

Reinforcement Learning für Energiesysteme mit Wärmepumpen und Photovoltaik

Aktuell werden 45% des schweizerischen Primärenergieverbrauchs im Gebäudesektor verbraucht. Davon werden rund 75% für das Beheizen des Gebäudes und die Aufbereitung von Warmwasser verwendet. Um die Energiestrategie 2050 erfolgreich meistern zu können, ist es unabdingbar, fossile Öl- und Gasheizungen durch umweltfreundliche Wärmepumpen zu ersetzen. Mit der Verbreitung von erneuerbaren Energien wird der Bedarf an intelligenten und optimal ausgelegten Steuereinheiten immer grösser.

Bei der Inbetriebnahme von herkömmlichen Heizsystemen fehlen dem Servicetechniker oft die Parameter zur optimalen Programmierung des Heizungsreglers. Dies führt zu Energieverlusten und zu höheren Heizkosten. Eine Erhöhung von 1 Kelvin der Raumtemperatur führt zu einem rund 6% höheren Heizenergieverbrauch.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, dieses Problem mit einem Artificial Intelligence-Wärmepumpencontroller, basierend auf Reinforcement Learning, zu beheben. Diese Steuereinheit kann die ganze Heizungshydraulik und alle Systemkomponenten selbständig und energieeffizient ansteuern. Regeltechnische Energieverluste können dadurch minimiert werden.

Damit der Artificial Intelligence-Wärmepumpencontroller eine Anlagenhydraulik im optimalen Betriebspunkt betreiben kann, wird der Algorithmus vor der Inbetriebnahme auf einem entsprechenden Gebäudemodell trainiert. In dieser Bachelorarbeit wird die Trainingsphase des Algorithmus in der Simulationssoftware Polysun absolviert. Dabei lernt der Algorithmus, wie er die Anlagenkomponenten optimal ansteuern kann. Er lernt durch die Evaluation von erhaltenen Strafpunkten, wie gewisse Komponenten zusammenhängen und speichert das erlernte Knowhow in einem neuronalen Netzwerk ab. Das Ziel der Lernphase des Algorithmus ist es, die Anzahl an Kostenpunkten zu minimieren. Strafpunkte erhält der Algorithmus, falls gewisse Komponenten der Hydraulik ihren Sollwert über- oder unterschreiten. So kriegt der Algorithmus zum Beispiel Strafpunkte, falls die Gebäudetemperatur in der Simulationsumgebung unter 20.5°C fällt.

In dieser Bachelorarbeit konnte gezeigt werden, dass der Artificial Intelligence-Wärmepumpencontroller erfolgreiche Strategien erlernen kann, um eine Anlage im optimalen Betriebspunkt zu betreiben. Im Vergleich zur deterministischen Referenzsteuerung konnten Energieeinsparungen von rund 15% verzeichnet werden. Auch die Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpe fallen bei Steuerung mit dem Reinforcement Learning Algorithmus deutlich besser aus.



Diplomierende
Laurenz Joos
Selina Lea Pfyffer

Dozierende
Andreas Witzig
Volker Ziebart

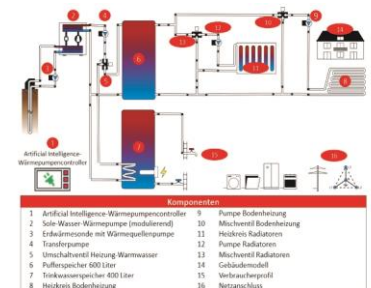


Bild 1: Hydraulikschema mit integriertem Artificial Intelligence-Wärmepumpencontroller.

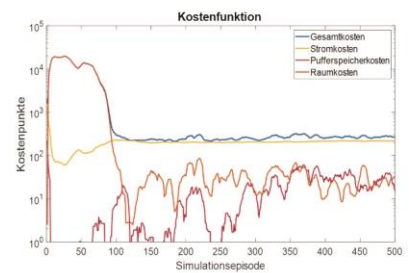


Bild 2: Verlauf der Gesamtkostenkurve. Die Kurve beschreibt die Summe der Raum-, Puffer und Stromkosten. Die Kurve konvergiert nach 150 Episoden, was zeigt, dass der Algorithmus eine zielführende Regelstrategie erlernen konnte.