

RENEWABLE ENERGY MONITORING, CONTROL AND SIMULATION FOR SMALL COMMUNITY HEATING NETWORKS (REM / REC / RES)

Evelyn LANG^{1(*)}, Stefan SPANN^{2(*)}, Manfred TRAGNER³

Problemstellung und Ausgangssituation

Nah- und Fernwärmenetze haben eine große Bandbreite an hochentwickelter Elektronik, die Fernüberwachung, -steuerung und zusätzliche Services der Wärmesysteme ermöglichen. Es gibt verschiedene Soft- und Hardwareanwendungen auf unterschiedlichen Niveaus mit verschiedenen Formaten und Schnittstellen, die ohne miteinander zu kommunizieren arbeiten.

Speziell bei kleinen Wärmenetzen (bis zu 5 MW_{th}) gibt es keine Verbindung zwischen den verschiedenen Steuer- und Regelsystemen. Es wird daher ein erhebliches Optimierungs- und Effizienzsteigerungspotenzial bei bestehenden Systemen vermutet.

Zielsetzung und Methodik

Mit Bezug auf die zuvor beschriebene Problemstellung ist das Hauptziel des Vorhabens die Überprüfung der Machbarkeit eines übergeordneten Energiemanagementsystems für kleine und mittlere Wärmenetze. Um eine Aussage darüber treffen zu können, sind folgende Schritte erforderlich:

- Analyse der vorhanden Daten und Komponenten.
- Erhebung der wesentlichen Modellierungsparameter für das Wärmesystem und für weitere Erneuerbare und Wärmequellen.
- Erarbeitung eines Simulationsmodells für ein entsprechendes Wärmenetz in Matlab/Simulink.
- Evaluierung von Effizienzsteigerungspotenzialen mit Hilfe des Simulationsmodells und Abschätzung der Integrationsmöglichkeiten weiterer erneuerbarer Wärmequellen.
- Abschätzung der Möglichkeit zur Entwicklung eines übergeordneten Energiemanagementsystems.

Ergebnisse und Erkenntnisse

Erhebung der Daten, Komponenten und Schnittstellen

Die Datenerhebung wurde an zwei ausgewählten Heizwerken des Projektpartners ASTRA BioEnergie GmbH durchgeführt. Dabei wurden die Komponenten des bestehenden Systems und mögliche Erweiterungen um vorhandene Wärmequellen untersucht. Es wurden die Komponenten dokumentiert, die Schnittstellen analysiert und die Daten ausgelesen. Die Hauptparameter des Erzeugungssystems, die Netzstrukturdaten und die Lastgänge (Erzeugung und Verbrauch) wurden ebenfalls bei den beiden Nahwärmesystemen erhoben. Für die Möglichkeit zur Erweiterung des Wärmesystems um weitere erneuerbare Wärmequellen und Speichermöglichkeiten, wurden die notwendigen Parameter durch Literaturrecherche und Herstellerbefragungen gewonnen. Zusätzlich wurden die Solarstrahlung und die Referenztemperatur (ZAMG) erhoben, um eine Abschätzung der Möglichkeit zur Integration von solarthermischen Anlagen vornehmen zu können. Die vorhandenen Daten wurden in ein weiterverarbeitbares Format gebracht und in einer Datenbank zusammengeführt.

¹ Evelyn Lang, MSc., 4ward Energy Research GmbH, Zweigstelle Graz, Reininghausstraße 13A, 8020 Graz, +43 664 88 500 35 8, evelyn.lang@4wardenergy.at, www.4wardenergy.at

² Stefan Spann, BSc., 4ward Energy Research GmbH, Zweigstelle Graz, Reininghausstraße 13A, 8020 Graz, +43 660 48 045 77, stefan.spann@4wardenergy.at, www.4wardenergy.at

³ Ing. DI Dr. Manfred Tragner, 4ward Energy Research GmbH, Tannengasse 18/6 A-1150 Wien, +43 664 88 500 33 7, manfred.tragner@4wardenergy.at, www.4wardenergy.at

Hinsichtlich der Datenmenge kann für kleinere und mittlere Wärmenetze von etwa 285 Sensoren (Erzeugung, Netz und Verbraucher) ausgegangen werden. Bei minutengenauer Aufzeichnung ergibt dies ca. 40.000 Werte pro Tag und hochgerechnet für ein Jahr, kann von einem Datenvolumen von ca. 150 Mio. Messwerten für eine Anlage gesprochen werden. Um die Probleme der Datenmengen, der unterschiedlichen Zeitauflösungen und der Fehlerwerte zu lösen, wurde ein relationales Datenmodell für die Archivierung und Auswertung der Messdaten entwickelt. Für das Projekt wird ein Softwaretool (ASREM) bereitgestellt, welches den Datenimport, die Datenüberprüfung und die Generierung von Analysevektoren für eine beliebige Anzahl von Heizwerken und den dazugehörigen Nahwärmeverteilernetzen mit den Verbrauchern erlaubt. Das Tool ist darüber hinaus dazu geeignet, die erforderlichen Informationen für die Meilensteine aus QM-Heizwerke zu liefern, sowie grafische Auswertungen der importierten Daten zur Verfügung zu stellen. Die Rohdaten stehen zur Kontrolle in der Datenbank unverändert zur Verfügung.

Im Zuge der Datenanalyse wurde ersichtlich, dass in der Datenerhebung und –aufzeichnung der Heizwerke Messfehler vorkommen, die für die Simulation bereinigt werden müssen und die in weiterer Folge für ein entsprechendes Echtzeitoptimierungstool erkennbar und handhabbar sein müssen. Dieser Umstand wurde bei der Simulation berücksichtigt und die Arbeiten entsprechend angepasst.

Modellbildung und Simulation

Basierend auf den vorhandenen Daten und den erarbeiteten mathematischen und funktionellen Zusammenhängen des Systems, wurde das Modell für ein Referenzheizwerk in MATLAB/Simulink erstellt. Dabei erfolgte zunächst eine separate Betrachtung der Erzeuger- und Verbraucherseite, wobei das Modell grundsätzlich in einzelne Blöcke z.B. Kessel, Speicher usw. gegliedert ist. In weiterer Folge wurden die einzelnen Komponenten zu einem Gesamtsystem zusammengeführt.

Bei der Simulation des Gesamtnetzes wurden drei unterschiedliche Szenarien berechnet. Einerseits wurde durch Veränderung und Anpassung von einstellbaren Parametern versucht, eine Verbesserung der Gesamteffizienz des Wärmesystems zu erreichen (Szenario A). In einem zweiten Szenario wurden die Auswirkungen der Integration einer solarthermischen Anlage (308 m² Kollektorfläche), deren produzierte Wärme in den Netzurücklauf eingespeist wird, betrachtet, mit dem Sinn, das nachhaltige Optimum für das Wärmenetz zu finden (Szenario B). Ein drittes Szenario berechnet die Auswirkungen der Kombination aus Optimierung und Integration einer zusätzlichen Wärmequelle (Szenario C). Anhand der Ergebnisse der unterschiedlichen Szenarien, konnten die zu erwartenden Systemkosten und möglichen Einsparungen (Brennstoff, Strom, CO₂-Emissionen) bestimmt werden.

Auf Basis der erhaltenen Ergebnisse kann auf Grund der zu erwartenden Systemkosten eines übergeordneten Energiemanagementsystems und der erzielbaren Einsparungen, von einer Amortisationszeit von knapp 19 Jahren ausgegangen werden. Der Nutzen einer Implementierung eines übergeordneten Energiemanagement-Tools erscheint daher, unter den gegebenen bzw. angenommenen Rahmenbedingungen, für kleine und mittlere Wärmenetze zu gering, im Vergleich zum (finanziellen) Aufwand.

Ausblick

Das Optimierungspotenzial kann als weitaus größer eingeschätzt werden, da für das Referenzheizwerk die Daten hinsichtlich weiterer Optimierungsmöglichkeiten (Kesselschaltung, Leistungsregelung, etc.) nicht zur Verfügung standen und daher diesbezüglich weitere Untersuchungen durchgeführt werden müssen.

Ebenso ist eine Erweiterung des Import- und Analysetools, z.B. Abbildung der Topologie des Nahwärmenetzes, Erfassung informeller Daten, sowie Interaktionen im Betrieb und Einbau zusätzlicher Sensoren im System (z.B. Brennstoffmenge, Heizwert, Pumpendrehzahl, usw.), geplant.

Durch weitere Untersuchungen und Adaptierungen des Modells können mit Sicherheit zusätzliche Einsparungspotenziale identifiziert und Schritte hinsichtlich der Entwicklung und Implementierung eines übergeordneten Energiemanagementsystems für kleine und mittlere Wärmenetze gesetzt werden.