

Brainy Heat Grids

Senkung der Systemtemperatur von Wärmenetzen mittels ML-unterstützter Regelalgorithmen

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung (KP 2020), Energieforschung 6. Ausschreibung (KP)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.02.2021	Projektende	30.04.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	39 Monate
Keywords	Machine Learning, Fernwärme, Netzsimulation, Reglerimplementierung		

Projektbeschreibung

Aufgrund der über Jahre gewachsenen heimischen Wärmenetze werden oft Abnehmer mit Hochtemperatur- als auch Abnehmer mit Niedertemperaturwärmeabgabesystemen von ein und demselben Wärmenetz versorgt. Obwohl eine Absenkung des Temperaturniveaus an diversen Netzstellen für Abnehmer oft prinzipiell möglich wäre, wird dies oft aufgrund benachbarter Hochtemperaturwärme-abgabesysteme erschwert, da laufende Wärmelieferverträge erfüllt und die Versorgungssicherheit gewährleistet werden müssen.

Besonders eine Absenkung der Rücklauftemperatur würde sich aus Sicht des Wärmenetzbetreibers positiv auswirken. Zum einen könnten Brennwertkessel, als auch solarthermische Anlagen, welche vorwiegend in den Rücklauf einspeisen, effizienter betrieben werden. Weiters sinken die Verluste im Verteilungssystem sowie, aufgrund der höheren Temperaturspreizung des Heizwassers, die erforderliche Pumpleistung. Schließlich erleichtert die Temperaturabsenkung die Einspeisung industrieller oder gewerblicher Abwärme, bzw. macht deren Einspeisung wirtschaftlicher, indem keine Wärmepumpen zur Temperaturanhebung zwischengeschaltet werden müssen. Auch für die Einspeisung anderer dezentraler Wärmequellen wird das Wärmenetz dadurch offener.

Bisherige Projekte setzten oftmals auf die Auskühlung des Rücklaufs mittels diverser Wärmepumpen-anwendungen, was sich aber nur bedingt als wirtschaftlich erwiesen hat, vor allem aufgrund der großen Investitions- und Betriebskosten solcher Anlagen. Das vorliegende Projekt, verfolgt eine andere Strategie indem die vorhandene Infrastruktur bestmöglich verwendet wird. Diese Strategie setzt voraus, dass diverse Wärmeübergabestationen zentral angesteuert werden können, wenn von Seiten der Abnehmer diese freigegeben wurden. Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung im Fernwärmesektor werden solche Ansteuerungen in Zukunft immer häufiger möglich sein. Oberstes Ziel dieser innovativen Regelstrategie ist es, dass diese keine negativen Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit aller Abnehmer im Wärmenetz hat. Deshalb, erfolgt von der Sekundärseite immer zuvor eine Freigabe dieses, zur Wärmeübergabestation gehörenden, Regelventils.

Durch die Freigabe besitzt der Wärmenetzbetreiber nun die Möglichkeit dieses Flexibilitätspotential auf der Sekundärseite, welches in Form eines Pufferspeichers bzw. einer Gebäudespeichermasse zur Verfügung gestellt werden kann, zu nutzen, und die jeweiligen Wärmeübergabestationen entsprechend zu regeln, so dass dies temperatursenkende Auswirkungen auf relevante Netzbereiche hat.

Die Anwendung dieser Lösungsstrategie auf Wärmenetze mit einer zunehmenden Anzahl an steuerbaren

Wärmeübergabestationen führen dazu, dass aufwendige und rechenintensive Netzsimulationen mit Solver-Lösungen im Echtzeitbetrieb parallel zum Netzbetrieb durchgeführt werden müssten. Um dies zu umgehen, wird in Brainy Heat Grids ein Machine Learning-Ansatz verfolgt, indem vorab Netzsimulationen mit iterativen Solver-Lösungen, mit dem Ziel der Absenkung der Systemtemperatur an relevanten Netzstellen, durchgeführt werden. Durch die Auswahl relevanter variierbarer Parameter und unter Zuhilfenahme von Batch-Simulationen soll, die Anzahl der zu berechneten Betriebsfälle minimiert werden, so dass auch eine Anwendung in der Praxis möglich ist. In diesem Prozess des überwachten Lernens wird dem System durch die Solver-Berechnung demnach vorgegeben, wann welches Regelventil angesteuert werden soll.

Da die Ansteuerung der einzelnen Regelventile von der Wärmezentrale aber auch die Freigabe dieses Regelventils von Seite des Abnehmers wesentlich vom zukünftigen Wärmebedarf abhängt, sollen sowohl Systeme mit Wärmelastprognosen für das gesamte Wärmenetz als auch für die entsprechenden Abnehmer mit einbezogen werden. Hierbei können einfache Wärmelastprognosen basierend auf der prognostizierten Witterung als auch komplizierte ML-Ansätze, welche bereits in der Literatur beschrieben und in der Praxis angewendet wurden, für den aktuellen Fall untersucht werden.

Abstract

Many Austrian district heating grids have grown over a long period of time. Therefore, consumers with high-temperature as well as consumers with low-temperature heat systems are often supplied by one and the same heat grid. Although a lowering of the temperature level at various grid areas would often be possible for consumers, this is often made more difficult due to neighboring high-temperature heat consumer systems, since current heat supply contracts have to be fulfilled and security of supply has to be guaranteed.

A reduction in the return temperature would have a positive effect from the point of view of the heating grid operator. On the one hand, condensation boilers and solar thermal systems, which feed mainly into the return, could be operated more efficiently. Furthermore, the losses in the distribution system and, due to the higher temperature spread of the heating water, the required pumping capacity decrease. Finally, the lowering of the temperature makes it easier to feed in industrial or commercial waste heat, or makes the implementation of such systems more economical, since no heat pumps must be installed to raise the temperature, resulting in more open heating grids for feeding in other decentralized heat sources.

Previous projects have mainly examined cooling the return line using various heat pump applications. Such systems are only less financially profitable, especially due to the large investment and operating. The present project accelerates a different strategy by using the existing infrastructure in the best possible way. This strategy requires that various heat transfer stations can be controlled centrally if the consumers have approved them. Due to the increasing digitization in the district heating sector, such controls will be increasingly possible in the future. The main goal of this innovative control strategy is that it has no negative effects on the security of supply for all consumers in the heating grid. Therefore, the control valve of corresponding heat transfer station is always released beforehand from the secondary side for central control.

With the authorization of valve control, the heating grid operator has the option of using the flexibility potential on the secondary side, which can be provided in the form of a buffer storage or thermal building storage mass. The heating grid operator could regulate this valve in such a way that this has a temperature-reducing effect on relevant grid areas.

Applying this solution strategy to heating grids with an increasing number of controllable heat transfer stations means that complex and computationally intensive grid simulations with solver solutions would have to be carried out in real time in parallel to grid operation. In order to avoid this, a machine learning approach is followed in Brainy Heat Grids by performing grid simulations with iterative solver solutions with the aim of lowering the system temperature at relevant grid areas. By selecting relevant variable parameters and with the help of batch simulations, the number of operating cases to be calculated with grid simulations should be minimized, so that an application in practice is also possible. In this process of

supervised learning, the system uses the solver calculation to determine when which control valve should be activated. Since the central control of the individual control valves but also the release of these control valves from the consumers essentially depends on the future heat demand, systems with heat load forecasts for the entire heating grid as well as for the corresponding consumers should be included. Here, simple heat load forecasts based on the forecast weather as well as complex machine learning approaches, which have already been described in the literature and used in practice, can be examined for the present case.

Projektkoordinator

- 4ward Energy Research GmbH

Projektpartner

- GEF Ingenieur AG
- Hoval Gesellschaft m.b.H.