

Prädiktive Gebäudeautomation – Forschungsergebnisse im Praxistest  
Fachveranstaltung in Allschwil, Donnerstag 20. September 2012

## Medienmitteilung

# Wissenschaftlicher Praxistest bestätigt die Wirksamkeit innovativer Regelstrategien

**Allschwil, 20. September 2012.** Im Rahmen des Projekts OptiControl forschen ETH Zürich, Siemens Schweiz und die Gruner AG zusammen mit EMPA und Me-teo Schweiz und unterstützt von swisselectric research und dem Competence Center Energy and Mobility an Lösungen für die gewerkübergreifende, vorausschauende Klimaregelung von Gebäuden. Seit Herbst 2011 werden die gewonnenen theoretischen Erkenntnisse an einem typischen Bürogebäude der Firma Actelion in Allschwil bei Basel praktisch erprobt. Erste Ergebnisse zeigen, dass die neuen Regelstrategien eine robustere und energieeffizientere Regelung ermöglichen – bei gleichzeitig hohem Komfortlevel für die Gebäudenutzer.

Das Ziel der prädiktiven Gebäudeautomation ist die optimale Regelung aller Gewerke mittels Vorhersagen von steuerungsrelevanten Grössen, wie zum Beispiel der Witterung oder der Raumbelugung. Das Projekt OptiControl kombiniert die neusten Entwicklungen auf dem Gebiet der Gebäudetechnologie, der Wettervorhersage und der Regelungstechnik. Untersucht werden prädiktive regelbasierte, sowie modellprädiktive Regelstrategien. Das eingeschlagene Vorgehen beinhaltet Modellierung und Simulation, Tests und Messungen an einem repräsentativen Gebäude sowie Befragungen des Betreibers und der Nutzer.

## Wissenschaftliches Vorgehen

In Phase I des Projekts wurden anhand von Computersimulationen neue, prädiktive Regelstrategien entwickelt. Dabei fokussierten die Projektpartner auf die sogenannte integrierte Raumautomation, welche die gesamtheitliche Regelung von Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung und Beschattung einzelner Gebäudezonen ermöglicht.

In Phase II erprobt man seit Herbst 2011 die gewonnenen Erkenntnisse aus Phase I in einem bestehenden Bürogebäude. Zu diesem Zweck wurde ein Gebäude der Firma Actelion in Allschwil bei Basel mit zusätzlicher Sensorik ausgestattet, welche alle wichtigen Parameter bezüglich Energie, Komfort und Anlagenbetrieb erfasst: vom elektrischen und thermischen Energieverbrauch über die Raumtemperatur und Helligkeit, CO<sub>2</sub>-Konzentration, relative Feuchte und geöffnete Fenster bis hin zur Anwesenheit von Raumnutzern. Nebst der direkten Auswertung werden die gewonnenen Messdaten mit Hilfe ausführlicher dynamischer Gebäudesimulationen interpretiert.

Die Messungen aus dem Gebäude sowie die einzelnen Automations- und Regelungsaufgaben werden in eine neue, übergeordnete Regelstrategie eingebunden. Letztere koordiniert das Zusammenspiel aller Komponenten unter Beachtung der vorgegebenen Ziele für den Nutzerkomfort, den Energieverbrauch und die Kosten. Dabei werden unter anderem das thermische Verhalten des Gebäudes, die internen Lasten sowie Wettervorhersagen von Meteo Schweiz berücksichtigt.

### **Energie- und Kosteneinsparungen von 10 bis 15 Prozent**

Die Anwendung der prädiktiven regelbasierten Regelung (RBC) und der modellprädiktiven Regelung (MPC) wurden am Actelion-Gebäude erfolgreich demonstriert. Das gewählte Konzept einer hierarchischen Regelung hat sich in der Praxis bewährt. Dabei gibt eine übergeordnete, vorausschauende Regelstrategie die Randbedingungen in Form von Betriebsarten und Sollwerten für die untergelagerte Regelung vor.

Die neu entwickelten vorausschauenden RBC-Strategien sind vollautomatisch und lassen sich einfach durch den Anlagenbetreuer bedienen. Die Einstellungen dieser überlagerten Strategien sind für den Nutzer einfach zu finden, und ein Vorgehen für die Erstparametrierung und die Betriebsoptimierung ist klar definiert. Die Ersparnis an Primärenergie und monetären Kosten für die fünf Bürogeschosse des Actelion-Gebäudes dank des Einsatzes der fortgeschrittenen RBC-Strategien wird im Vergleich zu einer Standardregelung auf ca. 10 bis 15 Prozent geschätzt.

Die MPC-Regelung basiert auf einer in regelmässigen Zeitabständen (zum Beispiel alle 15 Minuten) automatisch durchgeführten mathematischen Optimierung, bei der das thermische Verhalten des Gebäudes mithilfe eines dynamischen Modells einbezogen wird. Die Erstellung eines passenden Modells stellt zur Zeit noch die grösste

Herausforderung dar. Es besteht ein semi-automatisiertes Verfahren, bei dem in einem ersten Schritt das thermische Gebäudemodell aus Geometrie- und Konstruktionsdaten generiert wird. In weiteren Schritten werden Untermodelle für die gebäudetechnischen Anlagen, die witterungsbedingten Energieflüsse und die internen Lasten hinzugefügt. Durch die Bereitstellung vordefinierter Module (zum Beispiel für thermoaktive Bauteilsysteme, Lüftungsanlage, Energierückgewinnung) und statistischer Verfahren (zum Beispiel zur Bestimmung der solaren Wärmeflüsse durch die Fenster) kann der Aufwand reduziert werden. Erste Simulationsstudien legen nahe, dass die erreichbaren Energie- und Kostenersparnisse durch MPC für das vorliegende Gebäude mindestens denen der fortgeschrittenen RBC-Strategie entsprechen.

### **Gebäudebetreiber hat eine zentrale Rolle**

Neben dem Gesamtenergieverbrauch werden die neuen Regelstrategien auch auf ihre Wirksamkeit im Hinblick auf finanzielle Kosten, Benutzerkomfort, Bedarfsspitzen und die Akzeptanz durch die Technikverantwortlichen und Gebäudenutzer geprüft. Die Zusammenarbeit mit Besitzer und Betreiber vom ersten Moment an ist für die Optimierung eines Gebäudes äusserst wichtig. Im Falle des Demonstratorgebäudes war der Besitzer Actelion bereit, verschiedentlich in das Forschungsprojekt zu investieren: Ausbau und Wartung der gebäudetechnischen Anlagen, Koordination mit internen betrieblichen Abläufen, Besprechungen vor Ort und extern, Sichtung und Erstellung von Dokumentationen, Umsetzung der Nutzerumfragen, interne Kommunikation, Zugang zu den Räumlichkeiten auch ausserhalb der Arbeitszeiten etc.

Im Rahmen der Zusammenarbeit im Demonstratorgebäude wurde deutlich, dass ein schnelles und sicheres Erkennen von Fehlern und Optimierungspotentialen nur durch ein geeignetes Monitoring inklusive eventueller Zusatzinstrumentierung möglich ist. Ein Monitoring der Anlage ist somit der erste notwendige Schritt bei der Anlagenoptimierung. Ist eine erste klassische Anlagenoptimierung gemacht, lässt sich durch einen Ausbau mit einfachen regelbasierten (ev. vorausschauenden) Strategien ein weiterer Schritt zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Behaglichkeit realisieren.

Nicht nur die technischen Verantwortlichen sind mit den neuen Regelstrategien zufrieden, auch die webbasierte Befragung bei den Gebäudenutzern hat ergeben, dass diese mit den klimatischen Bedingungen an ihrem Arbeitsplatz nach wie vor äusserst zufrieden sind.

### **Mittel- und langfristige Umsetzung**

Einige der geprüften RBC-Lösungen finden Eingang in Standardanwendungen von Siemens-Produkten, zum Beispiel für die Regelung thermoaktiver Bauteilsysteme oder die integrierte Einzelraumregelung. Modellprädiktive, integrierte Regelungen könnten sich für selektive Anwendungen durchsetzen. Dazu sind jedoch weitere Entwicklungsarbeiten und zusätzliche Erfahrung mit weiteren Objekten notwendig. Für die Integration vorausschauender Regelstrategien in massentaugliche Gebäudeautomationsprodukte braucht es zudem internationale Standards für die Vorhersagedaten (Wetterdaten, Energiepreise etc.).

Die Ergebnisse des Praxistests bei Actelion zeigen, dass sich die Umsetzung innovativer Regelungskonzepte bereits auf die Planungsphase von Gebäuden auswirken muss. Dabei gilt es, die Gebäudeleittechnik, Sensoren, Aktuatoren und die Regelung optimal auf das Gebäude abzustimmen. In diesem Zusammenhang stellen Modellierung und Simulation unentbehrliche Hilfsmittel für die Planung und Qualitätssicherung dar. So kann zum Beispiel die Regelung im Modell getestet werden, bevor sie im realen Gebäude zur Anwendung gelangt. Später können das Gebäude und dessen Modell parallel betrieben werden, um sie gegenseitig zu überprüfen und Optimierungspotentiale oder Fehlfunktionen zu erkennen. Das entsprechende Wissen muss bei Planern und Ingenieuren erst noch aufgebaut werden.

Die Tests am OptiControl-Demonstrator laufen bis zum März 2013. Der Schlussbericht wird im April 2013 erwartet.

### **Weitere Informationen**

Dr. Dimitrios Gyalistras, Projektleiter OptiControl, Institut für Automatik, ETH Zürich  
Tel: +41 78 602 54 09, Email: [gyalistras@control.ee.ethz.ch](mailto:gyalistras@control.ee.ethz.ch)