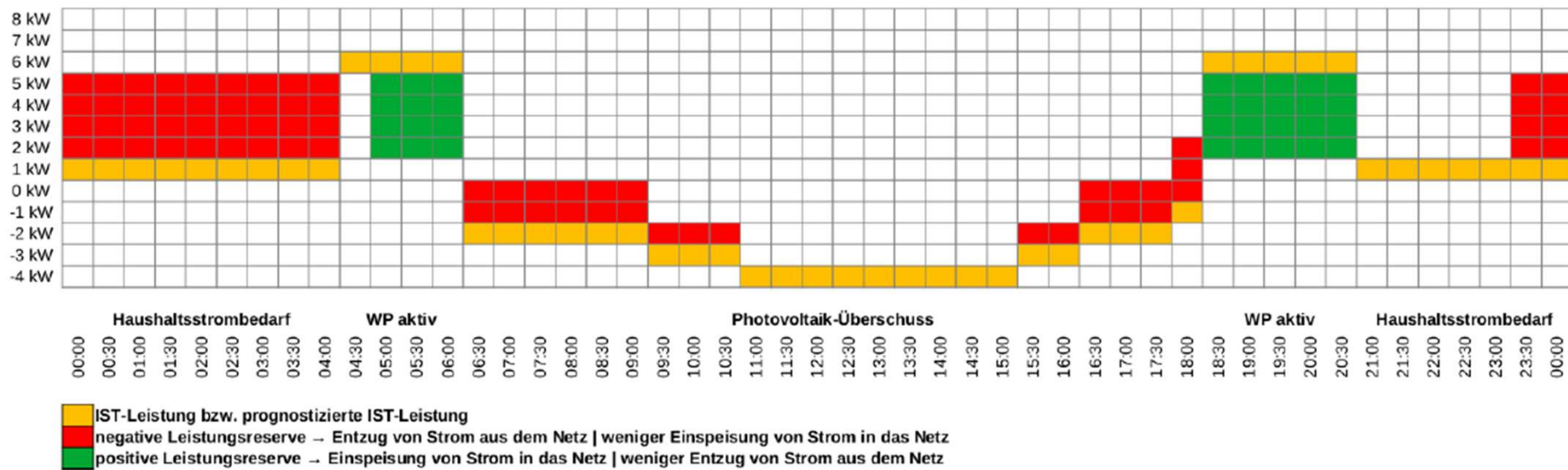
$$\begin{aligned} & \text{minimize} && R^T U_k \\ & \text{subject to} && AU_k \leq b \text{ (linear constraints)} \\ & && B_L \leq U_k \leq B_U \text{ (bound constraints)} \end{aligned}$$

This work has been financially supported by the Austrian Federal Government under grant agreement No. 880775.

Geschäftsmodell PnP Controls TABS



Explizite Flex-Abrufe: „Leistungsreserve“



Demonstrationsgebäude PnP Control TABS

Einfamilienhaus

- Ost-Steiermark
- Baujahr, 2019

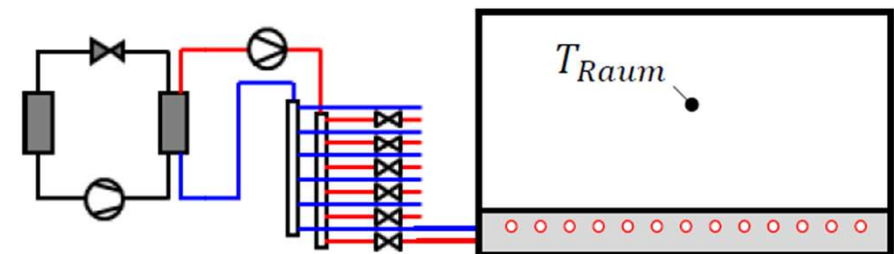
Thermische Energie

- Luft/Wasser Split-Wärmepumpe
 - Direkte Anbindung an Fußbodenheizung
 - Warmwasser: 1000 L Puffer mit Frischwassermodul

Elektrische Energie

- 14,76 kWp Modulleistung (27° azi. , -10° alt.)
- 10,00 kW Wechselrichter (max 150 % DC Oversizing)
- 06,50 kW Einspeisebegrenzung
(lokaler Niederspannungs-Trafo am Limit)

- Stündlicher DayAhead Strompreistarif (seit Aug. 2023)



This work has been financially supported by the Austrian Federal Government under grant agreement No. 880775.

Laufende Masterarbeit

Lastverschiebung mittels Wärmepumpen und Bauteilaktivierung: **Finanzielle Ersparnisse aus Nutzersicht**

- Aufbauend auf den Ergebnissen der technischen Demonstration des im Forschungsprojekt „PnP Controls TABS“ entwickelten Wärmepumpenreglers sollen einerseits die möglichen **Ersparnisse quantifiziert** werden und andererseits ein **Geschäftsmodell** konzipiert werden, welches (finanzielle) **Anreize für eine Teilnahme von privaten Nutzer:innen** setzt.
 - Welche Anzahl an Flexibilitätsabrufen ist notwendig?
 - Wie groß muss eine Wärmepumpenpool sein?
 - Mit welchen Ersparnissen können Nutzer:innen rechnen?

Kontakt



DI Guntram PRESSMAIR

guntram.pressmair@e-sieben.at

+43 1 907 80 26 - 60

- Bewertung der Bauteilaktivierung als Flexibilitätsoption für den Strommarkt:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/bauteilaktivierung-flexibilitaet-strommarkt.php>
- PnP Control TABS:
<https://greenenergylab.at/projects/pnp-control-tabs/>

e7 energy innovation & engineering

Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik

Walcherstrasse 11/43, A-1020 Wien

Tel.: +43 1 907 80 26

www.e-sieben.at



e7 energy innovation & engineering

Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik

Walcherstrasse 11/43, A-1020 Wien

Tel.: +43 1 907 80 26

www.e-sieben.at