

Diplomarbeit Nr. 18/2025

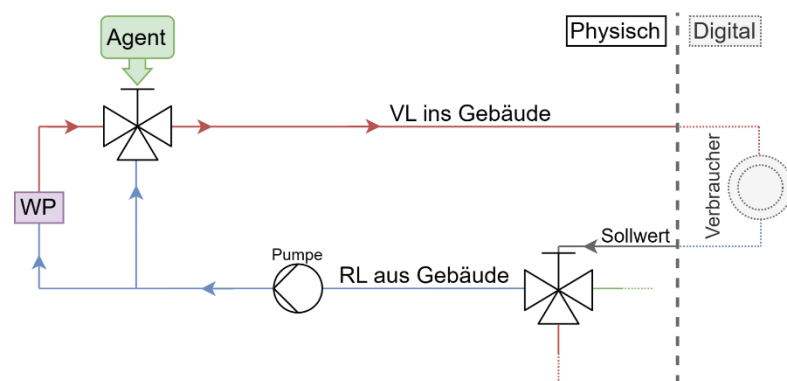
Training von Reinforcement Learning Agenten zur Regelung eines Gebäudeenergiesystems

Bearbeiterin: Antonia Johanna Beatrice Spall



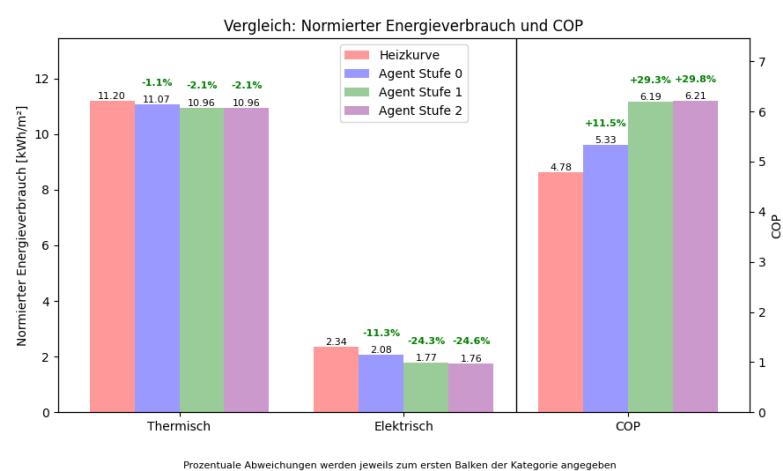
Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Einsatz von Reinforcement Learning zur modellprädiktiven Regelung von Heizsystemen in privaten Haushalten untersucht. Ziel war die Reduktion des Energieverbrauchs bei gleichzeitiger Einhaltung thermischer Komfortkriterien.

Als Versuchsgrundlage diente ein Hardware-in-the-Loop-Prüfstand mit realer Wärmepumpe und Vorlauftemperatur-Abmischung:



Ein Simulationsmodell wurde entwickelt und als Trainingsumgebung für einen RL-Agenten genutzt. Durch ein mehrstufiges Curriculum-Training wurde der Agent schrittweise an Störgrößen und variierende Randbedingungen herangeführt, um Trainingszeit, Stabilität und Robustheit zu optimieren.

Die strukturierte Trainingsstrategie ermöglichte Energieeinsparungen von bis zu **24,6 %** gegenüber einer klassischen Heizkurvenregelung:



Dies wurde insbesondere durch eine systematische Absenkung der Vorlauftemperatur und den Betrieb der Wärmepumpe in einem effizienteren Arbeitsbereich erreicht. Komfortgrenzen wurden dabei zuverlässig eingehalten.

Die Generalisierungsfähigkeit wurde durch variierende Wetterbedingungen verbessert. Abschließend wurden Übertragbarkeit auf den realen Prüfstand, Modellabweichungen sowie weiterführende Robustheitsmaßnahmen (z. B. Domain Randomization, Berücksichtigung partieller Beobachtbarkeit) diskutiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass Reinforcement Learning in Kombination mit strukturiertem Training einen leistungsfähigen und robusten Regelungsansatz mit hohem Einsparpotenzial für zukünftige energieeffiziente Gebäudebetriebsstrategien darstellt.

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen

Mitglied im Netzwerk von: