

Neues System Control Lab für die Integration und Automatisierung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich

Für die Optimierung von Heizsystemen

Im Jahre 2010 wurde in der Schweiz über ein Drittel (1) der gesamthaft verbrauchten Energie für das Heizen von Gebäuden aufgewendet. Im Kontext von Energieeffizienz und zukünftiger Energieversorgung bietet deshalb der Betrieb von Gebäuden ein grosses Einsparpotenzial.

Fachhochschule Nordwestschweiz

Um die Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet voranzutreiben, entsteht in Muttenz an der FHNW in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik und der Hochschule für Technik eine flexible Testplattform für Anwendungen in der Gebäude-, Fassaden- und Energietechnik. Ziele sind dabei die Optimierung von Heizsystemen mit mehreren Wärmeerzeugern, die Prüfung der Interaktion von Fassade, Raum und Licht sowie Tests zur Nutzung von alternativen Energieträgern.

Zusammenspiel der Komponenten optimieren

Die einzelnen Komponenten wie Wärmepumpe oder Sonnenkollektor sind heute schon sehr stark optimiert. Hingegen gibt es beim Zusammenspiel dieser Komponenten noch einigen Aufholbedarf. Untersuchungen von Herstellern haben gezeigt, dass mehr als die Hälfte der installierten Systeme nicht optimal eingestellt sind und somit auch nicht an ihrem Effizienzmaximum arbeiten. Häufig hat der Installateur nicht genügend Zeit oder Know-how, um die Pa-

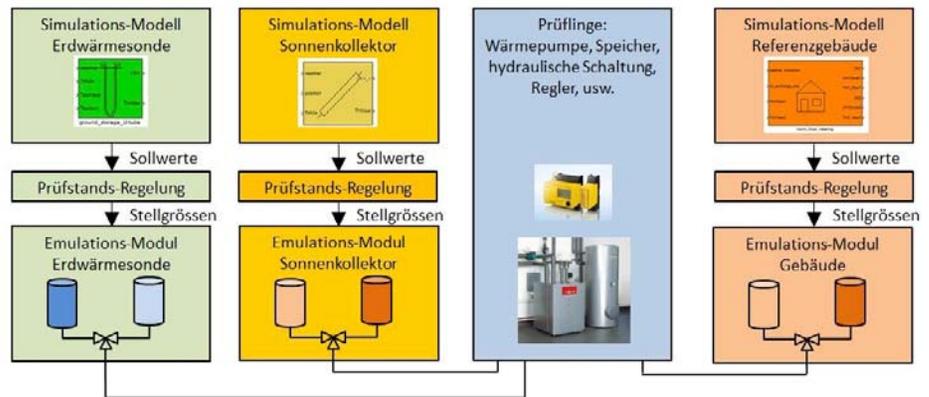


Abbildung 1: Schema des dynamischen Prüfstandes. Hinter jeder virtuellen Komponente steht ein Simulationsmodell mit zugehörigem Emulationsmodul. Die Prüflinge können gemäss Wunsch des Herstellers eingebaut werden (hier Beispiele).

rameter der Regler richtig anzupassen. Mithilfe des System Control Labs (SCL) kann das dynamische Zusammenwirken von verschiedenen Komponenten wie Wärmepumpen mit neuartigen Wärmequellen, Solarthermie oder Speichersystemen im kontrollierten Umfeld untersucht werden. Man hat so den Vorteil, verschiedene Systemkombinationen und Einstellungen unter exakt den

gleichen Bedingungen miteinander vergleichen zu können. In einem realen Gebäude ist diese Reproduzierbarkeit aufgrund von veränderlichem Benutzerverhalten und von Jahr zu Jahr variierenden Umgebungsbedingungen nicht gegeben.

Simulation durch Referenz-Modelle

Im SCL wird die Reproduzierbarkeit durch virtuelle, simulierbare Komponenten ermöglicht. Dazu gehören Energiequellen sowie Lasten. Das Verhalten von Erdwärmesonden, Solarkollektoren und Häusern mit verschiedenen Wärmeverteilsystemen wird durch validierte Referenz-Modelle simuliert. Anhand dieser Modelle können die real vorhandenen Prüflinge wie Wärmepumpen, Speichersysteme, verschiedene hydraulische Schaltungen sowie Regelstrategien systematisch untersucht werden. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der grossen Flexibilität. So besteht zum Beispiel die Möglichkeit, Jahresverläufe mit Wetterdaten stark beschleunigt ablaufen zu lassen oder verschiedene Typen bzw. Dimensionierungen von Sonnenkollektoren auf einfache Weise zu testen. Es können z.B. neuartige Systeme wie Hybridkollektoren oder Kombinationen von Sonnenkollektoren mit

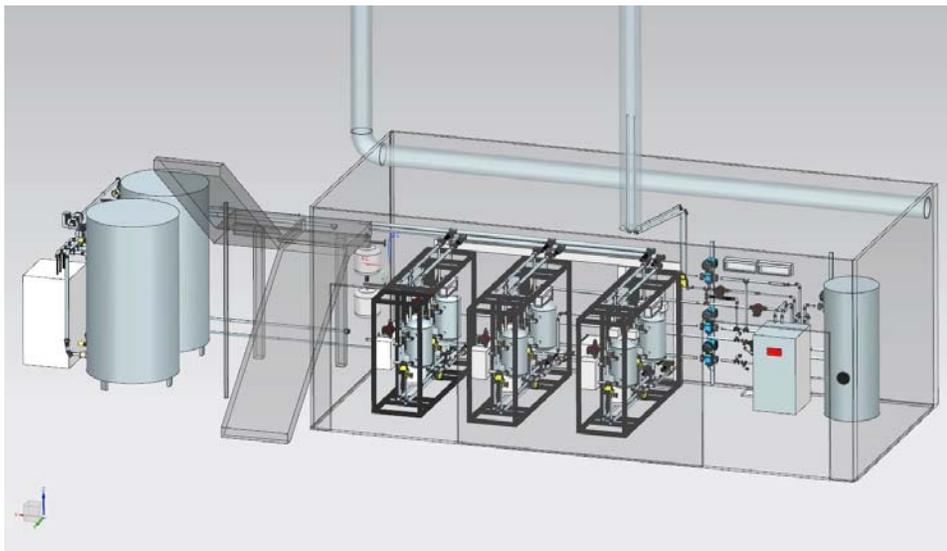


Abbildung 2: Gesamtansicht im CAD. In der Bildmitte sind die Emulationsmodule angeordnet, rechts die Prüflinge, links das Medienaufbereitungs-System mit externer Wärmepumpe (Grafik: C. Messmer)

regenerativen Erdwärmesonden untersucht werden.

Hinter jeder virtuellen Komponente steht ein Emulationsmodul, das im Wesentlichen aus zwei Speichertanks auf unterschiedlichen Temperaturniveaus besteht (Abbildung 1).

Mit relativ kleinen Tankvolumina und einem schnellen Mischventil dazwischen können praktisch beliebige Zeitkonstanten gefahren werden (Abbildung 3). Im Gegensatz zu konventionellen Prüfständen mit grossen Tanks werden hier die Temperaturniveaus der kleinen Tanks dynamisch gefahren, womit das zeitliche Verhalten realitätsgetreu abgebildet werden kann. Die Prüflinge können herstellereigentlich gewählt und verschaltet werden (Abbildung 2, rechts)

Die Emulations-Software sowie die regeltechnische Umsetzung am Prüfstand wurden im Rahmen einer Bachelorarbeit von Dominic Jurt erstellt. Er hat den Studiengang Systemtechnik an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) erfolgreich abgeschlossen. Zur Implementierung wurde die Simulationsumgebung MATLAB/Simulink[®] zusammen mit dem Echtzeitsystem xPC Target und der Carnot-Toolbox[®] für thermodynamische Gebäudesimulationen verwendet. Die Kommunikation mit der Anlage erfolgt über einen CAN-Bus.

Testmöglichkeit für die Industrie

Durch die hohe Flexibilität des modularen Aufbaus entsteht für die Industrie eine interessante Plattform, um neue Komponenten und Konfigurationen unter realen, reproduzierbaren Bedingungen zu testen. Die FHNW führt im SCL bereits Forschungsprojekte zusammen mit Industriepartnern durch, gefördert durch die Kommission für Technologie und Innovation (KTI) und das Bundesamt für Energie (BFE). Damit werden aktuelle Probleme der Energieeffizienz in Gebäuden angegangen, welche in Ergebnisse und Produkte für den Markt einfließen. Daneben stellt das SCL auch eine ideale Plattform für Studierende der FHNW dar, um Lerninhalte praxisnah zu erleben.

In naher Zukunft soll das bestehende Labor in ein eigenes Gebäude integriert werden und mit einem Aussenlabor erweitert werden. Dieses ermöglicht Messungen für verschiedene Fragestellungen im Zusammenhang mit den Wechselwirkungen zwischen Solarenergie, Fassade, Raum und technischen Komponenten. Damit sollen In-



Abbildung 3: Emulationsmodule für Sonnenkollektor (Vordergrund), Erdwärmesonde und Gebäude. Pro Modul sind jeweils zwei Speicher vorhanden, welche mit Wärmeübertragern, Zusatzheizungen und Mischventilen dynamisch geregelt werden (Foto: C. Messmer)

tegrations- und Automatisierungslösungen für moderne Gebäude der Zukunft entwickelt werden. ■

Literaturverzeichnis

Huber und Schuler, 1997: Berechnungsmodul für Erdwärmesonden, Schlussbericht, Forschungsprogramm UAW, Bundesamt für Energie (BFE), Bern, 1997.

Isakson, 1991: Matched Flow Solar Collector Model for TRNSYS Users and Programmers, 1991.

Dott et al.: The Reference Framework for System Simulations of the IEA SHC Task 44/HPP Annex 38, Part B: Buil-

dings and Space Heat Load, technical report, Muttenez, 2012.

Kontakt

Prüfstand: Prof. Dr. Th. Afjei, Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW Institut für Energie am Bau thomas.afjei@fhnw.ch

Automatisierung: Prof. Dr. D. Zogg, Hochschule für Technik FHNW Institut für Automation david.zogg@fhnw.ch ■

(1) Quelle: BFE, Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2010 nach Verwendungszwecken

Technische Daten des Prüfstandes

Leistungsbereich	bis 16 kW thermisch
Fördermengen	bis 6000 Liter/h
Temperaturbereiche:	
– Erdwärmesonde	–10 ... 10 °C
– Solar-Kollektor	30 ... 95 °C
– Heizsystem	35 ... 55 °C
– Warmwasser	20 ... 65 °C (höhere Temperaturen in Vorbereitung)
Echtzeit-Simulation	MATLAB/Simulink/xPC Target
Visualisierung und Steuerung	LabVIEW
Bus-Systeme	Prüfstand: CAN-Einbindung Komponenten: BACnet, LON, weitere (in Vorbereitung).
Messgrössen	Temperaturen, Drücke, Durchflüsse, Leistungen (etwa 100 Signale) kalibriert und protokolliert, erweiterbar.
Emulationsmodule	Aktuell 3 Module (erweiterbar): Erdwärmesonde (Huber und Schuler, 1997), Sonnenkollektor (Isakson 1991), Gebäude (Dott et al., 2012).
Hersteller-Komponenten (Prüflinge)	Folgende Komponenten können von den Herstellern getestet werden (Beispiele): Wärmepumpen, Sonnenkollektoren, Photovoltaik, Speicher, integrierte Systeme, beliebige hydraulische Schaltungen, Steuerungen, Komponenten der Gebäudeautomation.