

Intelligente Strategien für energieeffiziente Gebäude von morgen

Smart Building für die Zukunft als Produkt aus innovativem Bauen (PCM) und intelligenter Gebäudetechnik mit digitaler Raumautomation (TRA)

Ullrich Brickmann, Leiter Marketing Energieeffizienz

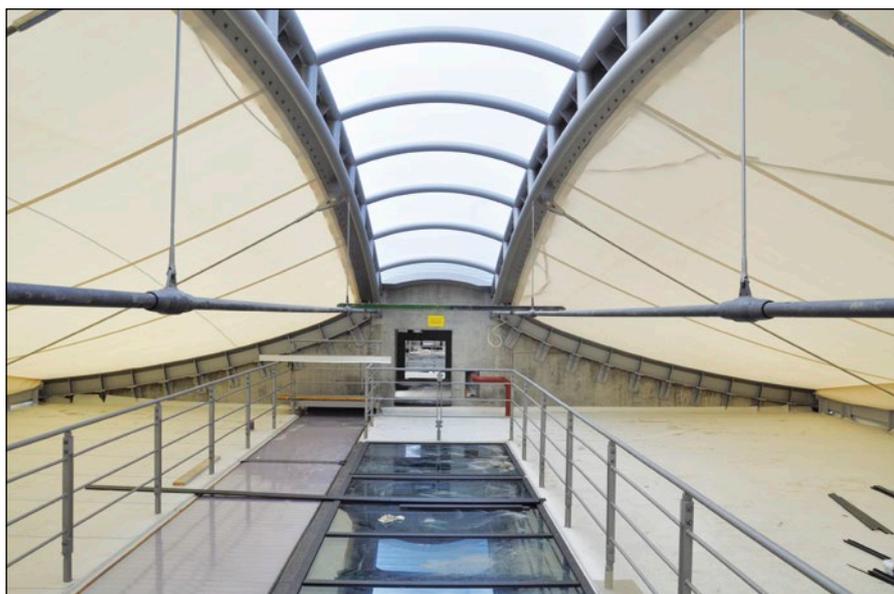


Abb.1: Transparente Dachkonstruktion aus Membranen mit Tageslichtelement.

Innovationen werden dort unter den realen Bedingungen eines Forschungs- und Bürogebäudes auf ihre Praxistauglichkeit hin getestet. Dabei ist die regelungstechnische Verknüpfung konventioneller und prototypischer Systeme im Umfeld neuer leichter Baumaterialien eine besondere Herausforderung. Die Siemens-Division Building Technologies als Partner dieses Projektes und hat in enger Zusammenarbeit mit dem ZAE Bayern und den Ebert-Ingenieuren neue Regelungsstrategien für die Gebäude von morgen entwickelt.

Viele Bauherren, Architekten, Planer der technischen Gebäudeausrüstung und ausführende Firmen warten oft einige Jahre, bis sich neue Energiesysteme und Baustoffe in der Praxis bewährt haben. Deshalb kann es ein oder zwei Jahrzehnte dauern, bis eine neue Technologie, innovative Bauteile oder die zu einem Systemverbund zusammengefassten Komponenten am Markt eine breite Akzeptanz finden. Bei einer Betriebszeit von durchschnittlich zwanzig Jahren entsprechen deshalb viele unserer heutigen Heizungs-, Lüftungs- und Klimasysteme (HLK-Systeme) dem Entwicklungsstand der späten 1980er Jahre.

Mit dem Energy Efficiency Centers hat das ZAE Bayern eine Technologiereferenz für zukunftsorientiertes Bauen und innovative Gebäudetechnik geschaffen, die gleichzeitig als Innovationsbeschleuniger wirken soll. Durch den forschungsbegleitenden Planungs-, Realisierungs- und Erprobungsprozess sollen die Ergebnisse der anwendungsbezogenen Energieforschung mit Unterstützung von Industriepartnern möglichst zeitnah in marktgängige Bauteile, Produkte und Systeme umgesetzt werden.

Das Ziel bei diesem Projekt ist ein Nachweis, dass ein Gebäude aus energieoptimierten textilen Hüllen und hochwärmedämmten, ultraschlanken Vakuumisoler-

paneelen in der Wechselbeziehung mit einer Vielzahl innovativer HLK-Systeme unter Praxisbedingungen funktioniert und zu einer hohen Gebäudeenergieeffizienz führt. Der Einsatz innovativer Bauteile und Gebäudesysteme liegt in erster Linie in der Verantwortung von Architekten und Planern der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA). Deshalb stehen beim Energy Efficiency Center besonders die Wechselwirkungen des in Leichtbauweise errichteten Baukörpers mit neuartigen membranbasierenden Dachkonstruktionen (Abb.1), den teilweise prototypischen HLK-Anlagen und damit auch neuen Regelungs- und Betreiberstrategien im Fokus.

LERNEN AUS BETRIEBSERFAHRUNGEN

Für die Siemens-Division Building Technologies ergibt sich durch die Zusammenarbeit mit dem ZAE Bayern und Ebert-Ingenieure die einmalige Chance, das bestehende Raum- und Gebäudeautomatisierungssystem Desigo unter realen Situationen zu testen und neue Regelalgorithmen zu entwickeln. Besonderheiten des Projekts sind die gewerkübergreifenden Verknüpfungen von Raumtemperaturregelung und Beleuchtungssteuerung sowie des Blend- und Sonnenschutzes und deren Zusammenspiel mit neuartigen Materialien und innovativen gebäudetechnischen Komponenten. Eine weitere Herausforderung ist die Regelung und Steuerung der konventionellen HLK-Anlagen als Grundinfrastruktur bei gleichzeitiger Einbindung der Forschungsprojekte und deren Priorisierung im Betrieb.

Dazu zählen u.a:

- ▶ Klima-Heiz- und Kühldecken aus Graphitplatten mit thermisch angekoppeltem Phasenwechselmaterial,

erwärmte Räume und deren Wechselwirkung mit den gebäude- und raumlufttechnischen Anlagen (s. Abb.3).

Aus den Betriebserfahrungen können im EEC Antworten auf folgende Fragen gefunden werden:



Abb.2: Das Energy Efficiency Center in Würzburg bei der Eröffnung im Juni 2013

- ▶ Wie verhält sich ein Leichtbaugebäude unter dynamischen Wetterverhältnissen?
- ▶ Wie muss eine Regelung auf die schnellen thermischen Veränderungen in einem Leichtbaugebäude reagieren?
- ▶ Welchen Einfluss haben Membransysteme und transluzente Wärmedämmungen auf das Raumklima und die



Abb.3: Durch die Wahl des Membran-Grundmaterials wird die Lichttransmission vorgewählt. Zusätzlich lassen sich die Membranen bedrucken.

- ▶ sorptive Klimaanlage systeme in offener und geschlossener Bauart,
- ▶ nächtliche Strahlungskühlung über Dachflächen durch einen offenen Regenwasserkreislauf mit Einspeicherung des abgekühlten Wassers in einer Löschwasserzisterne,
- ▶ über Membransysteme belichtete und

Gebäudeenergieeffizienz?

- ▶ Lassen sich individuelle, auf den Arbeitsplatz und seine Nutzung bezogene Standby- und Komforttemperaturwerte festlegen?
- ▶ Was ist der Vorteil bei der Einbeziehung von Wetterdaten in das Regelungskonzept?

- ▶ Wie groß sind die Energie- und Komfortgewinne durch Betriebsoptimierung?

GUTMÜTIGER MIT PHASENWECHSELMATERIALIEN

Die übliche 26°C-Komfortgrenze in solch einem Gebäude – zumindest in den Erprobungsphasen – ist kaum einzuhalten. Deshalb gilt das besondere Interesse von Dr. Ebert dem Verhalten der Phasenwechselmaterialien (Phase Change Materials, PCM) unter statischen und dynamischen Bedingungen. Das Engagement für die Latentspeichermaterialien kommt nicht von ungefähr: Das ZAE Bayern ist maßgeblich an der Entwicklung von Phasenwechselmaterialien für Leichtbauplatten und Paneele beteiligt. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass in Baustoffen eingebettete

PCM unter statischen Bedingungen zu langsam reagieren. Das Ziel ist, durch Wasserkreisläufe oder eine gezielte Konvektion über ein Lüftungssystem den Be- und Entladeprozess von PCM-Bauteilen zu beschleunigen.

Siemens liegen bereits umfangreiche Erfahrungen mit der Regelung von thermoaktiven Bauteilsystemen vor. Jetzt geht es darum, diese Erkenntnisse auf PCM-Bauteile zu übertragen und die Regelalgorithmen an deren Besonderheiten anzupassen. Da im Energy Efficiency Center eine vergleichsweise geringe konventionell erzeugte Kälteleistung quasi als Backup-System vorgehalten wird, kommt den PCM-Bauteilen eine große Bedeutung zu. Mit Hilfe von PCM werden leichte Gebäude thermisch gutmütiger. Durch die Latentspeichermaterialien können wir die Kälteleistung und somit auch den Bezug von elektrischem Spitzenstrom reduzieren. Bei unseren Tests im EEC geht es darum, neben dem energetischen auch das betriebswirtschaftliche Optimum für den Einsatz von PCM zu evaluieren.

GEWERKÜBERGREIFENDE STRATEGIEN NOTWENDIG

Leichte Gebäude mit geringen Speichermassen haben eine hohe thermische Dynamik. Wenn leichte Gebäude zudem

noch sehr energieeffizient gebaut, mit niedrigen Temperaturen beheizt und mit vergleichsweise hohen Temperaturen gekühlt werden, kann die Raumtemperatur stark schwanken und damit den thermischen Komfort negativ beeinflussen. Deshalb stellen TGA-Planer in leichten Niedrigenergiegebäuden meist hohe Leistungsreserven bereit, um die dynamisch auftretenden inneren und äußeren Störquellen zu kompensieren.

Dies widerspricht jedoch dem Anspruch einer gesamthaften Gebäudeenergieeffizienz. Eines der Planungsziele beim Energy Efficiency Center war es deshalb, möglichst wenig konventionelle Heiz- und Kühlleistung bereitzustellen und Defizite an Wärme und Kälte über intelligente Regelungs- und Steuerungskonzepte auszugleichen. Bei leichten, auf Energieeffizienz optimierten Gebäuden kommt der Gebäudeautomatisierung eine Schlüsselfunktion im Gebäudebetrieb zu. Es ist allerdings wichtig, die Mess-, Steuerungs- und Regelungs-Funktionen sowie das Gebäudeautomatisierungssystem gezielt für ein leichtes Niedrigenergiegebäude zu planen, denn der Anspruch an die Regelungsgüte und die Regelungsstrategie ist dort ungleich höher als bei einem konventionellen Gebäude. Die klassische TGA-Planung beruht bei den meisten Projekten in erster Linie auf der Sicherstellung von Funktionen der einzelnen Geräte und Anlagen und weniger auf Energieeffizienz.

Notwendig ist es, die Energiesparfunktionen übergreifend über die einzelnen Fachgewerke intelligent miteinander zu verknüpfen. Um dies sicher zu stellen, muss künftig ein eigenständiger Energie-Planer damit beauftragt werden. Darüber hinaus ist es notwendig, auch Informationen aus den Gebäudesimulationen während der Planungsphase in die Regelungsstrategien mit einzubeziehen. Wichtig bei Niedrigenergiegebäuden ist, dass bereits bei der Programmerstellung und Inbetriebnahme der Gebäudeautomatisierung die Energieeffizienz einen hohen Stellenwert erhält und sich an die

Erstinbetriebnahme eine Optimierungsphase anschließt. Auch spätere Nutzungsänderungen müssen unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz geplant und durchgeführt werden. Siemens ist hier mit seinem gewerkübergreifenden Raumautomatisierungssystem Desigo Total Room Automation (TRA) auf dem richtigen Weg.

Beim EEC startet im Anschluss an die Gebäudeinbetriebnahme ein Energiemonitoring- und Controlling-Projekt (EMC-Projekt). Ein Gebäudeautomatisierungssystem bietet die besten Voraussetzungen, das Gebäude mithilfe von EMC langfristig energieeffizient unter Komfortbedingungen zu betreiben.

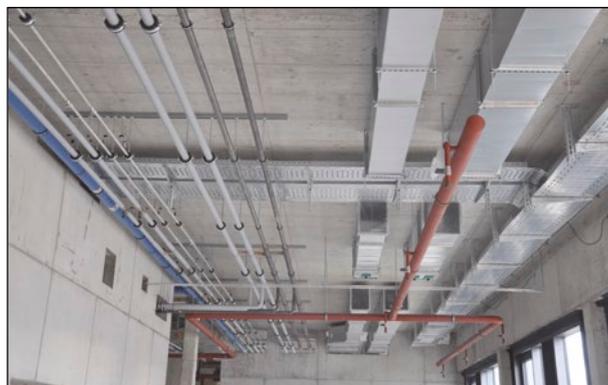


Abb.4: Die Herausforderung für die Gebäudeautomatisierung besteht darin, konventionelle HLK-Technik und innovative prototypische Systeme so miteinander zu verbinden, dass möglichst geringe Wärme- und Kälteleistungen bereitgestellt werden müssen.

Typische Herausforderungen in Niedrigenergiegebäuden sind folgende Funktionen:

- ▶ Steuerung von natürlichem und künstlichem Licht nach Gesichtspunkten des Komforts,
- ▶ regelungstechnische Strategien zur Minimierung konventionell erzeugter Wärme und Kälte in Abhängigkeit zulässiger Komfortgrenzen,
- ▶ Einbindung von Wetterdaten zur prädiktiven Raumtemperierung,
- ▶ Auswahl und Regelung von Blendschutzeinrichtungen am Arbeitsplatz,
- ▶ Vermeidung von direktem Strahlungsaustausch (warm/kalt) am Arbeitsplatz, da Strahlung die thermische Behaglichkeit unmittelbar beeinflusst,
- ▶ Minimierung von Heiz-/Kühlübertemperaturen,
- ▶ Anpassung des Luftvolumenstroms an die hygienischen Erfordernisse.

Der Architekt Thomas Rampp räumt ein, dass ein Gebäude wie das EEC trotz Automatisierung einiges an Verständnis von den Nutzern abverlange. „Wir sind zusammen mit dem Bauherrn an Grenzen gegangen, die wir bei konventionellen Projekten als kritisch einschätzen würden. Um es plakativ zu sagen: Das EEC ist kein Haus für Texaner. Wir können keinen 21°C-Komfort bieten.“

Prof. Jensch (TGA-Planer) zieht aus den Erfahrungen mit der TGA-Planung des EEC folgendes Resümee:

- ▶ Ohne Gebäudeautomatisierung sind Niedrigenergiegebäude in Leichtbauweise kaum zu betreiben.

▶ Komplexe Regelungsfunktionen müssen im Hintergrund ohne Zutun des Nutzers ablaufen.

- ▶ Der Nutzer muss Raumtemperatur, Beleuchtung (künstlich, natürlich) und – wenn gefordert – Luftmenge und Luftqualität beeinflussen können.

- ▶ Es ist eine Generationenfrage, das Raumautomatisierungssystem über Web-Applikationen (Apps) zu bedienen. Durch den Trend zu Smartphones wird dies zunehmend akzeptiert.

- ▶ Mit der Verbesserung der Energieeffizienz eines Gebäudes, der Verschärfung der Energieeinsparverordnung und der sparsamen Auslegung von Wärme- und Kälteerzeugern steigt die Notwendigkeit eines Gebäudeautomatisierungssystems mit EMC-Funktionen.

Wichtig für Manfred Weiß (Leiter der Building-Technologies-Niederlassung in Würzburg) ist die Option, das Sonnenschutzsystem durch die Einbindung per Lon-Bus in das Raumautomatisierungssystem Desigo TRA zu übersteuern: „Im Hinblick auf die regelungstechnischen Herausforderungen der Leichtbauweise ist das Zusammenspiel von Raumautomatisierung und Sonnenschutzsystem von ganz wesentlicher Bedeutung.“

Durch die übergeordnete Regelung von Desigo TRA sind Gesamtoptimierungen möglich, die neue Potenziale bei der Energieeffizienz von Gebäuden erschließen.“

ZÄHLEN UND MESSEN FÜR DIE WISSENSCHAFT

Da es sich beim EEC sowohl um ein Forschungsgebäude als auch um ein mit öffentlichen Mitteln gefördertes Forschungsprojekt handelt, werden an die Erfassung, Dokumentation und Weiterverarbeitung der Messwerte besonders hohe Anforderungen gestellt. Um diesen Forderungen gerecht zu werden, wurde bereits in der Planung ein gewerkübergreifendes Zähler- und Auswertungskonzept entwickelt. Von Vorteil war, dass durch die integrierte Planung die Protokolle für das Gebäudeautomatisierungssystem (BACnet), das Zählersystem für Wasser und Wärme (M-Bus) und die Zählung und Messung elektrischer Energie (Mod-Bus) schon im Vorfeld festgelegt werden konnten. Dadurch ist gewährleistet, dass Drittsysteme ohne Schnittstellenverluste in das Gebäudeautomatisierungssystem eingebunden werden können. Genauso wichtig ist die Erfassung von Verbrauchsdaten (Wärme, Kälte, Wasser und elektrischer Strom). Dazu dient das Energiemanagement- und Controlling-System (EMC) zusammen mit dem Gebäudeautomatisierungssystem Desigo. EMC ist eine flexible Plattform für die Datenarchivierung, Verbrauchsdatenberechnung (Beleuchtung, HLK-Systeme) und Lastspitzenüberwachung. Darüber hinaus gibt das Gebäudeautomatisierungssystem Desigo seine Daten über eine OPC-Schnittstelle auch an den so genannten High Level Controller des ZAE Bayern weiter. Dieser wird u.a. zur experimentellen Programmierung neuer Regelalgorithmen eingesetzt, die über die OPC-Schnittstelle auf das BACnet-System von Desigo konvertiert werden.

Erst wenn sich eine neue Regelungsstrategie bewährt hat, wird diese implementiert und in der Bibliothek, einer Sammlung erprobter und zuverlässiger Applikationen, für die allgemeine Verwendung verfügbar gemacht. Die Trennung von konventionellem Gebäudebetrieb über Desigo und den High Level Controller des ZAE Bayern hat den Vorteil, dass die vom ZAE Bayern entwickelten innovativen Systeme rückwirkungsfrei arbeiten, Daten jedoch mit dem konventionellen

Gesamtkonzept ausgetauscht oder optimiert werden können.

FAZIT

Neue leichte Baumaterialien liegen im Trend. Die Systeme der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, die Beleuchtung sowie die Tageslicht- und Sonnenschutzsysteme müssen an die Besonderheiten dieser neuen Gebäudegeneration angepasst werden (s. Abb. 4). Leichte, energieeffiziente Bauweisen mit transparenten und transluzenten Komponenten bedeuten jedoch auch dynamische Heiz- und Kühllasten, die durch den Einsatz von PCM und neuen Regelalgorithmen kompensiert werden können. Raum- und Gebäudeautomatisierungssysteme werden künftig maßgeblich dazu beitragen, Lastspitzen zu kappen, freie Wärme- und Kühlpotenziale zu verschieben und individuellen Komfort am Arbeitsplatz bedarfsgerecht und energieeffizient bereitzustellen. Dazu ist es notwendig, das thermische Verhalten des Gebäudes anhand von Mess- und Verbrauchsdaten genauer zu analysieren sowie Daten aus der Gebäudesimulation und der Wettervorhersage bei den Regelungsstrategien mit zu berücksichtigen.

*Autor: Ullrich Brickmann
 Leiter Marketing Energieeffizienz
 Siemens AG, Building Technologies Division
 Fotos: ZAE Bayern (Abb. 2) Lang Hugger
 Rampp (Abb. 1,3,4)
www.siemens.com*

Rundum besser.



DataVoice Industry Rundsteckverbinder M12

Verkabelungssystem für industrielle Automation

- 8-polige (X-kodiert) Ausführung in Cat. 6A
- 4-polige (D-kodiert) Ausführung in Cat. 5
- für Anwendungen bis 10 GBit/s
- für PROFINET-Anwendungen geeignet
- UL gelistet
- POE+ geeignet
- Schutzklasse IP 67

Telegärtner STX M12x1 Verkabelungssystem: feldkonfektionierbare und ohne Spezialwerkzeug montierbare Steckverbinder, Leiterplattenbuchsen mit Gehäuse für die Vorder- oder Hinterwand-Montage sowie vorkonfektionierte Verbindungsleitungen

www.telegaertner.com

Telegärtner
 Karl Gärtner GmbH
 Lerchenstr. 35
 D-71144 Steinenbronn

Telefon: +49 (0) 71 57 / 1 25-100
 Telefax: +49 (0) 71 57 / 1 25-120
 E-Mail: info@telegaertner.com
 Web: www.telegaertner.com