

ENERGYSIMCITY: MODELLIERUNG URBANER ENERGIESYSTEME

Gerald SCHWEIGER¹, Thomas MACH², Peter NAGELER²,
 Christian FINK¹, Ingo LEUSBROCK¹

Einleitung

Unsere Städte sind im Wandel; steigende Anforderungen an Klimaschutz und Ressourceneinsparung setzen Politik und Energieversorger zunehmend unter Druck, unsere Energieversorgung nachhaltig zu gestalten. Bisher konnte weder ein einzelner Energieträger, noch eine einzelne Technologie als alleinige Lösung einer nachhaltigen Energieversorgung identifiziert werden. Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass eine Kombination mehrerer, aufeinander abgestimmter Technologien sowie die Kopplung verschiedener Sektoren vielversprechend ist [1], [2]. Dies stellt Planer und Investoren energietechnischer Infrastruktur vor enorme Herausforderungen, insbesondere da die Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme oftmals deutlich komplexer sind als existierende Systeme.

Methode

Im Zuge des laufenden Research Studio Austria – EnergySimCity (2014 bis 2018), wurden die grundlegenden Anforderungen an eine zukunftsfähige Energiesystemplanung durch die vier Anforderungen „intersektoral“, „dynamisch“, „interaktiv“ und „intermodular“ definiert (Abbildung 1).

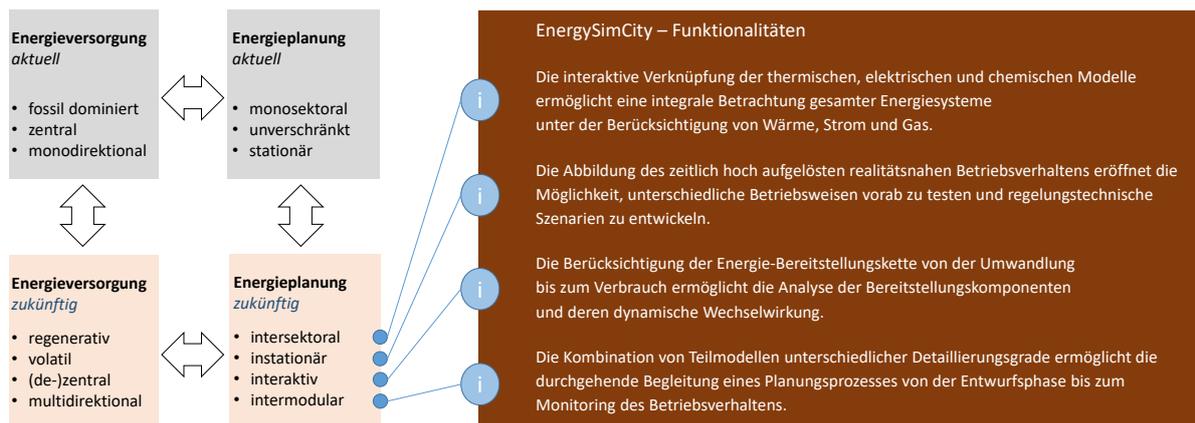
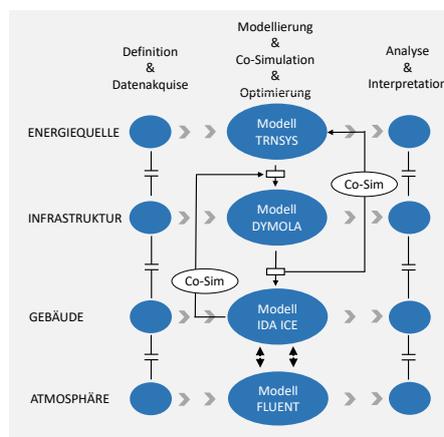


Abbildung 1: Aktuelle u. zukünftige Energieversorgung und deren Anforderungen an die Energieplanung



Die vier Modellierungsdomänen sind: Energiequelle, Infrastruktur, Gebäude und Atmosphäre (Abbildung 2). Klassisch werden Systeme in einem einzelnen Tool modelliert (monolithische Simulation). Neben vielen Vorteilen wie Stabilität, Fehlerabschätzung, etc. haben monolithische Ansätze auch Nachteile. Komplexe Systeme sind meistens in mehrere Submodelle gegliedert, die jeweils in unterschiedlichen Teams entwickelt werden. Diese Programme sind meistens speziell auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt. Co-Simulation bezeichnet die Simulation von Systemen, die zumindest aus zwei Subsystemen bestehen, die (i) in unterschiedlichen Programmen implementiert sind und (ii) gemeinsam ein (gekoppeltes) algebraisches Differentialgleichungssystem bilden [3].

Abbildung 2: Gekoppelte Modellierungsdomänen

¹ AEE INTEC - Institut für Nachhaltige Technologien, Feldgasse 19, 8200 Gleisdorf, Tel.: +43 3112 5886-0, Fax: +43 3112 5886-18, g.schweiger@aee.at, www.aee-intec.at

² Technische Universität Graz, Institut für Wärmetechnik, Inffeldgasse 25/B, 8010 Graz, {thomas.mach|peter.nageler}@tugraz.at, www.iwt.tugraz.at

In der Plattform EnergySimCity werden die Gebäude in IDA ICE, netzgebundene Energieversorgungssysteme in Modelica, Erzeugungsanlagen und Speicher in TRNSYS und Modelica sowie atmosphärische Modelle in Fluent modelliert. Je nach Anwendung werden einzelne Programme in BCVTB oder via Functional Mockup Units gekoppelt [3]. Die in diesem Paper präsentierte Fallstudie wird in der akausalen, gleichungsbasierten Sprache Modelica modelliert. Modellentwicklungen sowie Möglichkeiten und Einschränkungen von gleichungsbasierten Modellierungsansätzen im Bereich Simulation und dynamischer Optimierung werden in [4] diskutiert.

Fallstudie

Wir präsentieren eine Fallstudie, welche die Möglichkeiten der Plattform EnergySimCity im Bereich der dynamischen domainübergreifenden Simulation aufzeigt. Ein typisches urbanes Energiesystem wurde adaptiert, um die zukünftigen Herausforderungen an die Simulation zu testen (3): Eine Power-to-Heat Anlage wurde integriert, welche die Rücklaufemperatur des Fernwärmenetzes erhöht (Abbildung 4) und sehr schnell auf Überschüsse im elektrischen Netz reagieren kann; der Energieinhalt des Power-to-Heat Speichers ist in 5 dargestellt. Eine dezentrale Top Unit wurde integriert, um eine Temperaturwelle zu simulieren (Abbildung 6). Des Weiteren wurden mehrere kleine dezentrale Solaranlagen (sogenannte Prosumer) sowie eine große dezentrale Solaranlage integriert, welche in das Fernwärmenetz einspeisen. Insgesamt nehmen mit diesen Änderungen die Dynamiken im gesamten System zu.

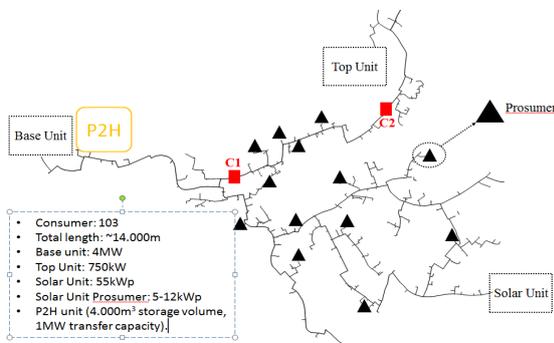


Abbildung 3: Adaptiertes urbanes Energiesystem

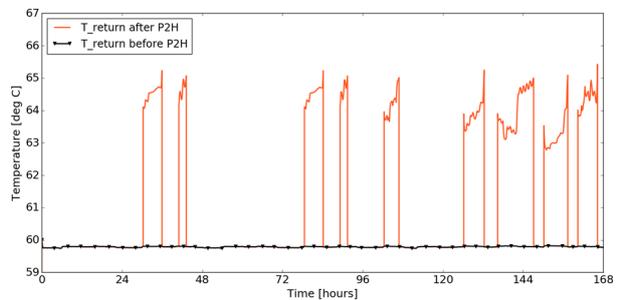


Abbildung 4: Power-to-Heat Anlage erhöht bei Bedarf die Rücklaufemperatur

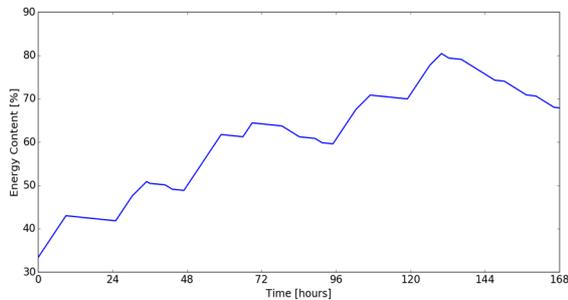


Abbildung 5: Energieinhalt der Power-to-Heat Anlage

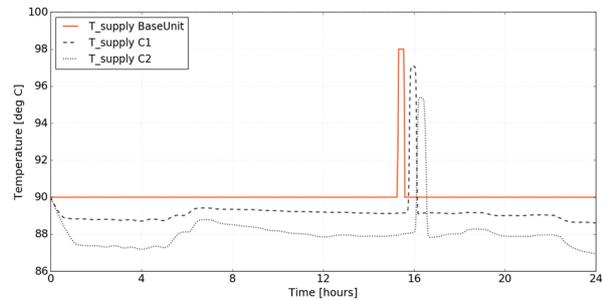


Abbildung 6: Temperaturwelle durch das Fernwärmenetz

Literatur

- [1] H. Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems," Energy, 2014.
- [2] G. Schweiger, J. Rantzer, K. Ericsson, and P. Lauenburg, "The potential of power-to-heat in Swedish district heating systems," Energy, 2017.
- [3] C. Gomes, C. Thule, D. Broman, P. Gorm Larsen, and H. Vangheluwe, "Co-simulation: State of the art," 2017.
- [4] G. Schweiger, P.-O. Larsson, F. Magnusson, P. Lauenburg, and S. Velut, "District heating and cooling systems - Framework for Modelica-based simulation and dynamic optimization," Energy, 2017.