
Hackathon: Regelung einer Wärmepumpe unter dynamischen Strompreisen

REGELUNGSTECHNIK I

SOMMERSEMESTER 2025

DOZENT
ABDUL AZZAM, M.Sc
DOKTORAND IER
DHBW STUTTGART

Aufgabenstellung

Entwerfen Sie ein Python-basiertes Regelungssystem für eine Wärmepumpe (WP) in Kombination mit PV-Anlage, thermischem Speicher und Batterie. Ziel ist es, sowohl den finanziellen Gewinn durch die Nutzung dynamischer Strompreise als auch den Grad der energetischen Selbstversorgung (Autarkie) zu optimieren.

Zu modellierende Komponenten

- **Gebäude:** Simulieren Sie die Temperaturdynamik mittels eines RC-Modells (thermisches Gebäude-modell). Hier sind zwei wissenschaftliche Publikationen, die diese RC-Modelle beschreiben.
 - Reduced-order models for assessing Demand Response with heat pumps – insights from the German energy system, Evelyn Sperber
 - Thermal Building Models for Energy Management Systems, Benjamin Matthiss
- **Luft-Wasser-Wärmepumpe:** Modellieren Sie die Leistungsaufnahme, die abhängig von der Jahresarbeitszahl (JAZ) und der Außentemperatur variiert. Bitte nutzt das open energy modeling framework oemof, was auch die Modellierung des COPs vereinfacht. Hier oemof-Wärmepumpen-Tutorial ist ein WP-Tutorial aufgezeigt.
- **Thermischer Speicher:** Berücksichtigen Sie begrenzte Lade-/Entladeraten sowie eine definierte Speicherkapazität. Bitte verwendet das TES-Modell aus der Mosaik-Bibliothek hier.
- **Batteriespeicher:** Berücksichtigen Sie begrenzte Lade-/Entladeraten sowie eine definierte Speicherkapazität. Bitte verwendet das Batterie-Modell aus der PyBamm-Bibliothek hier.
- **PV-Anlage:** Nutzen Sie vorgegebene Zeitreihendaten zur Photovoltaik-Erzeugung (in kW).
- **Strommarkt:** Integrieren Sie dynamische Preisdaten (€/kWh), die als Grundlage für die Optimierung dienen.

Eingangsdaten

- **Zeitstempel (timestamp):** Zeitangabe im 5-Minuten-Intervall über 24 Stunden.
- **Globalstrahlung (GHI):** Globale horizontale Einstrahlung in W/m^2 (Global Horizontal Irradiance).
- **Diffusstrahlung (DHI):** Diffuse horizontale Einstrahlung in W/m^2 (Diffuse Horizontal Irradiance).
- **Außentemperatur [°C]:** Umgebungstemperaturprofil in Grad Celsius (ausgewählt für Standort Stuttgart).
- **Solarthermie-Erzeugung [W]:** Leistungsabgabe der solarthermischen Anlage in Watt.
- **Wärmebedarf (Bedarf_thermisch) [W]:** Wärmebedarf des betrachteten Haushalts in Watt.
- **Strompreis [€/Wh]:** Variable Strompreise pro Wattstunde im Zeitverlauf.
- **PV-Erzeugung [W]:** Leistung der Photovoltaikanlage in Watt.
- **Strombedarf (Bedarf_elektrisch) [W]:** Elektrischer Leistungsbedarf des Haushalts in Watt.

Erwartete Ergebnisse

1. Eine Python-Simulation des Gesamtsystems, in der die Wärmepumpe und die Speicher steuerbar integriert sind.
2. Entwicklung und Implementierung einer Regelungsstrategie (z.B. regelbasiert, PID, etc.), die den folgenden Zielwert maximiert:

$$\text{Gesamtgewinn} = \sum (\text{Einnahmen aus PV-Einspeisung} - \text{Strombezugskosten})$$

3. Einhaltung von einer Innentemperatur von 20°C
4. Berechnung des Autarkiegrades
5. Ein Bericht, der den Ansatz, die getroffenen Annahmen sowie die Zielkonflikte zwischen Kostenoptimierung und energetischer Autarkie detailliert erläutert.

Bewertungskriterien

- **20%:** Erzielter finanzieller Gewinn
- **20%:** Grad der energetischen Selbstversorgung (Autarkie)
- **20%:** Temperaturfehler
- **40%:** Codequalität, Dokumentation, Präsentation und Verständlichkeit des Berichts

Abgabe

Reichen Sie Ihren Python-Code, einen maximal 5-seitigen Bericht (PDF) und eine Video-Präsentation mit maximal 5 Minuten Dauer bis zum **31. Juli 2025, 23:59 Uhr** ein. Nutzen Sie eine E-Mail und eine ZIP-Datei für Ihre Einreichung.