Digitale Zwillinge von Wärmenetzen und deren Einsatz in der Praxis

Sektorkopplung und Flexibilität (Themenbereich 3)

Markus RABENSTEINER[[1]](#footnote-1)(1), Günther HOLZER(2), Ziad AOUN(3)

(1)4ward Energy Research GmbH, (2)Prozess Optimal CAP GmbH, (3)GEF Ingenieur AG

Motivation und zentrale Fragestellung

Durch die Neufassung der „EU-Erneuerbaren-Richtlinie“ sind Wärmenetzbetreiber zukünftig gefordert die Auslastung ihres Wärmenetzes im Detail zu kennen, und auf dieser Basis Entscheidungen darüber zu treffen, ob und unter welchen Umständen eine Absenkung der Netztemperatur möglich ist, sowie ob und wann dezentrale Anlagen Wärme in das Wärmenetz einspeisen dürfen. In der Praxis sind detaillierte Netzdaten aber oft nicht vorhanden und daher Aussagen dazu schwer zu treffen. Als Werkzeug zur Entscheidungsfindung wird daher ein neuer, besonders kostengünstiger Ansatz mit Soft-Sensoren verwendet. Dieser kann auch bei einer unzureichenden Datenlage, eine rasche und detaillierte Untersuchung des Wärmenetzes ermöglichen.

Methodische Vorgangsweise

Die Modellstrukturierung, -identifizierung und -evaluierung des Wärmenetzes wurde mit Python sowie mit der Prozesssoftware Aspen HYSIS durchgeführt. Mit dem pressure flow solver besteht eine erweiterte Methode zur dynamischen Berechnung des Druck- und Durchflussprofils. Nahezu jede Grundoperation im Fließbild kann dabei als Holdup oder Träger von Material (Druck) und Energie betrachtet werden. Ein Netzwerk von Druckknoten kann über den gesamten Simulationsfall hinweg konzipiert werden. Der Solver berücksichtigt die Integration von Druckflussbilanzen im Fließbild. Es gibt zwei Grundgleichungen, die den größten Teil des Druckflussnetzwerks definieren. Diese Gleichungen enthalten nur Druck und Durchfluss als Variablen:

* Widerstandsgleichungen definieren den Durchfluss zwischen den Druck-Holdups
* Volumenbilanzgleichungen definieren die Materialbilanz bei den Druck-Holdups

Mit dieser Methodik kann ein mittelgroßes Wärmenetz auf einem durchschnittlich leistungsfähigen Notebook mit einem vertretbaren Zeitaufwand dynamisch berechnet werden. Jedes Einspeise- und Entnahme-Szenario kann hinsichtlich der Netzbelastung an jedem Punkt des Netzes rasch vorausberechnet werden, wodurch eine ideale Voraussetzung für die Senkung der Netztemperatur, aber auch für die Regelung von dezentralen Prosumern (z. B. Solarthermie) oder dezentralen Wärmequellen besteht.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In Python sowie in Aspen HYSIS wurde ein Digitaler Zwilling eines realen Wärmenetzes erzeugt. Die installierte Messinfrastruktur und das Leitsystem in diesem Wärmenetz ermöglichen eine detaillierte Modellvalidierung, da Messdaten beinahe aller Abnehmer und Einspeiser in Echtzeit vorhanden sind. Durch Datenmanipulation können verschiedene Szenarien der Qualität der Messdatenerfassung sowie von Systemausfällen durchgespielt werden. Die Modelle arbeiteten transient, so dass, vor allem das Modell in Python durch angepasste Schnittstellen (zurzeit OPC UA), einfach in das Leitsystem des Wärmenetzes integriert werden kann. Dadurch können in Echtzeit ineffiziente Betriebsweisen und Ausfälle aufgezeigt und diese Information dem Wärmenetzbetreiber verständlich weitergegeben werden.

Die Modelle wurden anhand der vorhandenen Messdaten bestmöglich thermisch als auch hydraulisch validiert. Durch das Schließen von Volumenstrom- und Energiebilanz und unter Zuhilfenahme von Standardlastgängen sowie durch Methoden des Maschinellen Lernens werden etwaige Messausfälle, oder noch nicht an das Leitsystem angeschlossene Abnehmer bestmöglich berücksichtigt – Fälle welche in der Praxis, vor allem bei im Aufbau befindlichen Wärmenetzen, sehr häufig vorkommen. Die Modelle zielen darauf ab, immer mit der bestmöglichen aktuellen vorhandenen Datenlage zu arbeiten. Weiters wurden die transienten Modelle mit einem Modell in der statisch rechnenden Simulationssoftware STANET verglichen.

1. Reininghausstraße 13A, 8020 Graz, +43 664 88251830, markus.rabensteiner@4wardenergy.at, www.4wardenergy.at [↑](#footnote-ref-1)