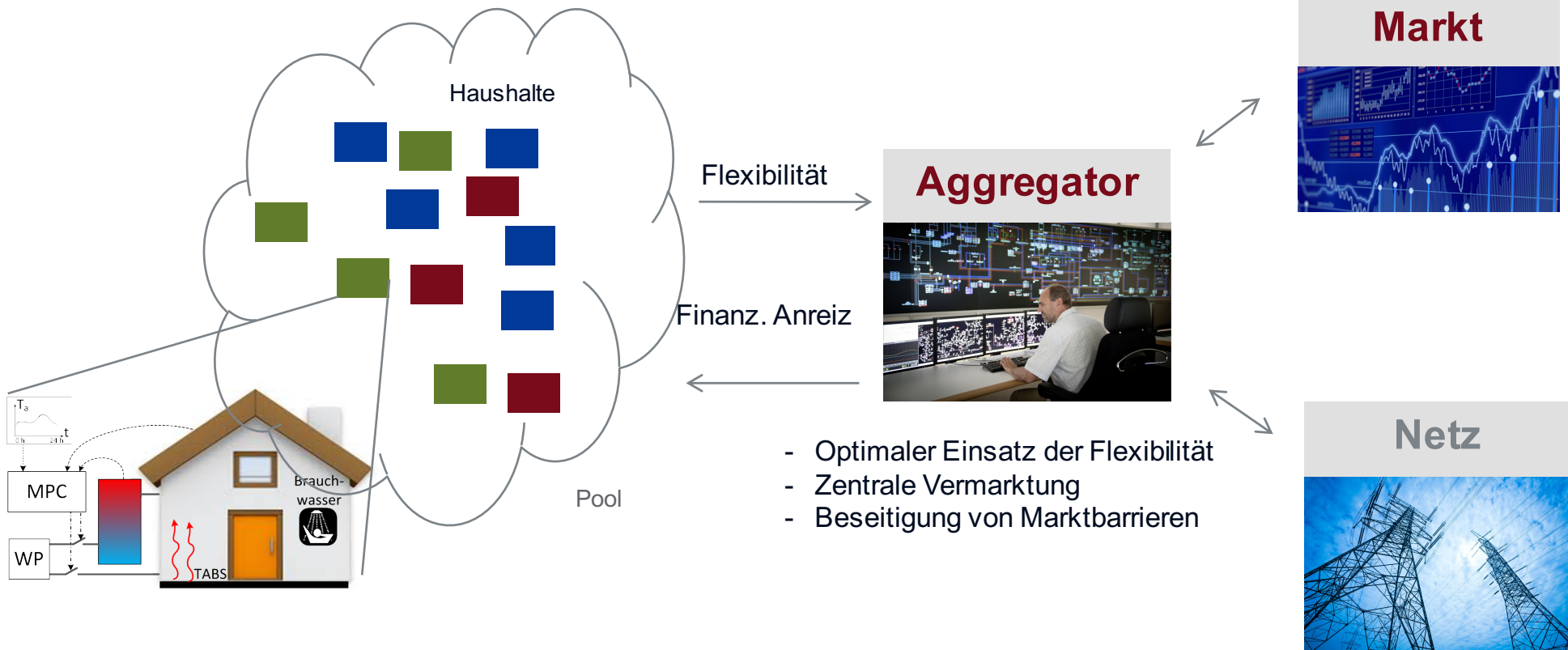


Wirtschaftliches Potential der Aggregation von Wärmepumpen in Österreich

Aufbau

- Einleitung
- Methode
- Ergebnisse
- Ausblick

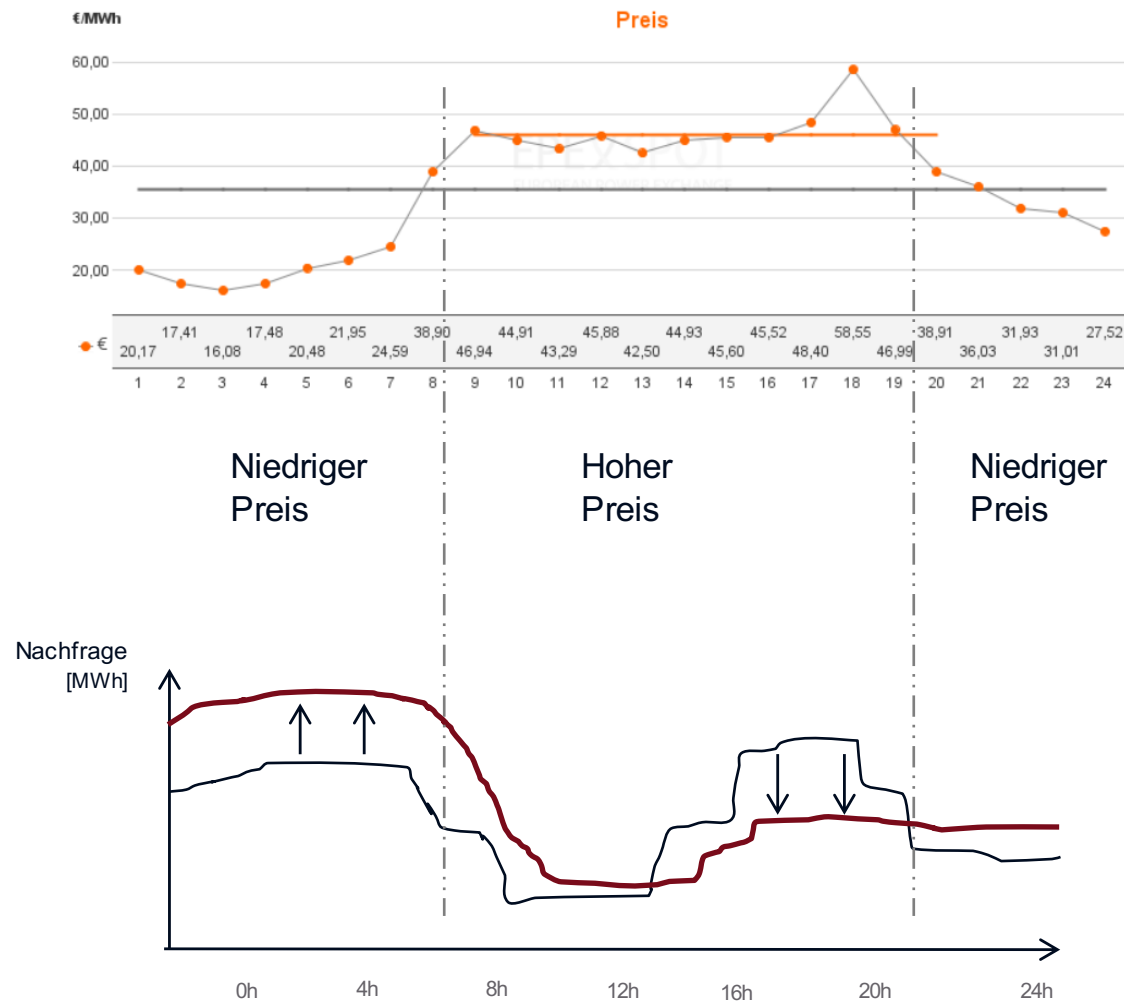
Idee des Pooling



- Durch Pooling vorteilhafterer Betrieb verglichen mit separatem Betrieb
- Indem man die Flexibilität thermischer Speicher für den Elektrizitätssektor nutzt
- Keine Komforteinbußen auf Seiten der Haushalte (Pool-Teilnehmer)

Energiemärkte

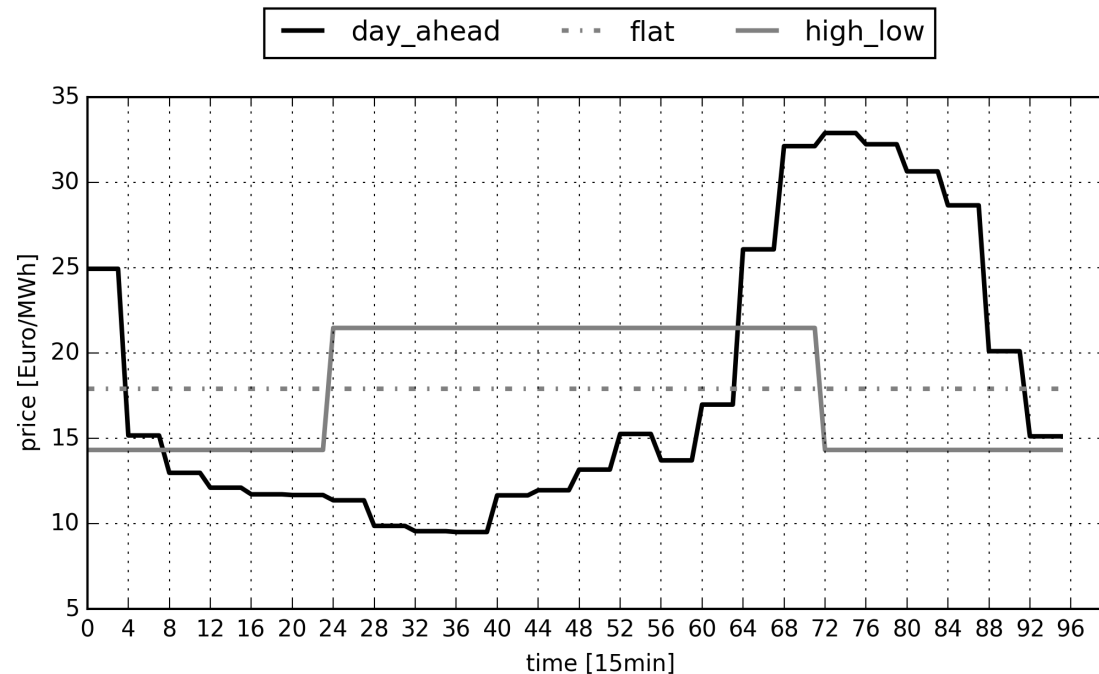
- **Zielfunktion: Minimierung der Betriebskosten durch Flexibilität des Pools**



- Lastverschiebung in niedrig-Preis Phasen
- Reduktion der Betriebskosten

Methode

Preissignale



- Dynamisches Preissignal als Anreiz für Lastverschiebungen
- skaliert, damit Vergleich zu Referenzfall möglich (Fischer et al.)
- Vergleich zwischen statischem mit dynamischem Preissignal ergibt Potential

Typische Anlagenkonfigurationen für die Simulation

- WP-Markstatistik
- Typische WP Systemkonfiguration
- Gebäudetypen
- Erfahrung aus Monitorings
- Experten Gespräche



Anlagenkonfiguration
(„CASES“)

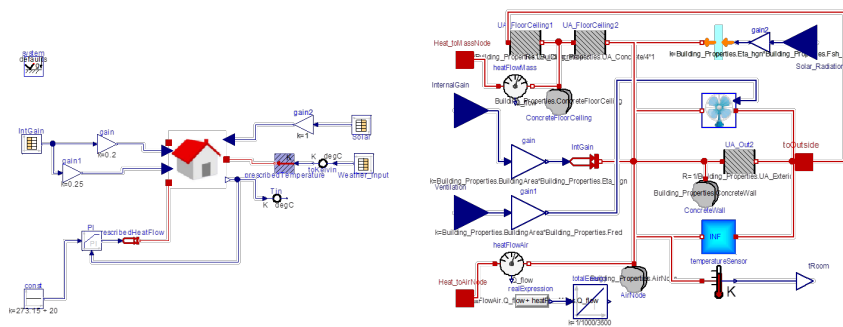
CASES

	CASE I Passivhaus	CASE IIa Niedrigenergie- haus	CASE IIb Niedrigenergie- haus	CASE III Gebäudebestand	CASE IV Sanierter Gebäudebestand	CASE V Warmwass er WP
HWB / Systemtemperatur	15 kWh/(m ² *a) [~30° C]	45 kWh/(m ² *a) [~35° C]	45 kWh/(m ² *a) [~35° C]	100 kWh/(m ² *a) [~55° C]	70 kWh/(m ² *a) [~45° C]	-
Beheizte Fläche	140 m ²	140 m ²	140 m ²	120 m ²	120 m ²	-
Warmwasser- bedarf	3000 kWh/a [~55° C]	3000 kWh/a [~55° C]	3000 kWh/a [~55° C]	3000 kWh/a [~55° C]	3000 kWh/a [~55° C]	3000 kWh/a [~55° C]
Therm./el. Leistung	3 kW / 1 kW	5 kW / 1.5 kW	5 kW / 1.2 kW	12 kW / 4 kW	7 kW / 2.7 kW	2 kW / 0.7 kW
Leistungsregelung	variabel	on/off	on/off	on/off	variabel	on/off
Wärmequelle	Luft	Luft	EWS	EWS	Luft	Luft
Wärmeverteilung	Water	Water	Water	Water	Water	Water
Abgabesystem	FBH	FBH	FBH	Radiatoren	Radiatoren	-
Heizungsspeicher	-	300 l	-	500 l	500 l	-
Warmwasser- speicher	300 l	300 l	300 l	300 l	300 l	250 l

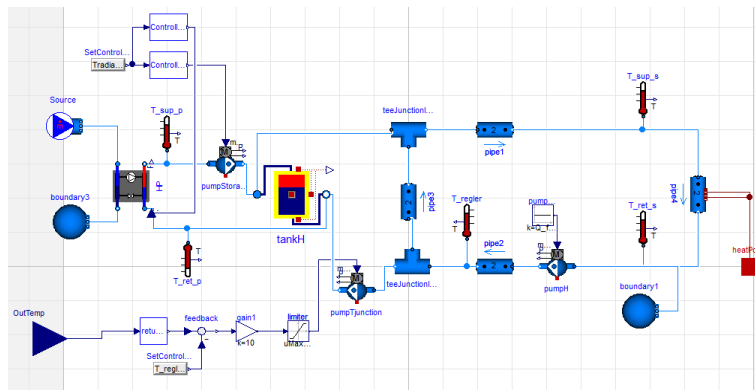
Herausforderung für Simulationsmodell

Komplexes Modell (Dymola)

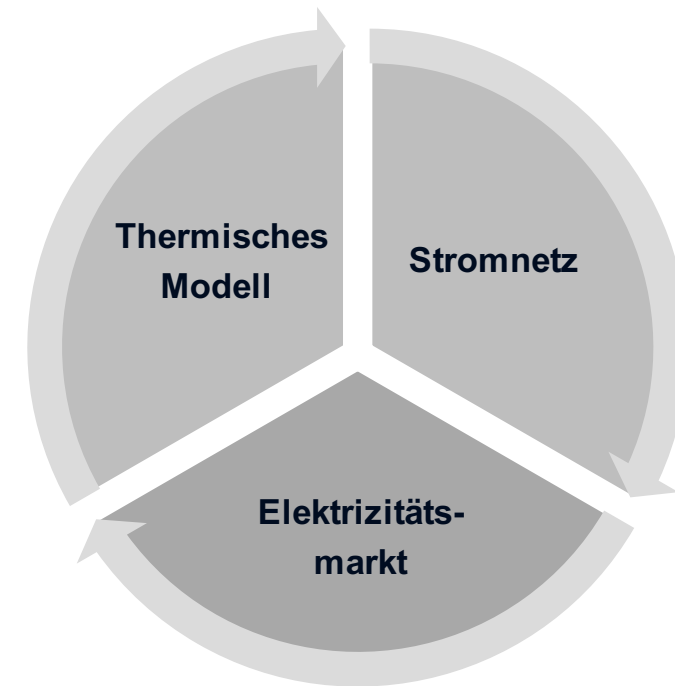
Gebäude-Modell:



Wärmepumpen-Modell:

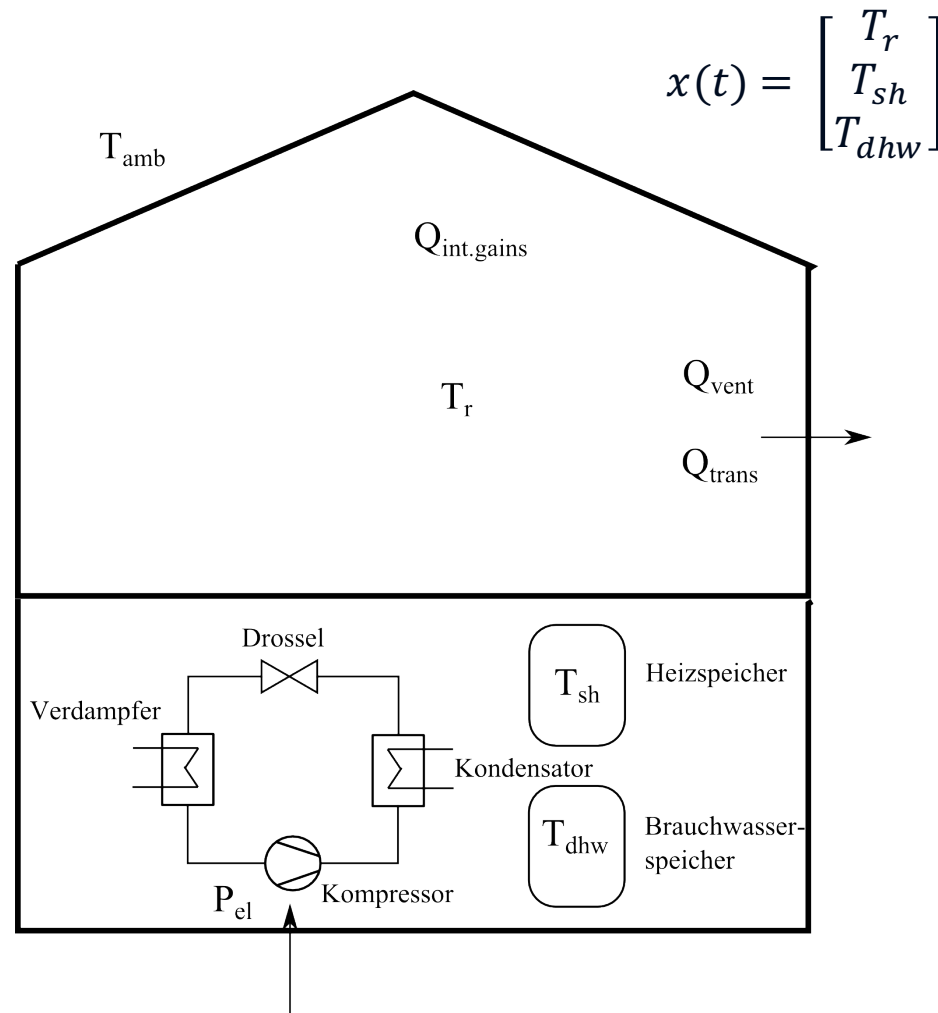


Vereinfachtes Modell für Aggregator



- Für hohe Anzahl an Teilnehmern (mehrere tausend)
- Co-simulation (Zustandsraummodell: Zustände, Input, Output)

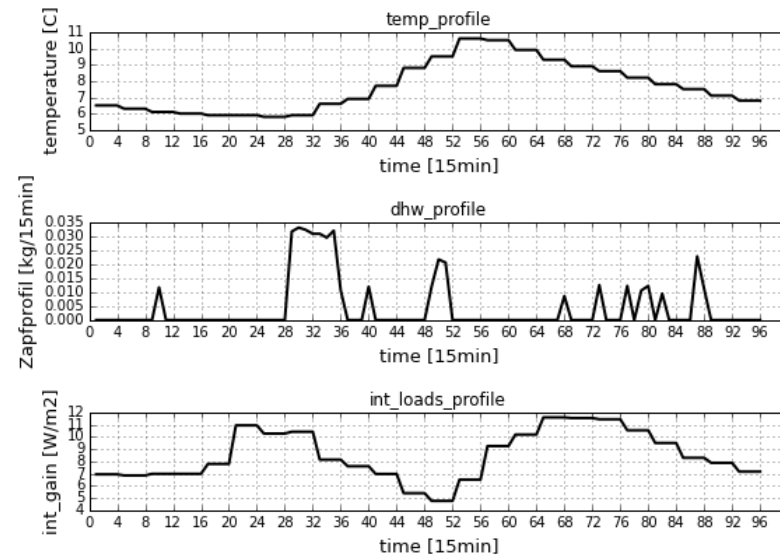
Vereinfachtes thermisches Modell



$$x(t) = \begin{bmatrix} T_r \\ T_{sh} \\ T_{dhw} \end{bmatrix}$$

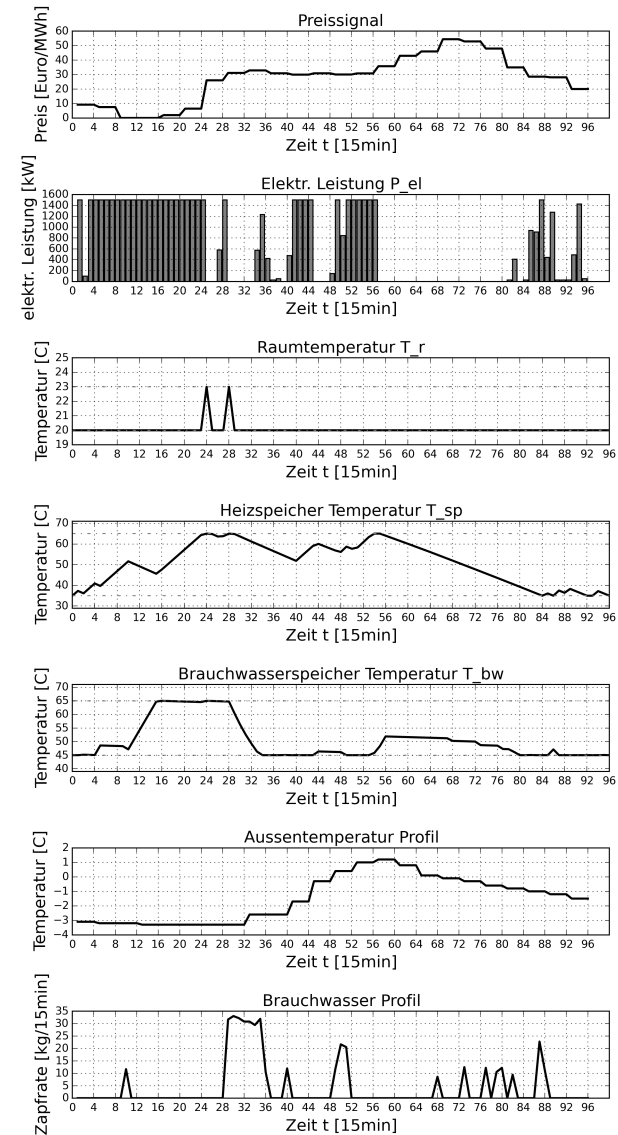
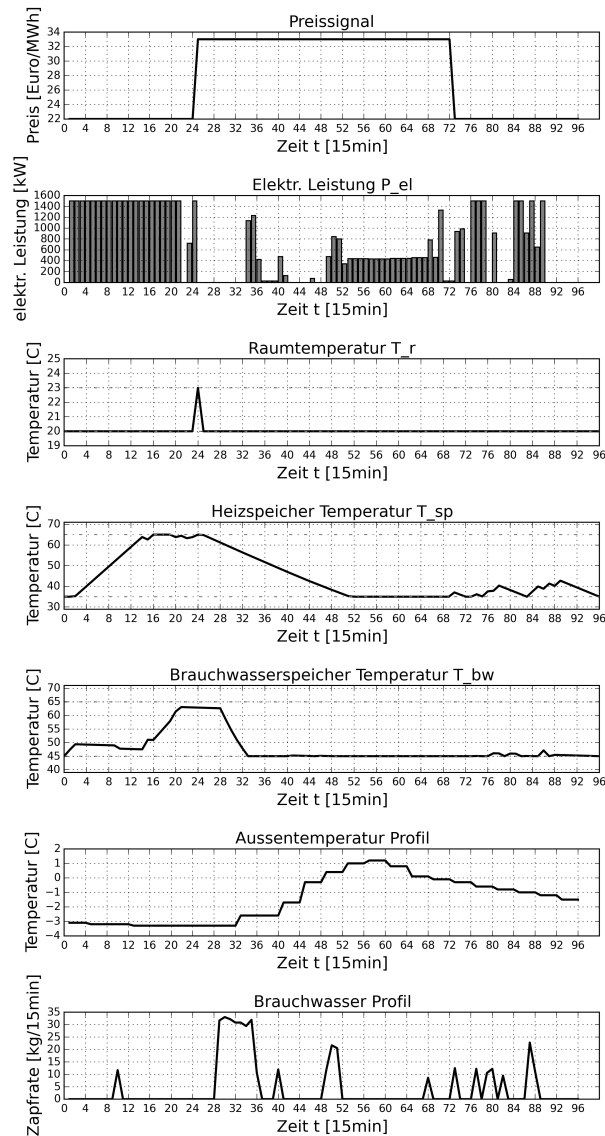
$$\dot{x}(t) = A \cdot x(t) + B \cdot u(t)$$

$$y(t) = C \cdot x(t) + D \cdot u(t)$$

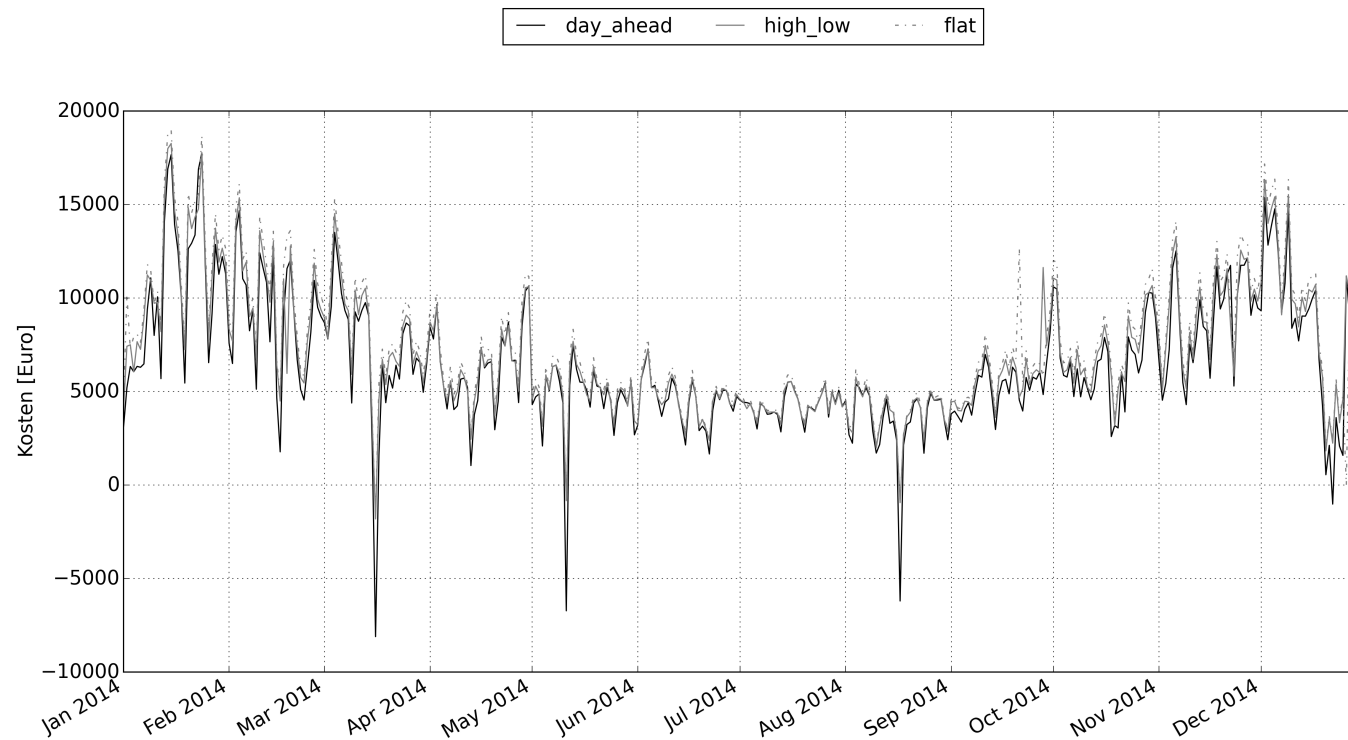


Ergebnisse

Thermisches Verhalten



Betriebskosten

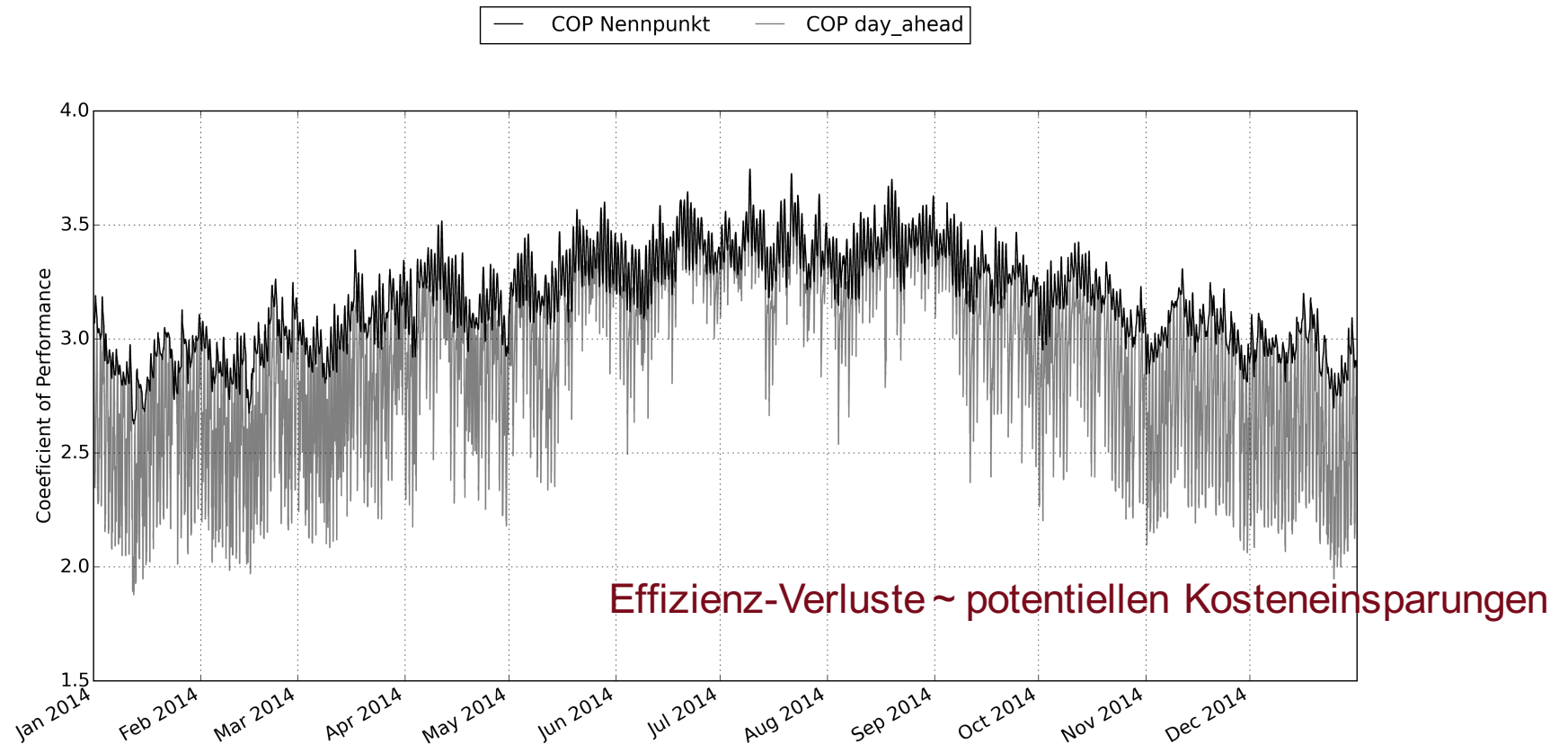


2014	Flat	High-low	Day-ahead
Kosten [€]	2.764.870	2.590.735	2.375.584
Kosteneinsparung [€]	-	174.135	389.286
	-	-	215.151
Kosteneinsparung [%]	-	6,3	14,1
	-	-	8,3

Effizienz

Untersuchung des COP einer Luftwärmepumpe nach Lastverschiebung
(Fischer et al. / Stiebel Eltron):

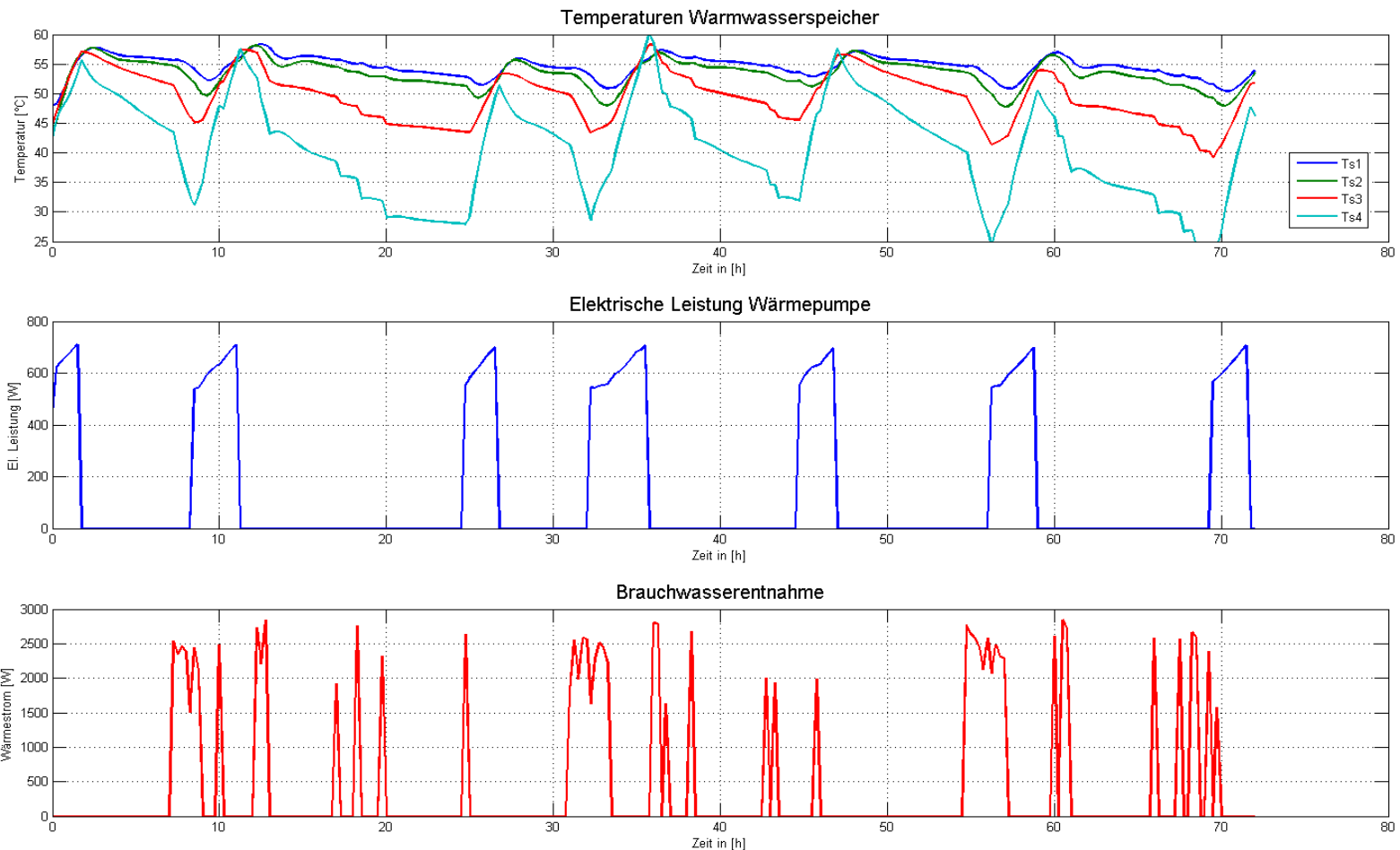
$$COP = c_0 + c_1 \cdot (T_{system} - T_{amb})$$



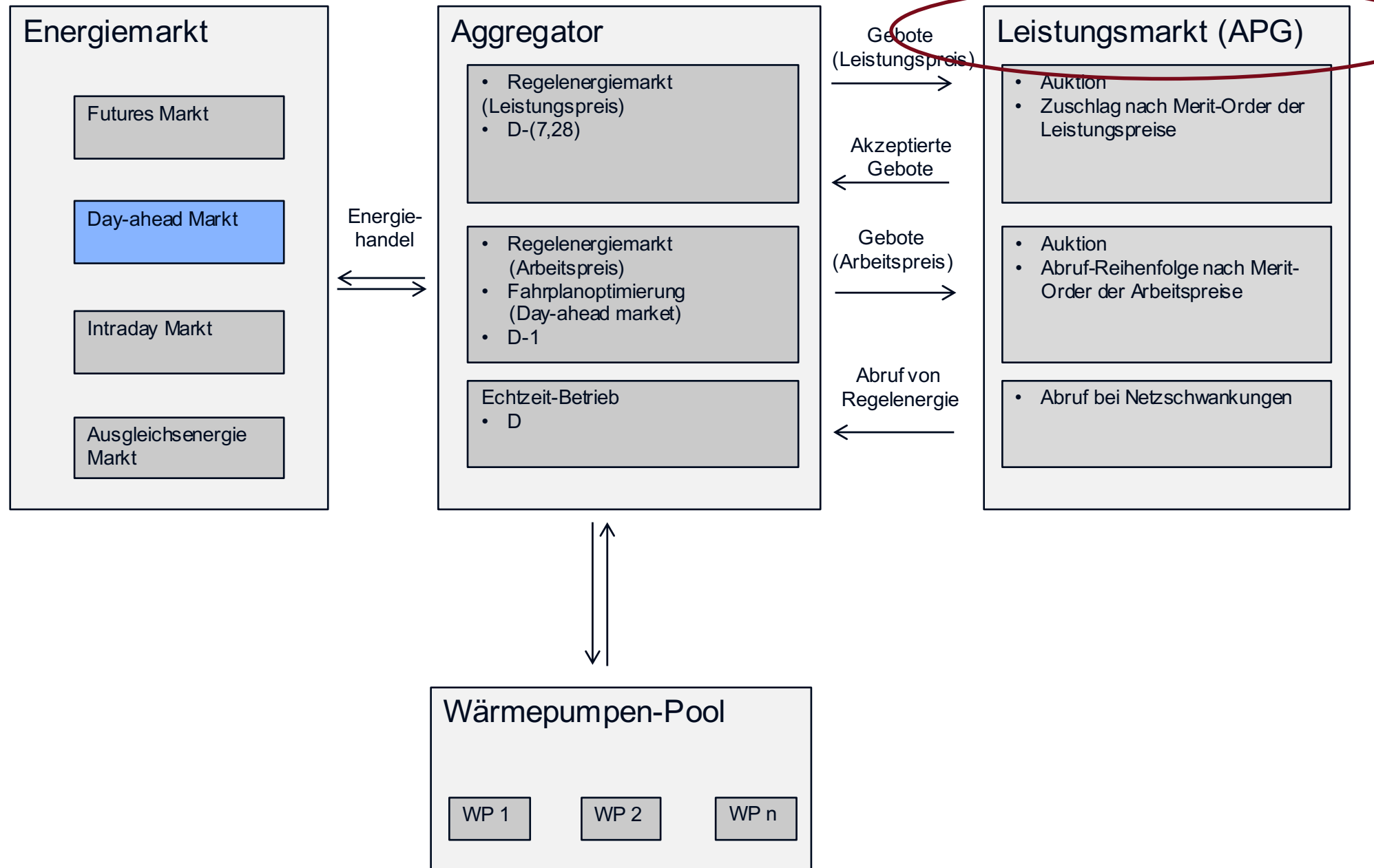
Ausblick

Weiterentwicklung des thermischen Modells

- 4 Schichten in thermischen Speichern,
- adaptierbares Black-Box Modell (auf verschiedene Gebäudetypen anwendbar)
- kalibriert mit Messdaten



Untersuchung weiterer Erlösmöglichkeiten

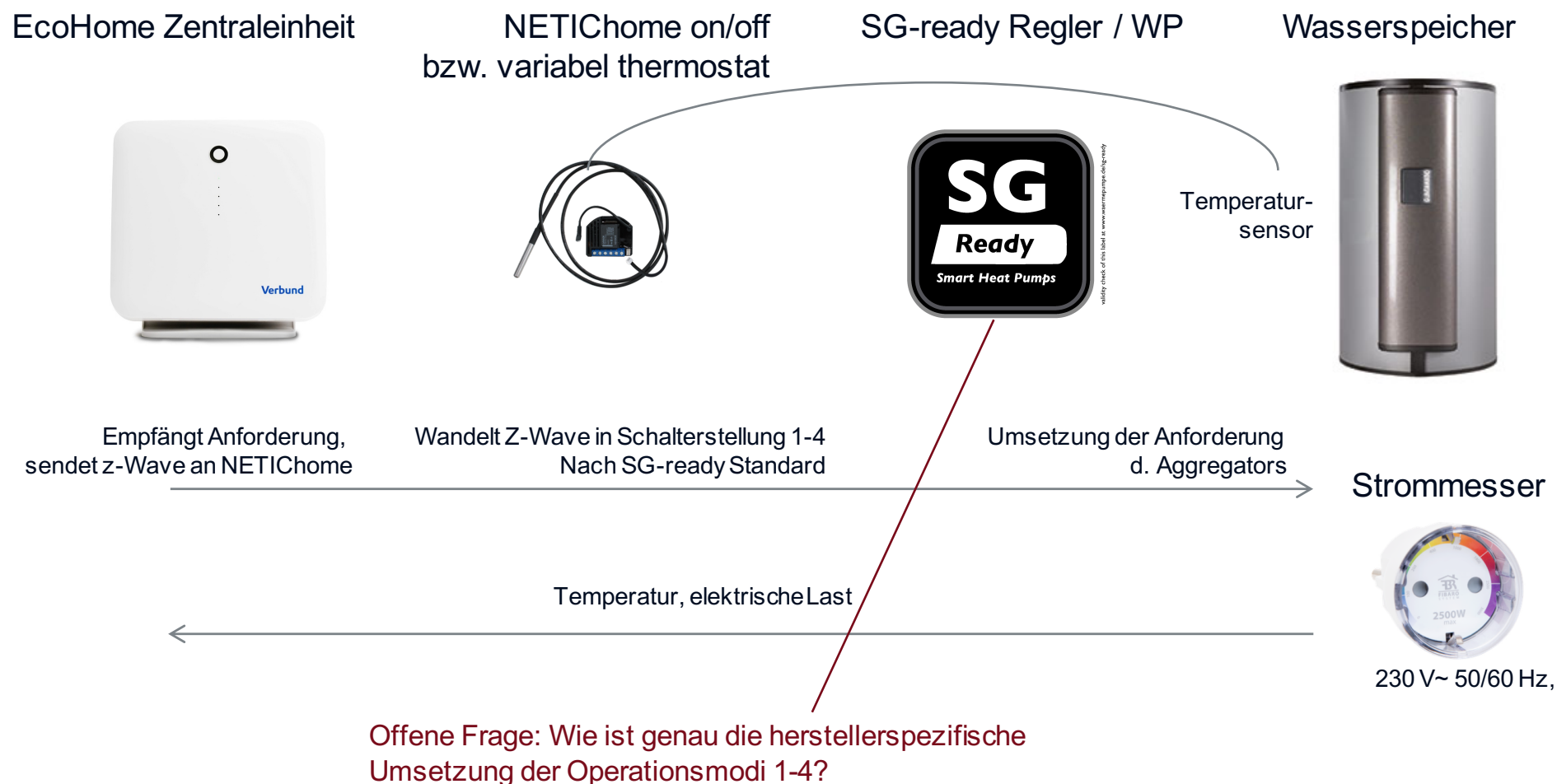


Vielen Dank! Fragen?

Lukas.Leimgruber.fl@ait.ac.at, www.ait.ac.at

Back-Up: Technisches Konzept

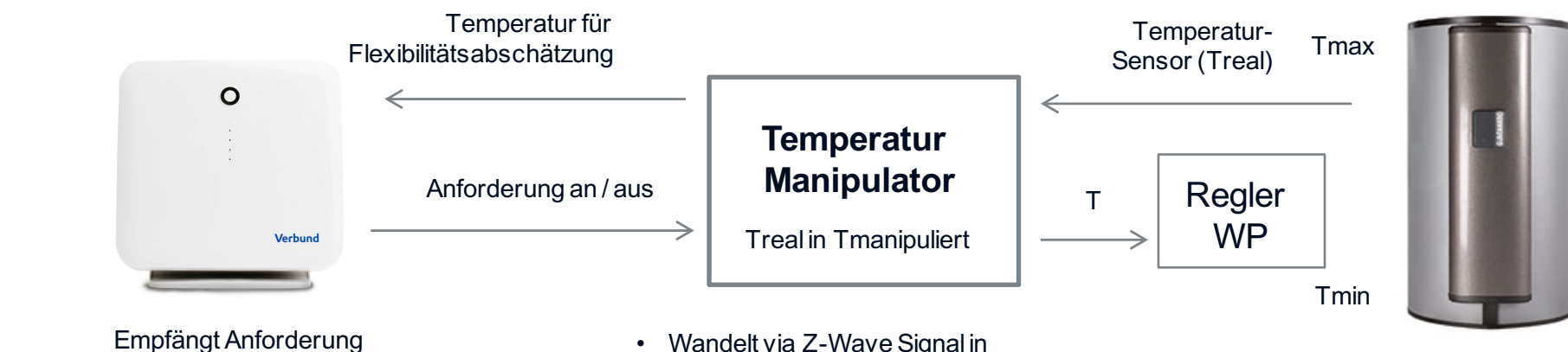
Option 1: Regelung über SG-ready Label der WP



Option 2: Regelung falls kein SG-ready vorhanden (TADO?)

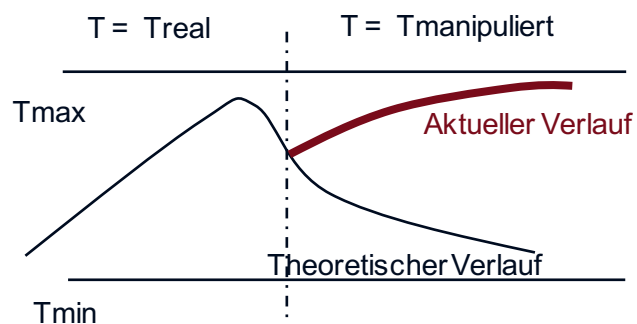
EcoHome Zentraleinheit

Wasserspeicher



Empfängt Anforderung

Schaltanweisung Aggregator



- Wandelt via Z-Wave Signal in Schalterstellung (z. B. PT100)
- Diese bestimmt Widerstand als Eingangsgröße T für Temperatur-Regler der WP
- Vergleich von T und Treal
- Manipulation des Temperaturwerts möglich, solange $T_{real} < T_{max}$ oder $T_{real} > T_{min}$

$T_{manipuliert} < T_{real}$: WP schaltet an

$T_{manipuliert} > T_{real}$: WP schaltet aus

Strommesser



elektrische Last

230 V~ 50/60 Hz,