

# Neues Hirn für alte Häuser

**Intelligente Gebäude blicken in die Zukunft und sparen so viel Energie. Sie wissen, wie das Wetter wird, und passen Beleuchtung, Heizung, Kühlung, Lüftung und Beschattung optimal an. Ingenieure aus Forschung und Industrie haben dafür neue Algorithmen entwickelt; nun werden sie in einem Feldversuch getestet.**

Samuel Schläfli

Egal, ob mitten in der Stadt, in der Agglomeration oder auf dem Land – überall schossen in den vergangenen Jahren Bürotürme aus dem Boden. Mit ihren spiegelglatten Fensterfassaden sind sie schick und befriedigen unseren unstillbaren Hunger nach Sonnenlicht. Für Gebäudebetreiber sind sie indes oft ein Albtraum, besonders wenn die Fassade stundenlang dem gleissenden Sonnenlicht ausgesetzt ist. Bei mangelhafter Beschattung kommt die Gebäuderegulierung mit dem Kühlen nicht mehr nach; die Mitarbeiter reissen die Fenster auf, woraufhin die Regelung vollends versagt. Am Ende muss ein Gebäudetechniker das Haus manuell und mit zusätzlichem Energieaufwand wieder auf Kurs bringen.

## Fragmentierte Planung

«Nicht selten dauert es bei modernen Bürogebäuden ein bis zwei Jahre, bis der angestrebte Komfort und Energieverbrauch eingestellt sind», erzählt Dimitrios Gyalistras, Projektleiter am Institut für Automatik der ETH Zürich. Und er fügt an: «Architekten und Gebäudetechniker reden zu wenig miteinander – deshalb sind Hülle und Innenleben oft mangelhaft aufeinander abgestimmt.» Gleichzeitig führt die Fragmentierung in der Baubranche dazu, dass zum Beispiel Heizungs-, Kühlungs- und Belüftungssysteme unabhängig voneinander programmiert werden. Das hat zur Folge, dass die bei der Planung definierten

Energiekennzahlen nicht eingehalten werden und die Energiekosten wesentlich höher ausfallen als geplant. Kein Wunder: Alleine 40 bis 60 Prozent der gesamten Gebäude-Energiekosten verursachen gebäudetechnische Anlagen.

Gyalistras ist überzeugt, dass der Betrieb der meisten bestehenden Bauten mit einer intelligenteren Gebäuderegulierung wesentlich sparsamer und mit weniger mühsamen, manuellen Eingriffen möglich wäre. «Die IT-Revolution und standardisierte Protokolle für die Gebäudeautomation eröffnen uns komplett neue Möglichkeiten bei der integrierten Simulation und Regelung des Gebäudeklimas.» Seine Vision: Ein zentraler Computer – das eigentliche «Hirn» des Gebäudes – dirigiert Beleuchtung, Heizung, Kühlung, Lüftung und Jalousien auf ein energetisches und finanzielles Optimum hin – und dies ohne Komforteinbusse. An dieser Vision arbeitet Gyalistras seit Mai 2007 zusammen mit 18 Forschern und Entwicklern. Beteiligt sind die ETH Zürich, die EMPA, die Siemens-Division Building Technologies, das Planungsbüro Gruner AG und Meteo Schweiz. Gemeinsam entwickelten sie im Projekt «OptiControl» Regelungsstrategien, mit welchen drei zentrale Aspekte der Gebäuderegulierung optimal aufeinander abgestimmt werden können: der Energieverbrauch, der Komfort und der Energie-Spitzenbedarf unter Berücksichtigung der aktuellen Strompreise.

Einsparmöglichkeiten gibt es viele, zum Beispiel beim Temperatur-Komfortband: Wieso muss die Gebäude-Innentemperatur konstant zwischen 22 und 24 Grad Celsius gehalten werden, wenn auch 21 bis 25 Grad Celsius komfortabel sind? Oder bei der Lüftung: Weshalb muss eine Lüftung fortwährend Luftmassen durch Räume schieben, wenn gar niemand dort ist? «Alleine durch verbesserte Algorithmen konnten wir den Energieverbrauch in Simulationen je nach Gebäude um bis zu 15 Prozent reduzieren», sagt Gyalistras. Werden zusätzlich Wetterprognosen und das thermische Gebäudeverhalten in die Berechnungen einbezogen, kann die Energie-Effizienz nochmals stark gesteigert werden.

## Effizienter dank Wettervorhersagen

Aus diesem Grund ist auch Meteo Schweiz bei «OptiControl» mit im Boot. Das Unternehmen berechnet das zu erwartende Wetter der kommenden 72 Stunden mit einer Auflösungsgenauigkeit von 2,2 beziehungsweise 6,6 Kilometern. Damit können Gebäude auf kommende Wetterveränderungen vorbereitet werden. Weiss das «Hirn» eines Gebäudes, dass der kommende Tag fünf Grad wärmer wird als der aktuelle, nutzt es die kalte Nachtluft für eine mehrstündige passive Kühlung. So sind die Mauern am nächsten Morgen vorgekühlt und die elektrische Kühlung muss erst am Nachmittag wieder eingeschaltet werden. Mit einem solchen «vorausschauenden» System konnte das «OptiControl»-Team in Simulationen Energieeinsparungen von bis zu 41 Prozent erreichen. Schlüsselfaktoren für derart hohe Energieeinsparungen sind vor allem die optimale Regelung der Jalousien, die passive Kühlung und der Energierückgewinn. «Bislang lag der Fokus beim Energiesparen vor allem auf der Gebäudehülle. Durch Investitionen in korrekt funktionierende Systeme und intelligente Software lässt sich jedoch Energie

oft viel günstiger sparen», sagt Gyalistras. Mit rund 40 Prozent des weltweiten Primärenergieverbrauchs für den Betrieb des bestehenden Gebäudeparks sind die Einsparpotenziale enorm. «Europa ist gebaut», sagt Dominic Habermacher, Leiter der Vorfeld-Produktentwicklung bei der Siemens-Division Building Technologies, einem der weltgrössten Anbieter von Gebäudeautomationssystemen. Auch wenn Neubauten prestigeträchtiger sind, der Hauptmarkt für Siemens in Europa seien bestehende Bauten. Entsprechend findet der erste Feldversuch von «OptiControl» nicht an einem brandneuen «Kunststück» statt, sondern an einem für den Schweizer Standard möglichst typischen Bau. Einen solchen haben Gyalistras, Habermacher und ihre Projektpartner in einem fünfjährigen Bürogebäude in Allschwil gefunden.

Dem Gebäude wird zurzeit ein neues Hirn eingesetzt. Das bestehende Regelungssystem wird mit einigen zusätzlichen Sensoren ergänzt; zudem sind geringfügige Investitionen in die Kommunikationstechnologie nötig. Den grössten Aufwand erzeugen die Programmierung der intelligenten Regelalgorithmen und das notwendige Monitoring. Mit den Anpassungen sollen in Allschwil Energieeinsparungen von bis zu 20 Prozent erreicht werden.

Dies vor allem durch weniger Heizenergieverbrauch aufgrund besserer Nutzung der thermischen Speichermasse, wie etwa der Betondecken. Ab Herbst 2011 wird «OptiControl» über 18 Monate am Gebäude getestet. Bereits ab 2013 möchte Siemens erste Bausteine der Software in ihre Produkte integrieren.

#### Das Gebäude als Batterie

Sollen Gebäude in Zukunft nicht nur mit weniger, sondern zusätzlich mit erneuerbarer, zeitlich beschränkter Energie aus Wind und Sonne betrieben werden, so wird auch das Gesamt-Energiemanagement wichtiger. Die Forschungsgruppe von Lino Guzzella am Institut für Dynamische Systeme und Regelungstechnik – sonst eher bekannt für Innovationen im Fahrzeugbereich – entwickelt im Projekt «SAMBA» (Self-Adapting Monitoring for Building Automation) Algorithmen zur Steuerung der Schnittstelle zwischen Gebäude und Energieverteilnetz. So könnte das Gebäude bei Stromüberschüssen oder -engpässen im Netz flexibel reagieren. Zum Beispiel, wenn der Wind über der Ostsee zeitweilig so stark bläst, dass das Stromangebot die Nachfrage übersteigt. Die überschüssige Energie könnte in Form von Wärme in einem Eisspeicher eingelagert werden. Bei einem späteren Engpass

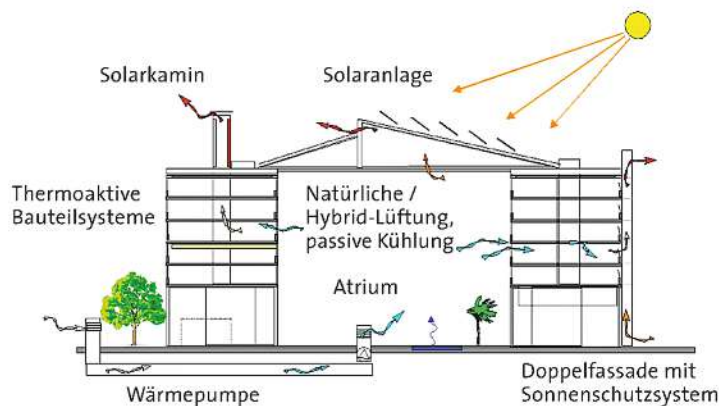
im Stromnetz würde die Gebäudekühlung anstelle auf Strom auf den Kältespeicher zurückgreifen. Gebäudenutzer würden sich über die Stromrechnung freuen, liesse sich doch mit einer solchen Regelung immer dann Energie «tanken», wenn die Kosten dafür am geringsten sind. Doch nicht nur für die Kunden, sondern auch für die Energieproduzenten wäre das System attraktiv: Durch ein intelligentes Gebäude-Energiemanagement erhielten sie neue Möglichkeiten zum Ausgleich von Spitzenlasten.

#### Iterative Optimierung vor Baubeginn

Egal, ob eine optimale Anbindung von Gebäuden ans Energienetz oder eine intelligentere Regelung der inneren Teilsysteme – beides bedingt eine engere Zusammenarbeit von Architekten, Fachplanern und Gebäudetechnikern. Für einen integrierten Arbeitsprozess wäre deshalb eine gemeinsame Planungsplattform nötig, glaubt Habermacher von Siemens. «Damit könnten wir Zeichnungen der Architekten direkt in unser System übertragen und für deren Entwürfe optimale Gebäuderegulungen simulieren.» So könnten Ingenieure die Architekten frühzeitig darauf aufmerksam machen, wenn bestimmte Aspekte des Entwurfs ein optimales Innenraumklima und einen tiefen Energieverbrauch verhindern. Gyalistras spricht von einem iterativen Prozess, in dessen Verlauf Architektur, Gebäudehülle, Haustechnik und Regelung mittels Simulation so lange optimiert werden, bis bestimmte Kriterien erfüllt sind. «Erst dann würde mit dem Bau begonnen und würden entsprechende Ausführungsaufträge verteilt, wie dies heute im Flugzeug- oder Autobau gang und gäbe ist», beschreibt Gyalistras seine Vision. Zweijährige, nervenaufreibende Anlaufphasen, um die Regelung eines Neubaus in den Griff zu kriegen, gehörten damit der Vergangenheit an.

→ [www.opticontrol.ethz.ch](http://www.opticontrol.ethz.ch)

→ [www.ethglobe.ethz.ch/samba](http://www.ethglobe.ethz.ch/samba)



Schema eines idealen Gebäudes mit optimierter Energietechnik und -regelung.  
(Bild: Viktor Dorer / EMPA)



Sensoren wie dieser innovative, funkbasierte und batterieless betreibbare Fühler helfen, das Gebäudeenergiesystem optimal zu regeln. (Bild: Siemens Schweiz AG)

# ETH GLOBE

Das Magazin der ETH Zürich, Nr. 2 / Juni 2011



**ENERGIE-  
ZUKUNFT:**

**DIE LÖSUNG STECKT  
IM DETAIL**

**INNOVATION**

**WASSER**

**EFFIZIENZ**

**UMSTIEG**

**ZENTRAL /  
DEZENTRAL**

**Simulation**  
Tunnel-Crashes auf der Spur

**Auftakt**  
Das neue Nano-Labor

**Erkenntnis**  
Was BSE über Alzheimer verrät

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich