



Optimale Bewirtschaftung eines Pools von thermischen Speichern

D-A-CH Energieinformatik Konferenz 13. Nov. 2013, Wien

Samuel Pfaffen

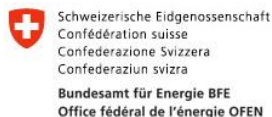


warmup

Optimale Verwertung der Flexibilität von thermischen Speichern

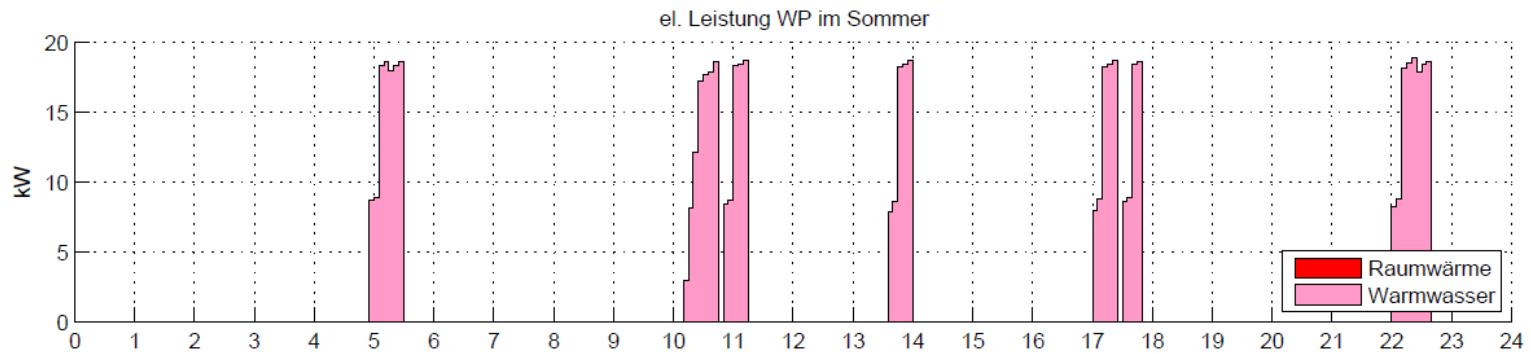
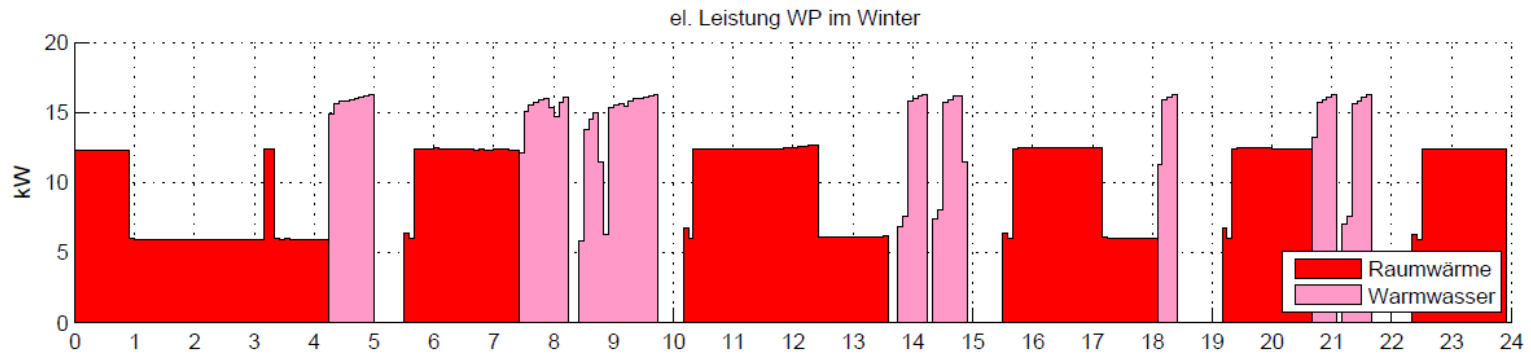
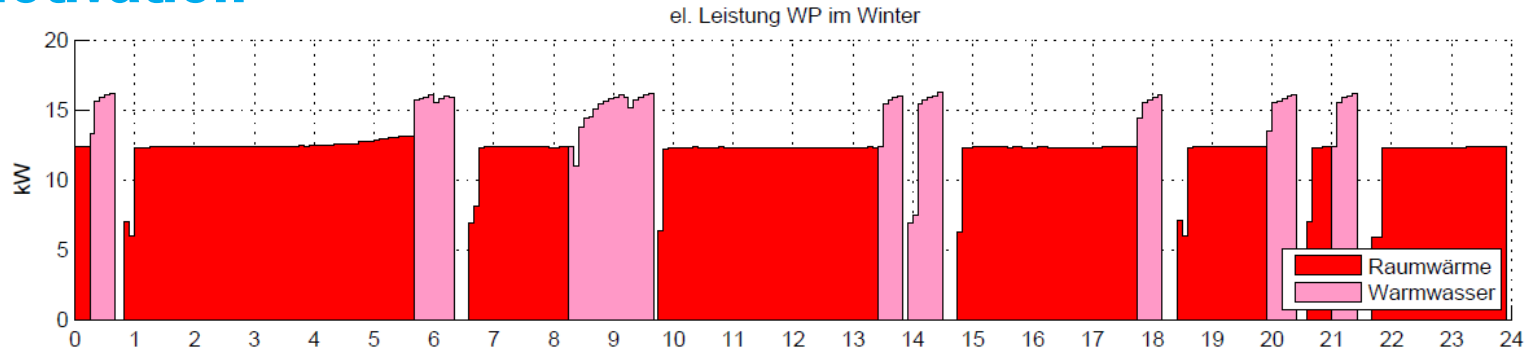
Phase 1: Simulator für Potentialabschätzung, Feb. 2012 – Okt. 2013

Phase 2: Pilotprojekt in Zürich, Sept. 2013 – Dez. 2015



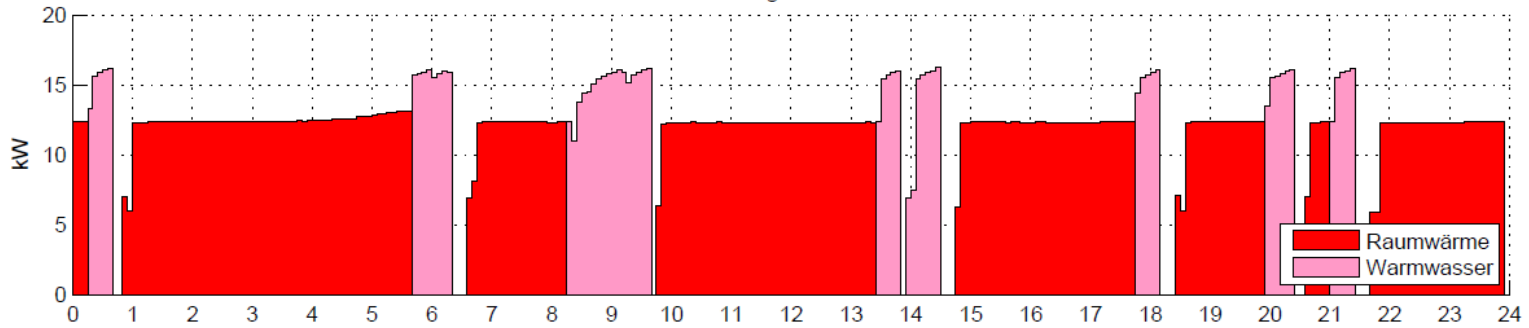
13. Nov. 2013 | V1.00

Motivation

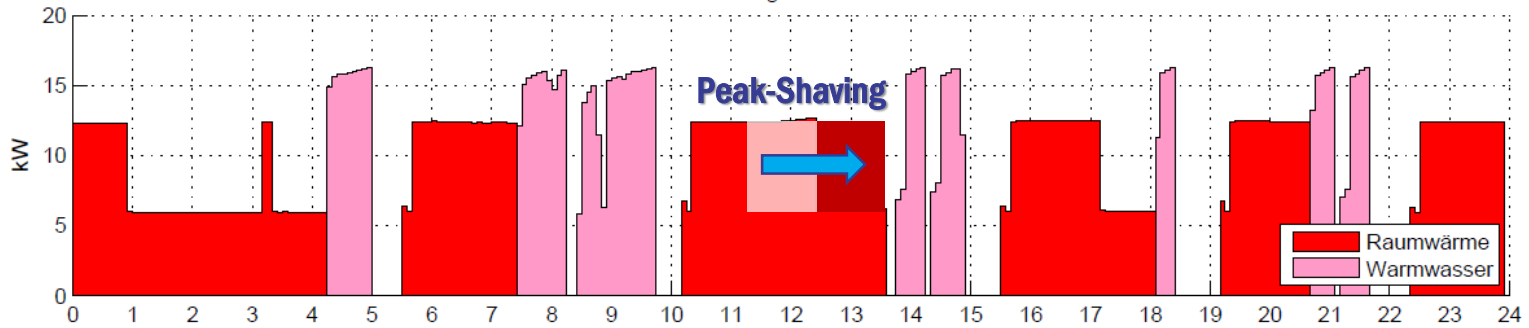


Motivation

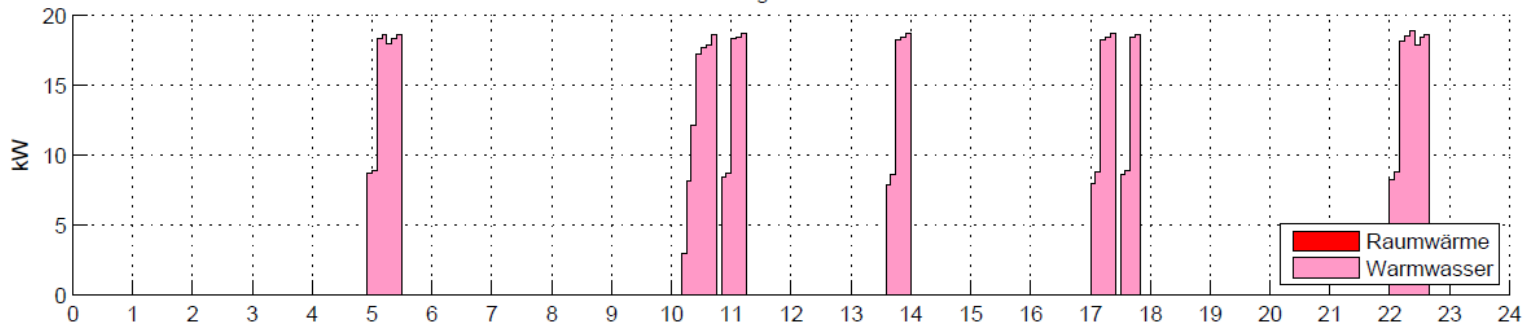
el. Leistung WP im Winter



el. Leistung WP im Winter

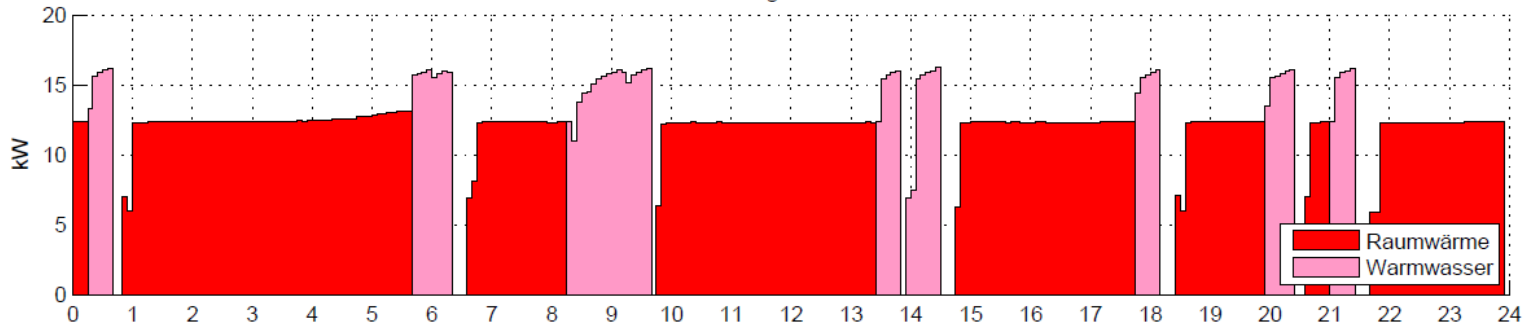


el. Leistung WP im Sommer

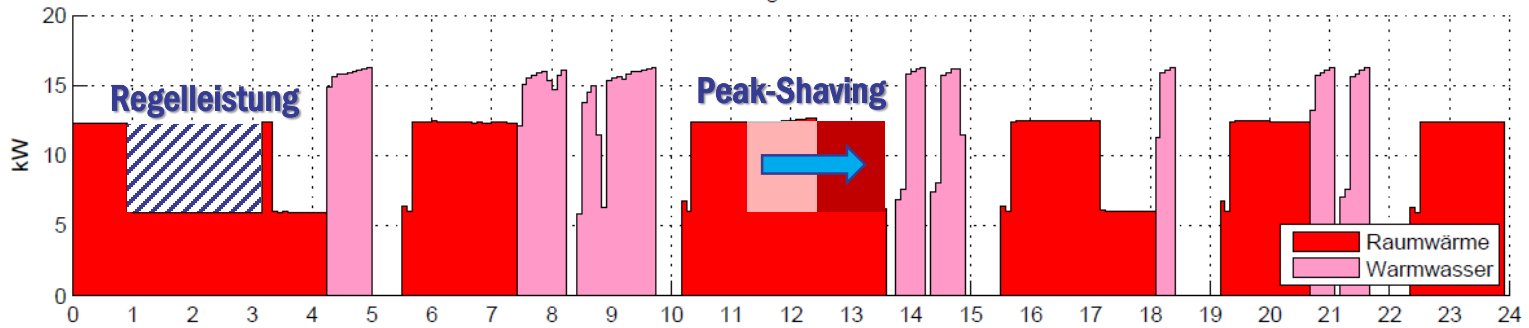


Motivation

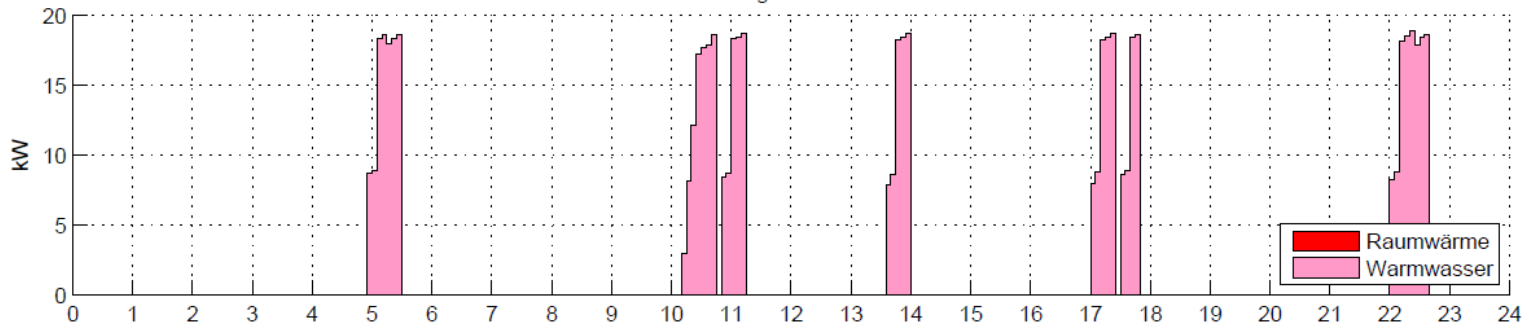
el. Leistung WP im Winter



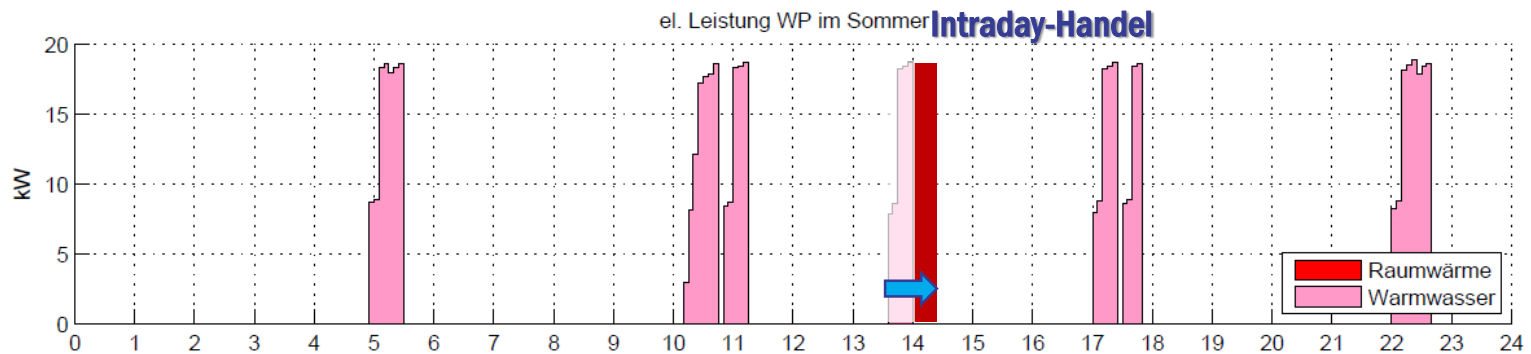
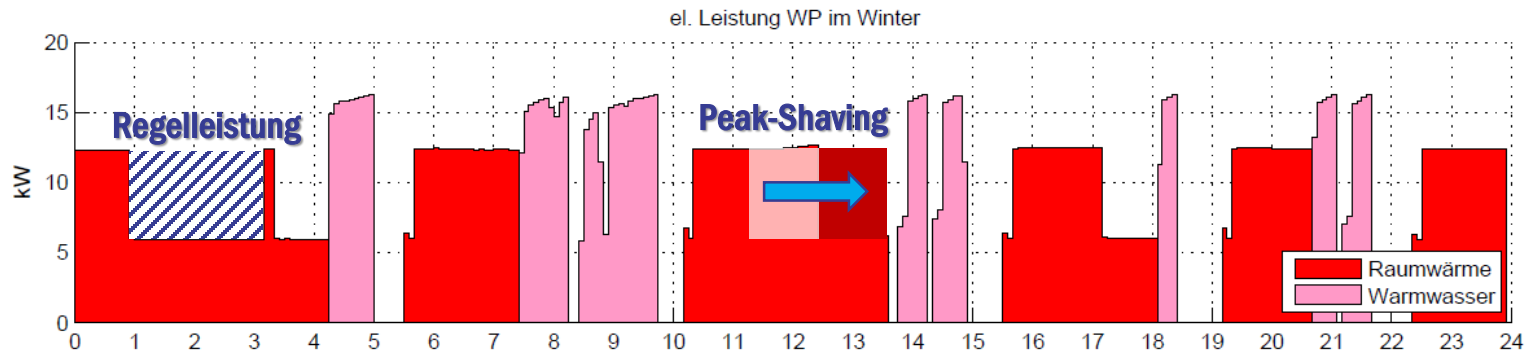
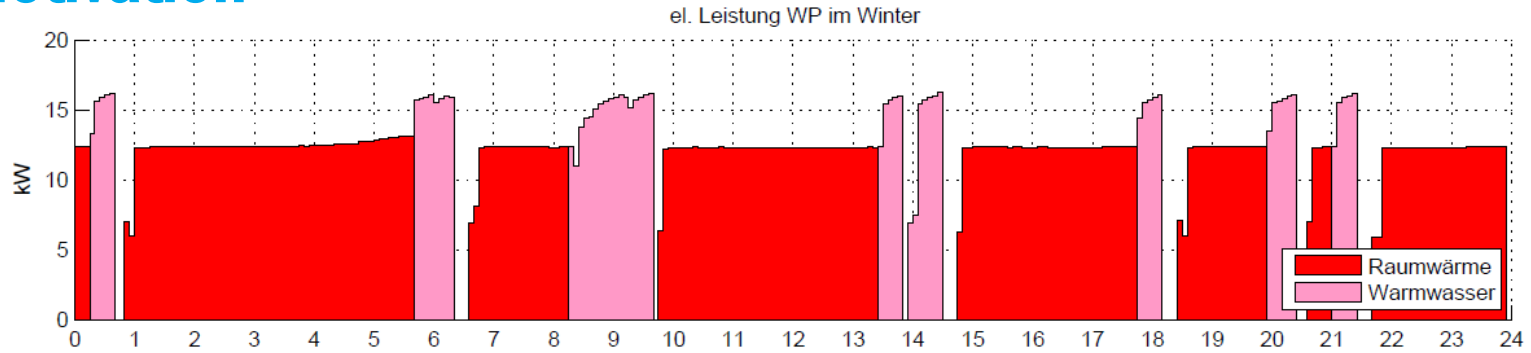
el. Leistung WP im Winter



el. Leistung WP im Sommer

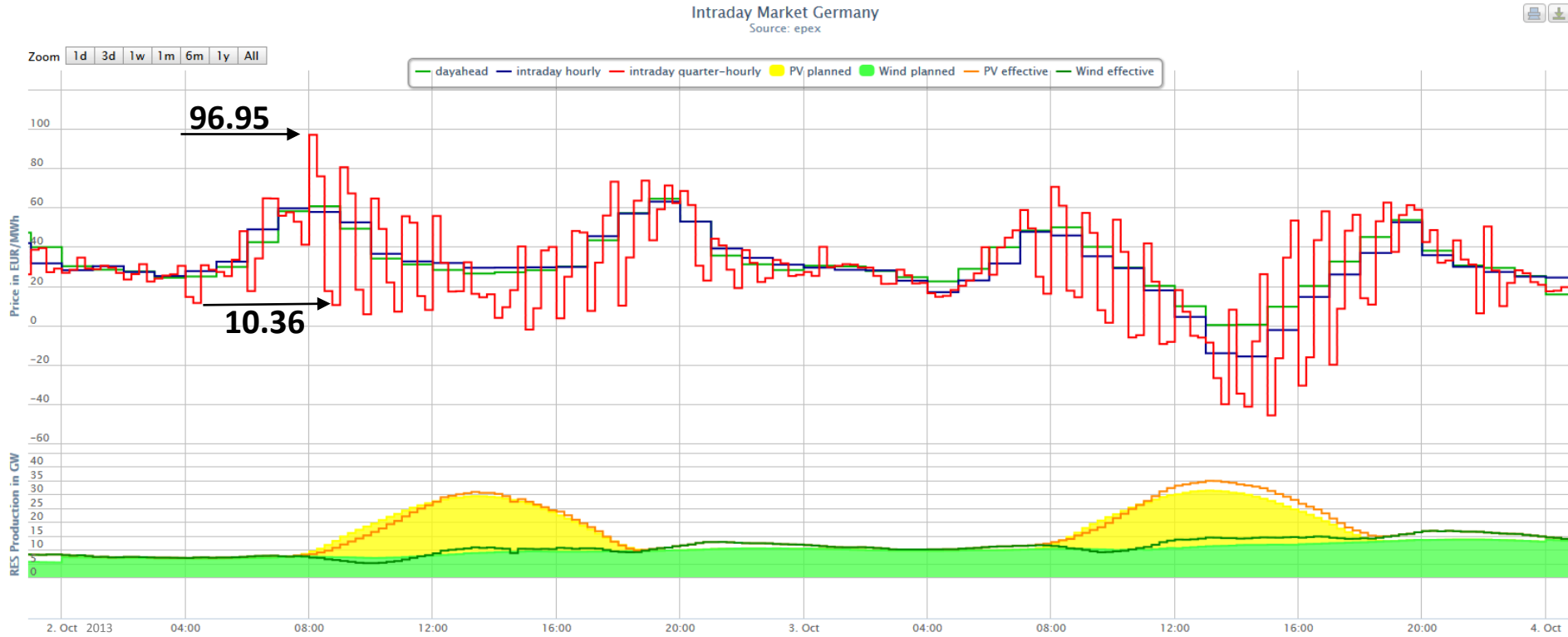


Motivation



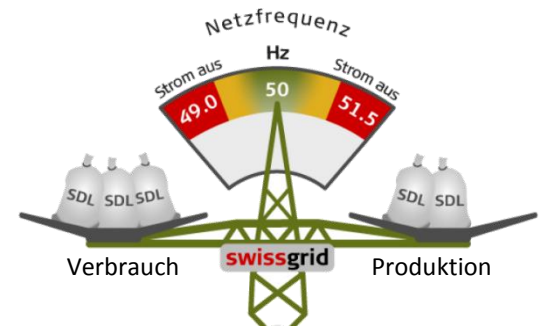
Intraday-Strommarkt (DE)

Beispiel: 2./3. Oktober 2013



Markt: Tertiärregelleistung

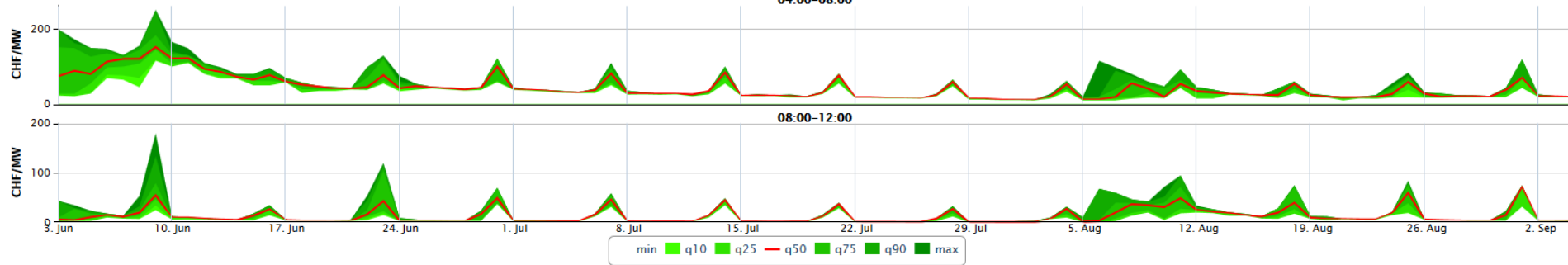
TRL- Preise für 4h-Blöcke (Jun – Sept 2013)



TRL-

04:00-08:00

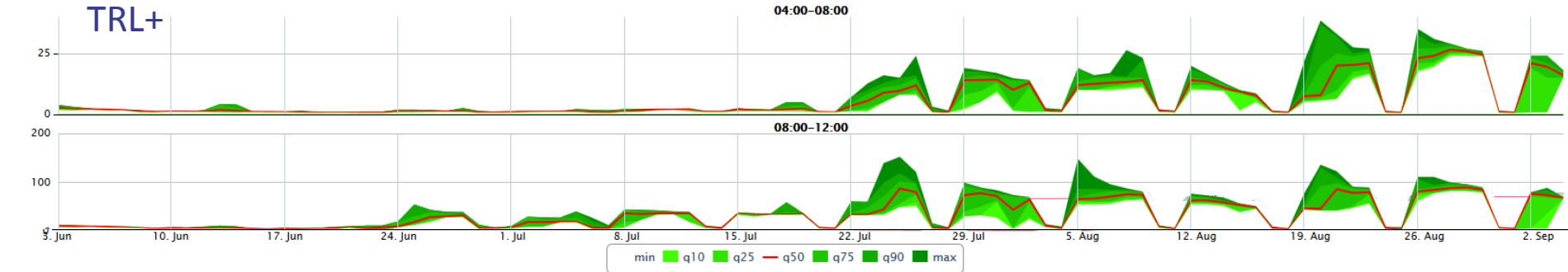
08:00-12:00



TRL+

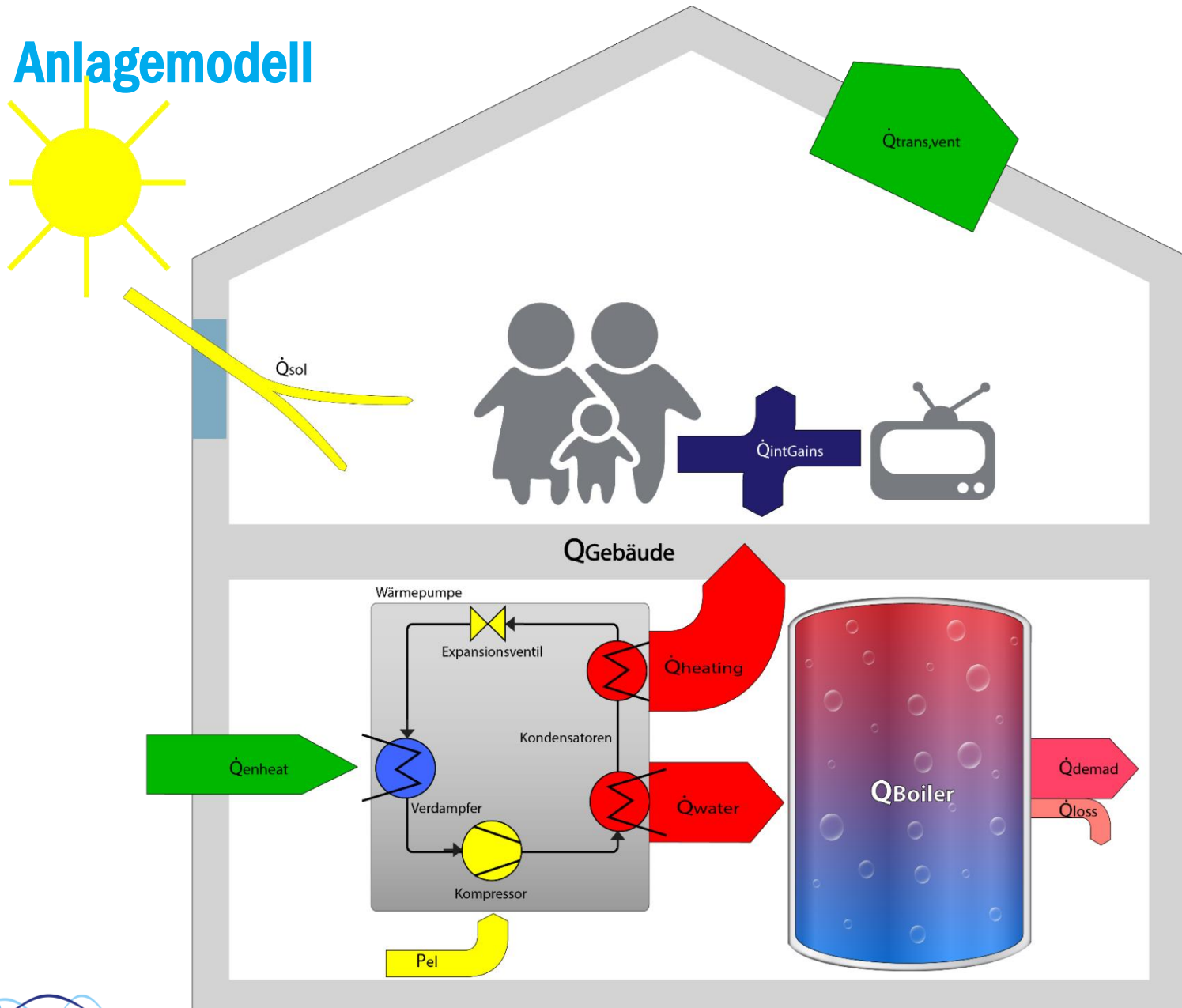
04:00-08:00

08:00-12:00

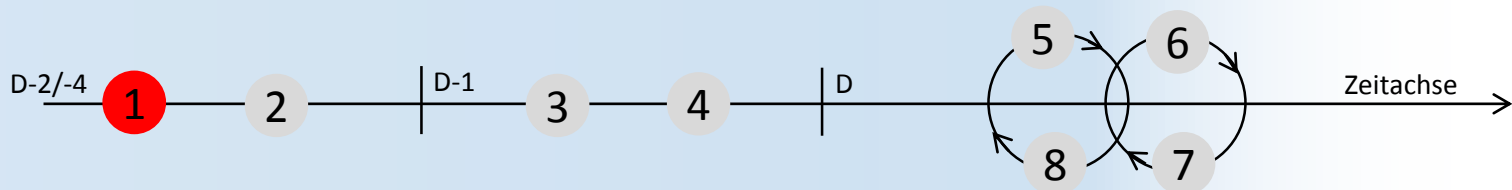
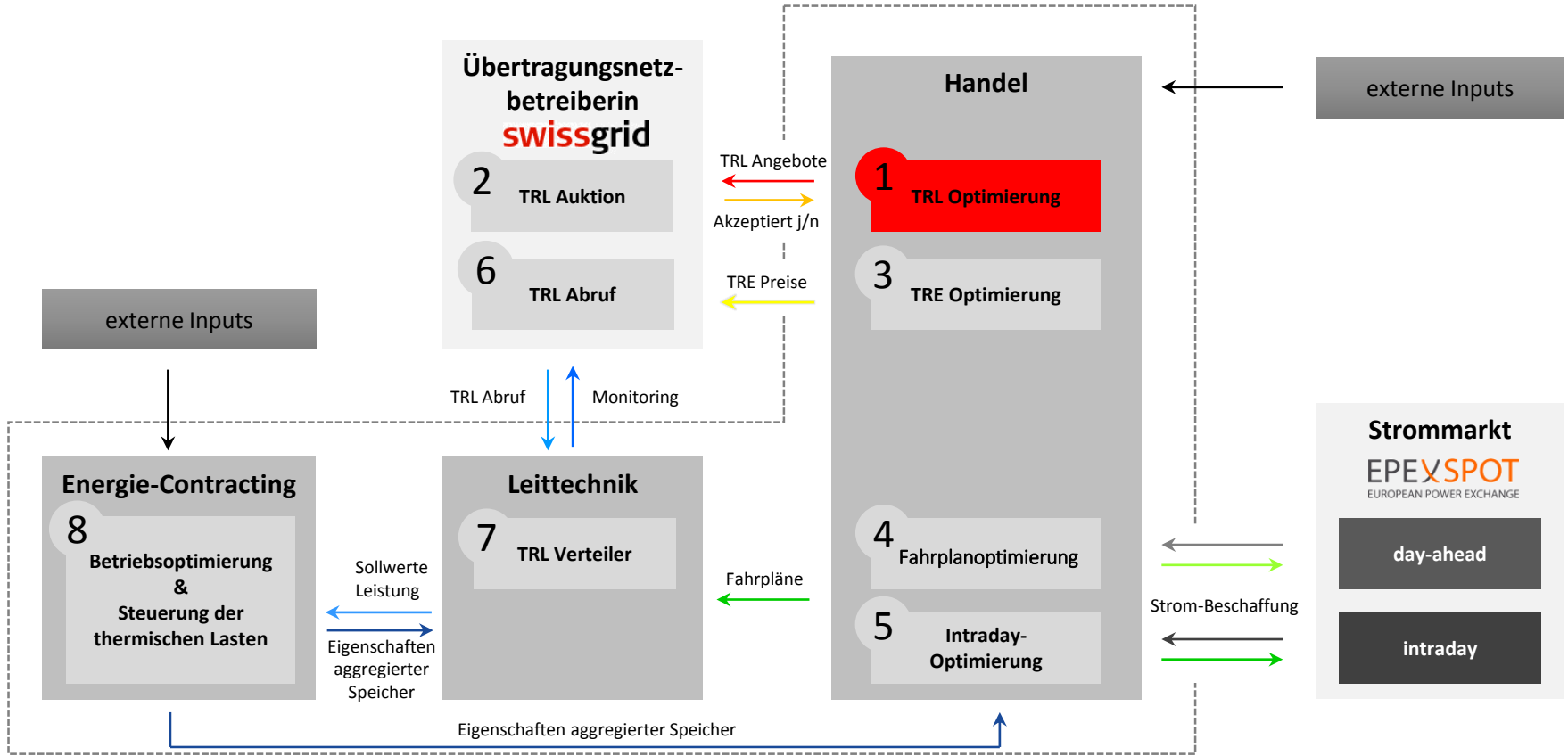


(Quelle: Swissgrid)

Anlagemodell

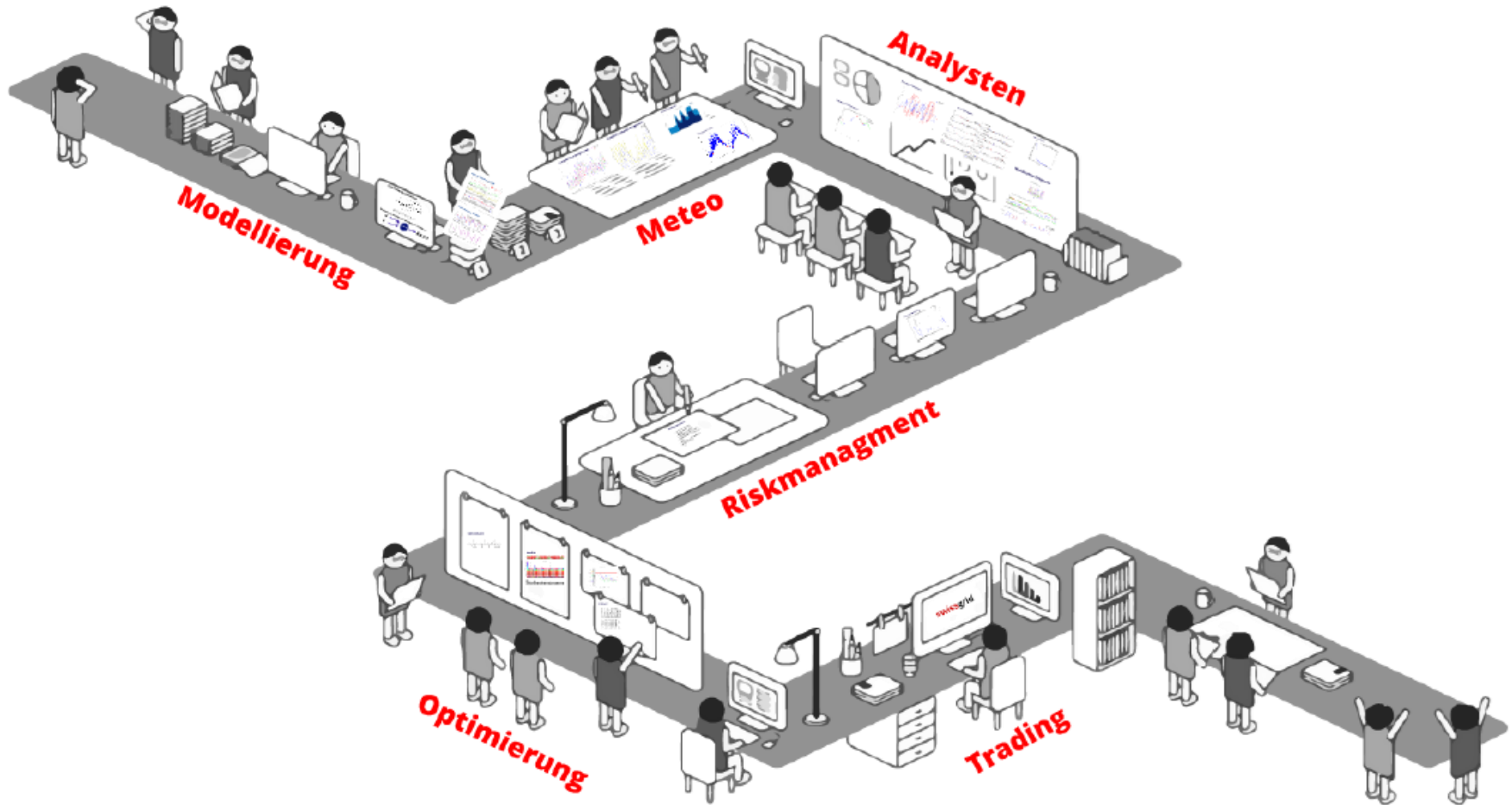


1 TRL Optimierung



1 TRL Optimierung

ex ante Simulation!



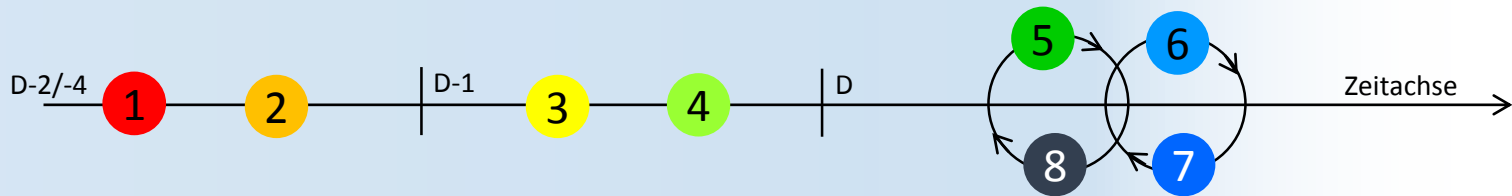
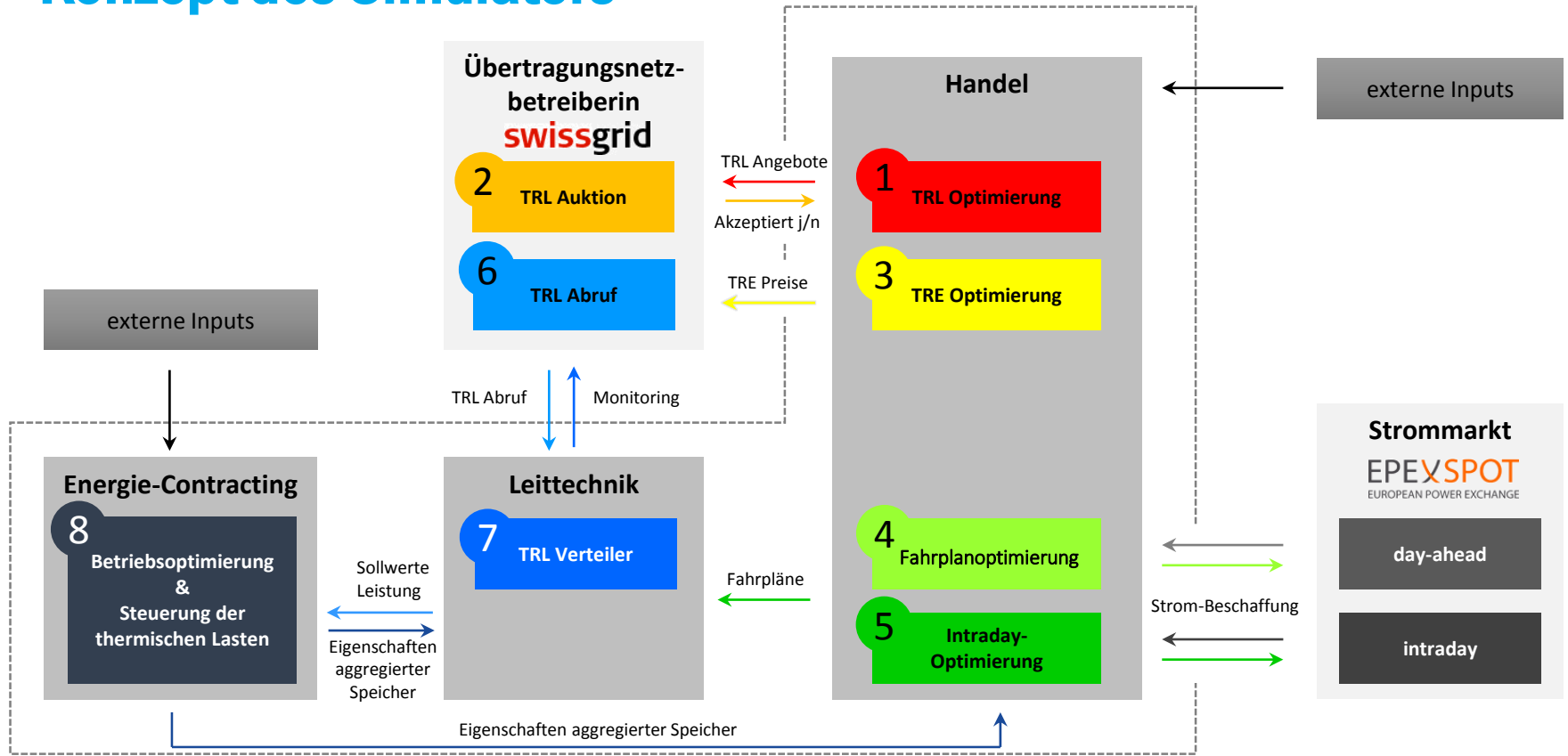
1 TRL Optimierung

Zielfunktion

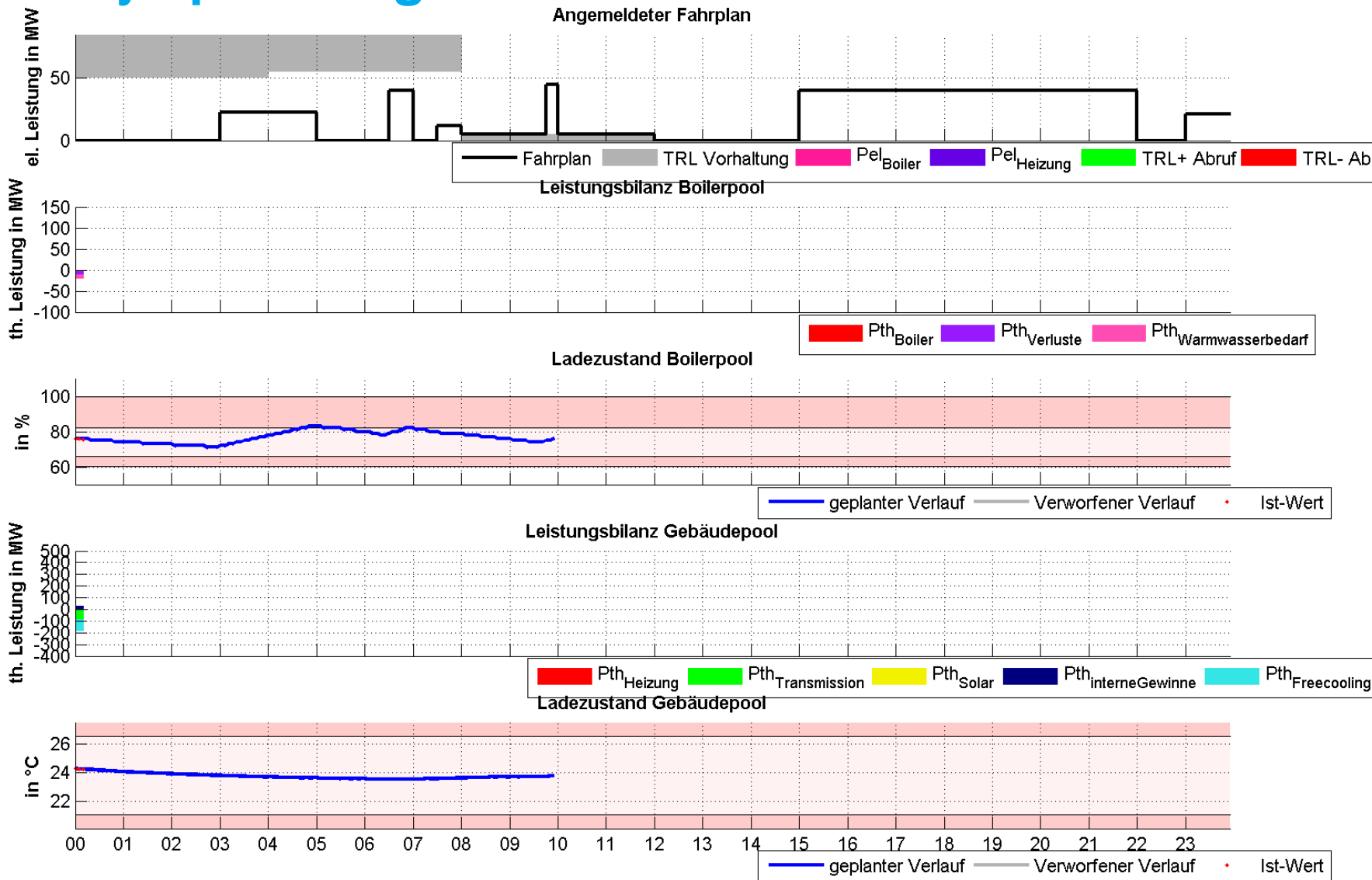
$$\begin{aligned}
 \min C_{\text{tot}} = & C_{D-1} - P_{\text{CP}_b^+} - P_{\text{CP}_b^-} \\
 & \text{Day ahead} \quad \text{Erträge durch Vorhaltung} \\
 & \text{Energiekosten} \quad \text{von Regelleistung} \\
 & + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{PB}_s} \cdot p_s) + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{ID1h}_s} \cdot p_s) + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{ID15m}_s} \cdot p_s) + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{D+1_s} \cdot p_s) \\
 & \text{Ausgleichsenergie} \quad \text{Intraday Energiehandel 1 h / 15 min} \quad \text{Energiekosten am Folgetag} \\
 & + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{grid}_s} \cdot p_s) + \sum_{s \in \mathcal{S}} (G_{\text{CE}_s} \cdot p_s) + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{pen}_s} \cdot p_s) \\
 & \text{Netzkosten} \quad \text{gelieferte / bezogene} \quad \text{Pönalen} \\
 & \quad \quad \quad \text{Regelenergie} \\
 & + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{sw}_s} \cdot p_s) + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{WHsoft}_s} \cdot p_s) \\
 & \text{Schaltkosten} \quad \text{Soft Constraints Warmwasserspeicher} \\
 & + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{Buildingsoft}_s} \cdot p_s) + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{fees}_s} \cdot p_s) + \sum_{s \in \mathcal{S}} (C_{\text{cert}_s} \cdot p_s) \\
 & \text{Soft Constraints Gebäude} \quad \text{div. Gebühren} \quad \text{Zertifikate}
 \end{aligned}$$

Nebenbedingungen: Minimale Blockgrösse, Vorhaltung von Regelleistung ist zwingend, Abruf von Regelleistung muss erbracht werden, keine Voraussicht für Abrufe, Komfortvorgaben einhalten, absolute Temperaturgrenzen, Mathematische Modelle der Anlage, Risikoparameter, usw...

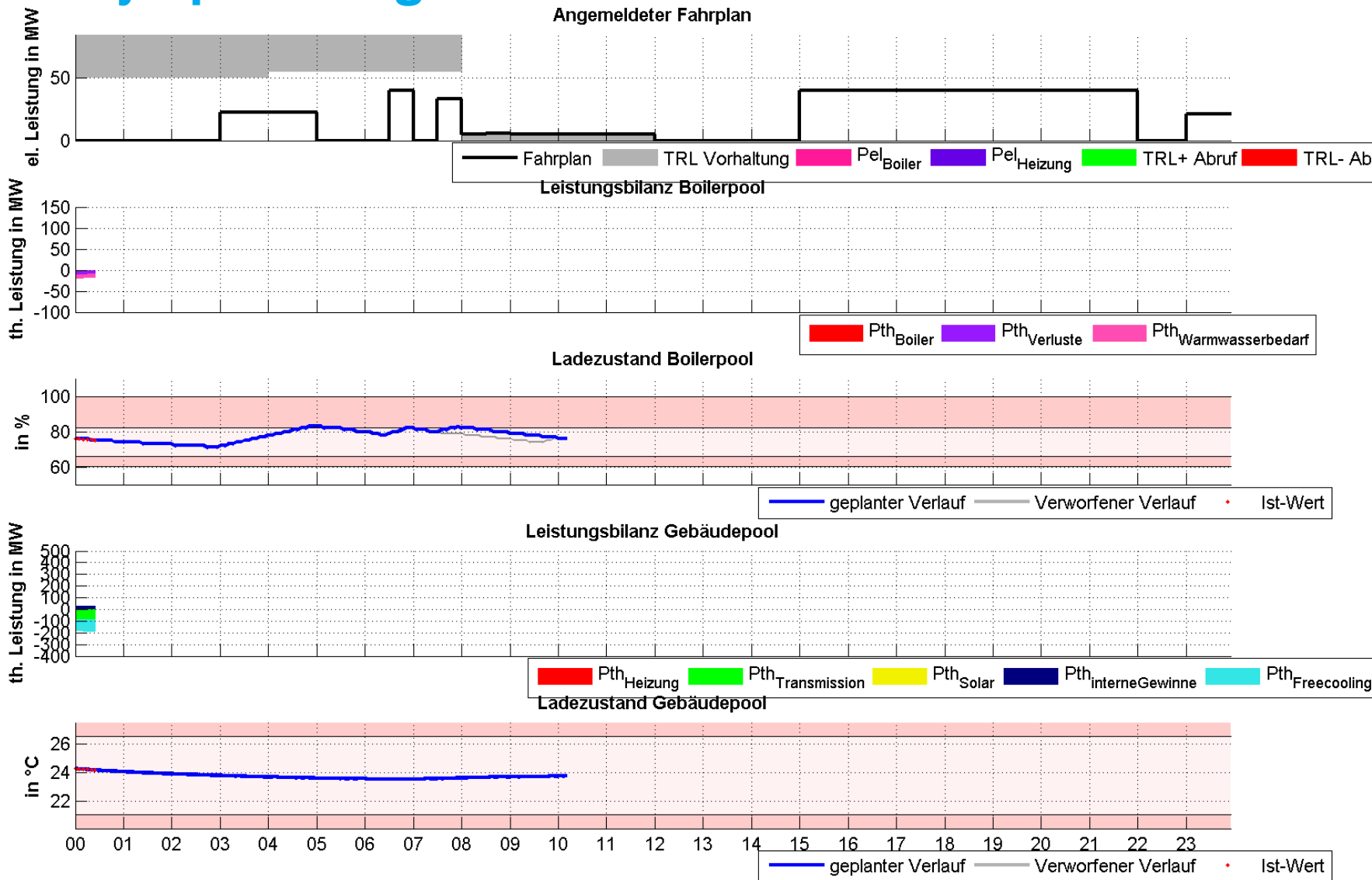
Konzept des Simulators



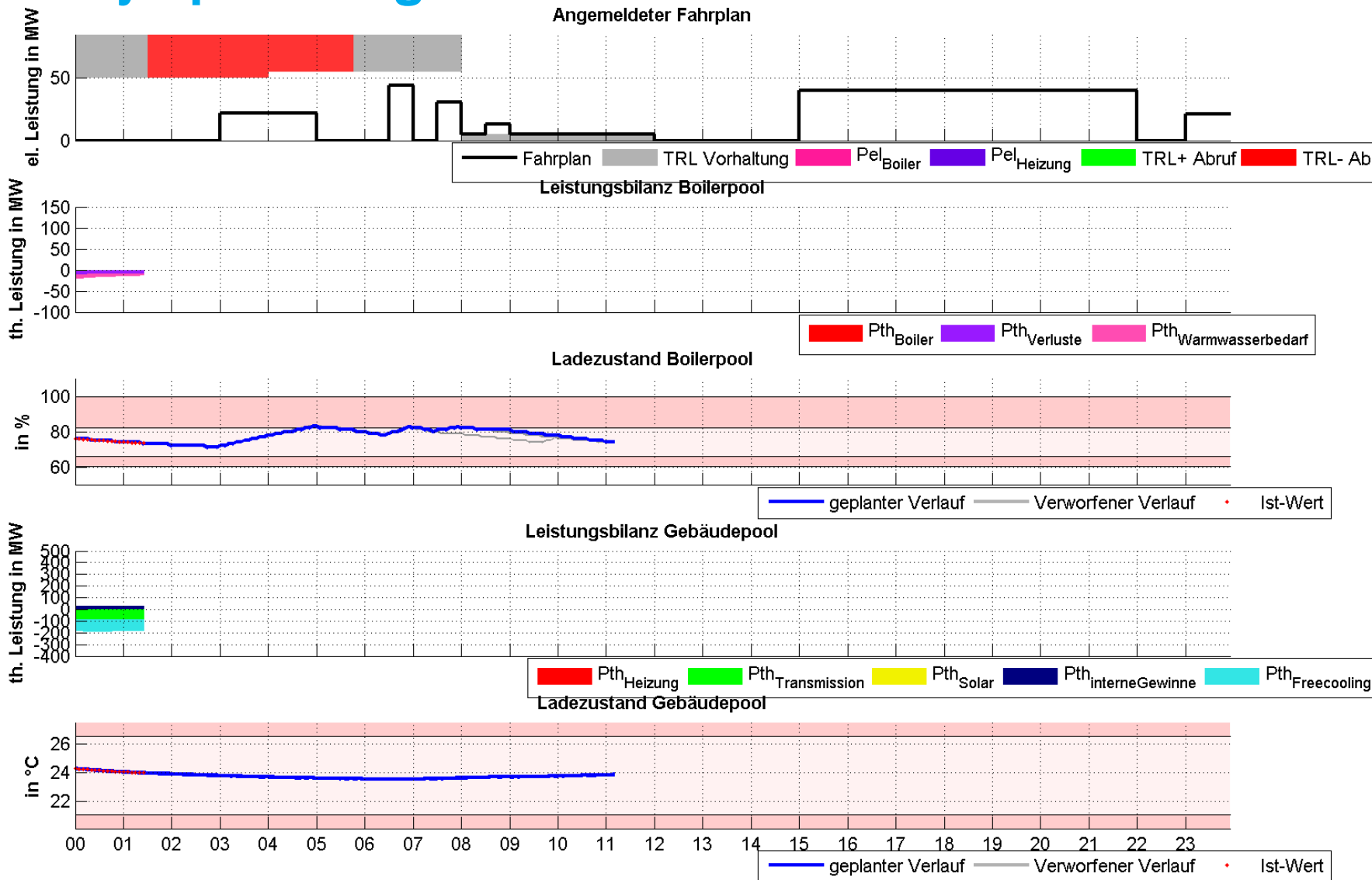
5 Intraday-Optimierung



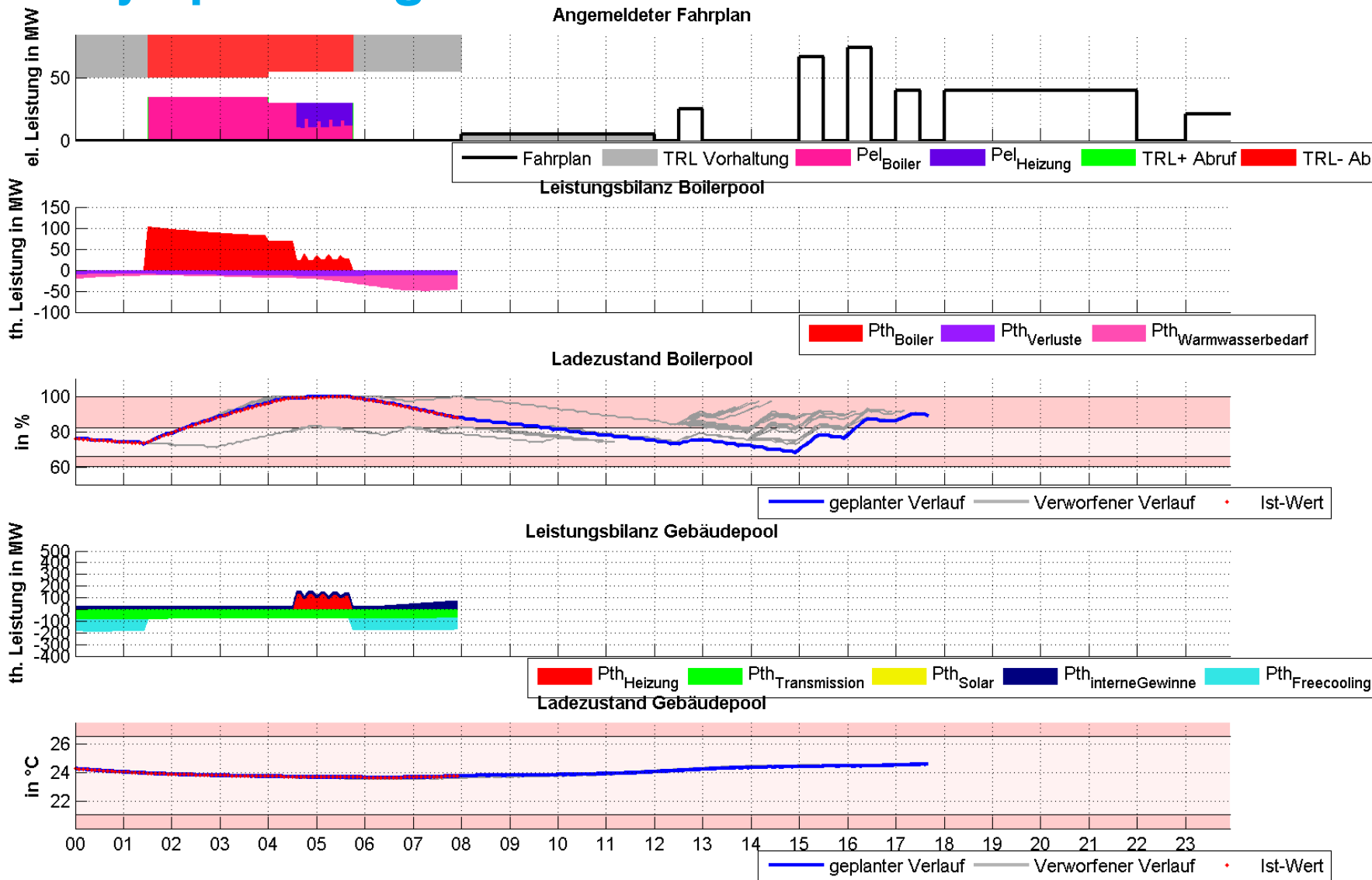
5 Intraday-Optimierung



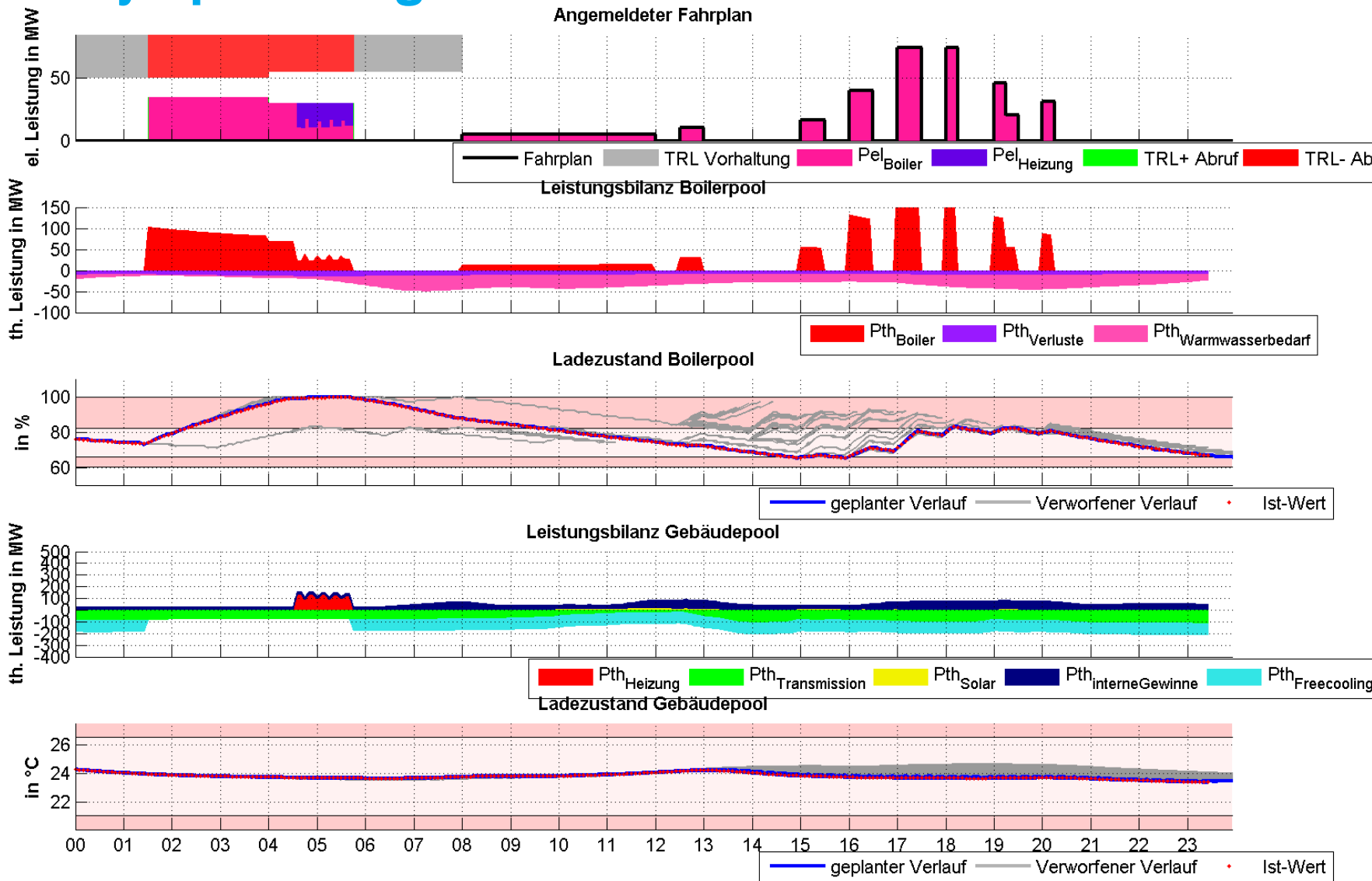
5 Intraday-Optimierung



5 Intraday-Optimierung



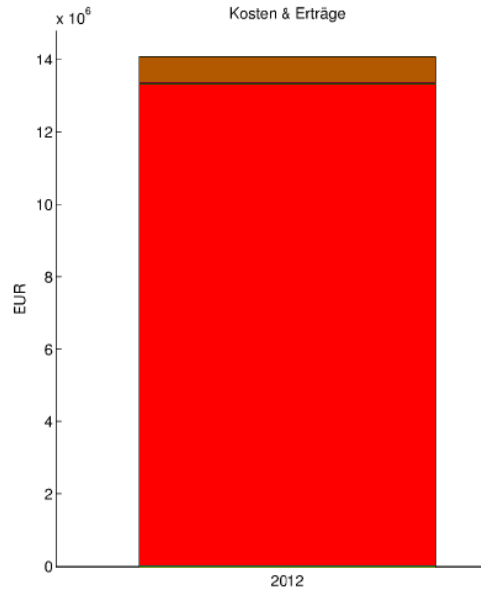
5 Intraday-Optimierung



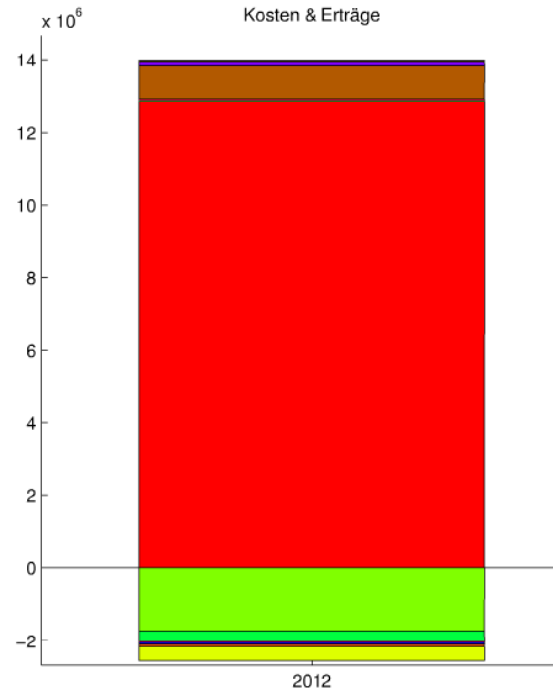
Resultate

Simulation Basisfall – Jahr 2012

Heutige Situation



Optimale Bewirtschaftung ohne Anlagemodifikationen



Benefit in EUR

-0.1 Mio TRE
-0.2 Mio Netz

0.5 Mio Day-Ahead

2.0 Mio Intraday
0.4 Mio TRL

~ 2.6 Mio EUR

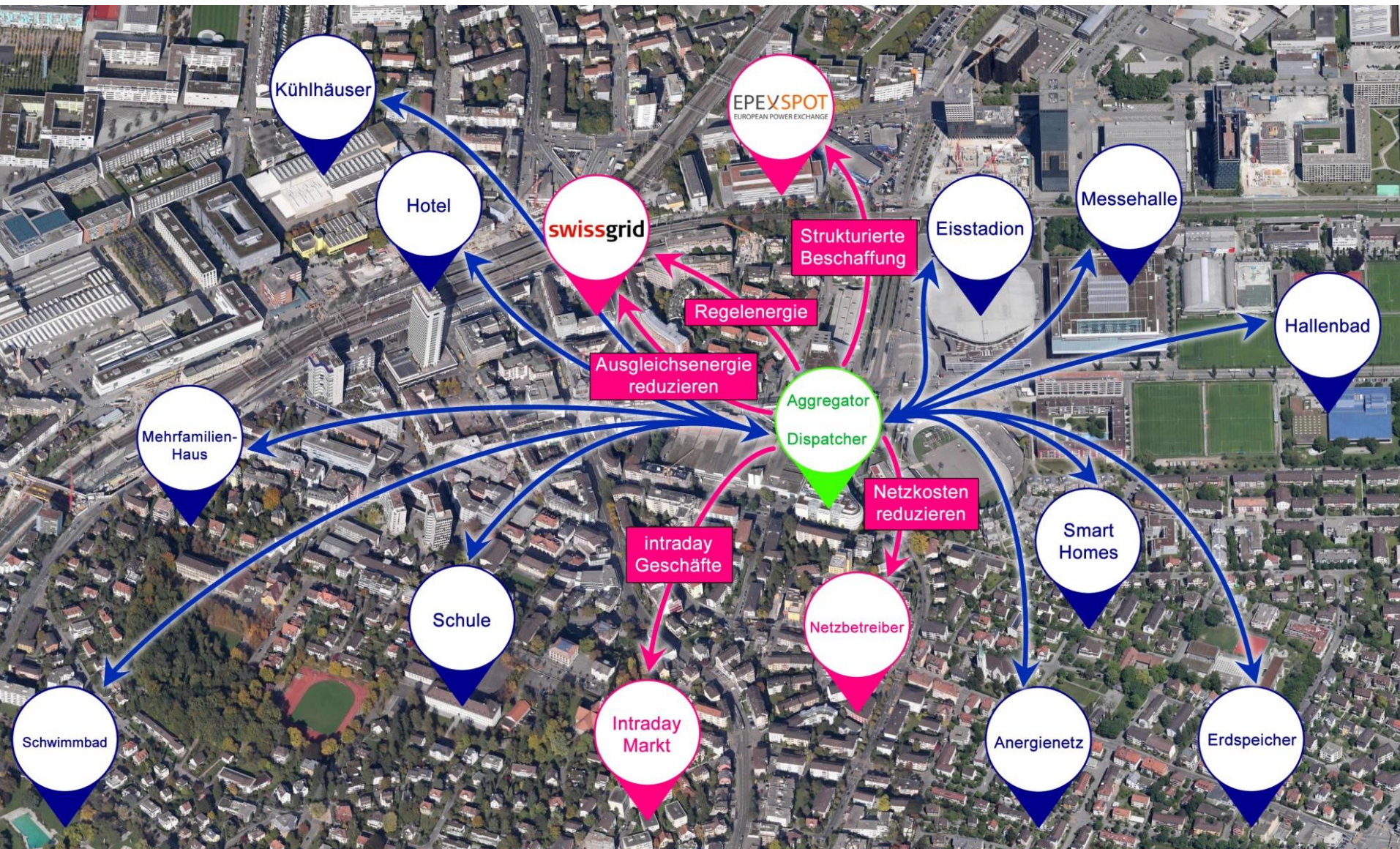
~ 600 CHF / Anlage

Fazit

- Thermische Speicher bieten ein **attraktives Lastverschiebungspotenzial**
- Das Speichervermögen von **Gebäuden** und eine **vorausschauende Betriebsweise** versprechen die grösste Wirtschaftlichkeit
- Überheizen oder Unterkühlen führen zu einem Mehrverbrauch an Strom und somit zu lokal sinkender Energieeffizienz aber **steigender Systemeffizienz**
- Der Anlagenbetreiber braucht einen finanziellen Anreiz, damit er mitmacht (**dynamische Tarife**) – wie entwickeln sich die Strompreise?
- **Es braucht Schnittstellen** zwischen den Automatisierungswelten von Anlagen und Gebäuden und denen von Stromnetzen und Kraftwerken
- **Komfort und thermische Behaglichkeit** dürfen nicht vergessen werden

Ausblick – Pilotprojekt in der Stadt Zürich

Sept. 2013 – Dez. 2015



Die markierten Objekte sind mögliche Beispiele und entsprechen nicht den tatsächlich gewählten Pilotanlagen.

www.misurio.ch

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!