Gebäudeautomation: klar besser als Handbedienung durch die Benutzer

Energie und Geld sparen

Der Stellenwert der Gebäudeautomation wird in Zukunft noch massiv zunehmen. Denn viele Untersuchungen zeigen, dass die automatische Betriebsweise energierelevanter Gebäudetechnik gegenüber der «Handbedienung durch die Benutzer» energetische und damit auch monetäre Vorteile aufweist.

Dies bestätigt eine neue, im Auftrag des ZVEI im Praxisbetrieb erarbeitete wissenschaftliche Studie der Hochschule Biberach. Diese Ergebnisse werden auch Auswirkungen auf die Planungspraxis haben.
In einer zweijährigen Feldstudie untersuchte die Hochschule Biberach (D) den Energieverbrauch der Heizung, der Lüftung, der Beleuchtung und anderer Elektrogeräte in drei nutzungsmässig vergleichbaren, aber automatisierungstechnisch unterschiedlich ausgestatteten Seminarräumen *(Bild 1)*.

Definierte Messräume

Die ausgewählten Räume entsprechen dem Automatisierungsgrad A, B und C gemäss der EN 15232 (= SIA 386/110 Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement). Der Automatisierungsgrad D wurde nicht einbezogen, da dieser nicht mehr Stand der Technik ist:

- **Automatisierungsgrad C:** Standard-GA-System. Die Beleuchtung wird manuell ein- und ausgeschaltet. Die Heizungsregelung erfolgt mit Thermostaten.
- **Automatisierungsgrad B:** weiterentwickeltes GA-System und Energiemanagement. Die Beleuchtung ist präsenz- und helligkeitsabhängig geregelt. Die Heizung ist mit einer Einzelraumregelung versehen, das Zonenventil wird bei Fensteröffnung gesperrt.
- **Automatisierungsgrad A:** hocheffizientes GA-System- und Energiemanagement. Die Beleuchtung ist präsenz- und helligkeitsabhängig geregelt, kombiniert mit einer Konstantlichtregelung. Die Heizung ist mit einer Einzelraumregelung versehen, das Zonenventil wird bei Fensteröffnung gesperrt und es erfolgt eine Sollwertabsenkung, wenn der Raum nicht belegt ist.

  Der Raum mit dem Automatisierungsgrad C (Basisautomation) diente als Referenz. Die anderen beiden Räume (A und B) wurden mit unterschiedlichen Funktionen der Raum- und Gebäudeautomation ausgestattet. Dadurch liess sich das Energiesparpotenzial messtechnisch erfassen.

In allen drei Seminarräumen sind Radiatoren für die Beheizung, zwei Lichtbänder für die Beleuchtung und eine Tafelbeleuchtung installiert. Die Lüftung erfolgt nicht mechanisch, sondern über die Fensterlüftung. Ebenso fehlt eine aktive Kühlung.

Der kürzlich neu eröffnete Unternehmenshauptsitz von Sauter AG in Basel ist der erste Industriebau in der Nordwestschweiz, der das Qualitätssiegel Minergie trägt. Für die Energieerzeugung im eigenen Haus werden erneuerbare Energiequellen genutzt. Der CO_2-Ausstoss konnte in den vergangenen zehn Jahren um mehr als die Hälfte gesenkt werden. Das eingesetzte Gebäudemanagementsystem sorgt für optimale Energieflüsse, sodass bis zu einer Aussentemperatur von –5 °C das Gebäude keine fossile Energie benötigt.

Einsparung elektrischer Energie

Die Messergebnisse zeigen deutlich das Einsparpotenzial. Aus Bild 2 sind die bezüglich der Belegungsstunden bereinigten elektrischen Energiekennwerte ersichtlich. Deutlich zeigt sich dabei beim voll automatisierten Raum A die Energieeinsparung mit 36 % gegenüber dem manuell betriebenen Referenzraum C.

Tieferer Heizenergieverbrauch

In Bild 3 ist der bereinigte Heizenergieverbrauch während zwei Heizperioden dargestellt. Auch hier verbrau-

Hans Rudolf Ris *

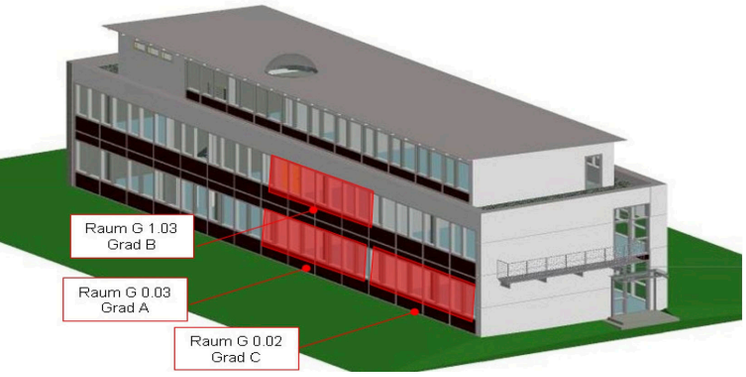

Bild 1: Räumliche Anordnung der drei unterschiedlich automatisierten Seminarräume an der Hochschule Biberach (D) für die Messkampagne. Untersucht wurde, welchen Einfluss der Automatisierungsgrad auf den Energieverbrauch hat. Basis war die EN 15232 mit dem Automationsgrad A, B und C.

chen die automatisierten Räume B und A wesentlich weniger Energie als der Basisraum C. Im Raum B fällt der grosse Unterschied in der zweiten Messperiode gegenüber der ersten auf. Denn man stellte fest, dass das ursprünglich eingebaute Ventil nicht zum Ventilantrieb passte, was zu einem schlechten Regelverhalten führte. B und A unterscheiden sich nur gering, weil der funktionelle Unterschied nur darin besteht, dass bei A der Sollwert zusätzlich nur bei keiner Belegung abgesenkt wird.

Einfluss von Nebenaspekten

Während der Messkampagne wurden nebenbei verschiedene praxisrelevante Nebenaspekte festgestellt. Diese können bei der Beurteilung der Resultate eine wesentliche Rolle spielen und sind bei statistischen Auswertungen als Unschärfefaktoren zu betrachten.

- **Nutzerverhalten und Personenbelegung:** Dies stellt in Gebäuden statistisch die grösste Unschärfe dar.
- **Dimensionierung und Platzierung von Aktoren und Sensoren:** So wurde in einem der Räume festgestellt, dass bei einem Ventil der Hub des Stellantriebs nicht dazu passte, was dann aber korrigiert wurde. Aber auch bei Präsenzmeldern sind die Platzierung und Parametrierung von grosser Bedeutung. So sind die Angaben im Datenblatt zu berücksichtigen und die Parametrierung ist nach der Inbetriebnahme bezüglich der Funktionalität zu überprüfen.
- **Primäranlagen:** Die Erzeugung und Verteilung der Energie ist gesondert zu betrachten, da diese zum Teil falsch parametriert (zum Beispiel Nachtabsenkung) sein können.

Simulationsstudie

- **Einsparung durch Fensterkontakte:** In einer Simulationsstudie wurde von der Hochschule Biberach zu-

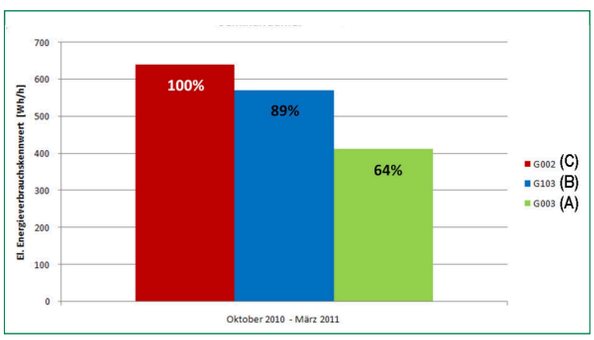

Bild 2: Elektrischer Energieverbrauch (Wh/h), bezogen auf die Belegungsstunden der unterschiedlich automatisierten Seminarräume während der Messkampagne. Im Seminarraum mit dem Automatisierungsgrad A wird gut ein Drittel elektrische Energie eingespart.

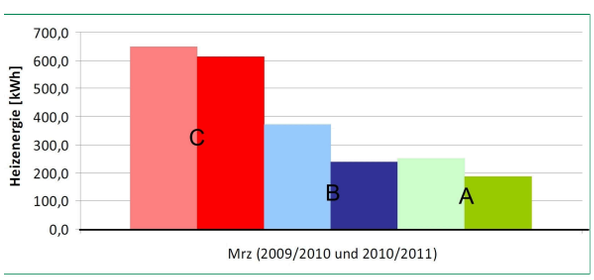

Bild 3: Bereinigter Heizenergieverbrauch für den Monat März im Winter 2009/10 bzw. 2010/11. Die Räume B und A heben sich augenfällig vom Basisraum C ab. Der Heizenergieverbrauch beträgt nur noch rund ein Drittel.

Das Planungs-Muss

Die Praxis zeigt, dass folgende Punkte bei der Planung berücksichtigt werden müssen:

- **Sensoren**: Die optimale Positionierung der Sensoren hat massgeblichen Einfluss auf die Regelung und damit auf die Einsparpotenziale. So spielt es eine Rolle, wo zum Beispiel ein Präsenzmelder platziert wird.
- **Komponenten:** In der Praxis ist die Auswahl abgestimmter Komponenten von grosser Bedeutung, da nur dadurch die Funktionsdefinition gewährleistet werden kann. Ein Beispiel hierfür ist die Auswahl von Ventil und passendem Ventilantrieb. Auf die Details ist bei der Planung, Ausschreibung, Montage und Inbetriebnahme besondere Aufmerksamkeit zu richten.
- **Nutzerverhalten**: Sämtliche Einspar-Ergebnisse sind sehr stark von dem projektspezifischen Nutzerverhalten abhängig. Insbesondere bei unvorhersehbarem Nutzerverhalten können Funktionen der Raum- und Gebäudeautomation einen unnötigen Energieverbrauch verhindern.
- **Automatisierungssystem**: Um Veränderungen der Randbedingungen oder unterschiedliche Störgrössen berücksichtigen zu können, ist ein Gewerke übergreifendes Automationssystem für ein kontinuierliches Monitoring und eine permanente Optimierung eine unverzichtbare Basis.
- **Energieerzeugung und -verteilung:** Der Einfluss der Primäranlagen (Erzeugung und Verteilung) auf den Energieverbrauch in den Räumen darf in der Praxis nicht unterschätzt werden, da eine fehlerhafte Regelung bzw. Steuerung dieser Anlagen auch direkte Auswirkungen auf die Raumfunktionen und somit auch auf die Energieeinsparung durch Raumautomation haben kann.

sätzlich untersucht, welchen Einfluss Fensterkontakte, die auf die Heizung einwirken, bezüglich des Energieverbrauchs haben. Anhand eines von der Hochschule entwickelten Rechenprogramms, mit den Parametern lokaler Wettereinfluss, Windgeschwindigkeit, Luftvolumenstrom bei geöffnetem bzw. gekipptem Fenster, in Abhängigkeit der Innen- und Aussentemperatur, konnten definierte Verhältnisse abgebildet werden.
Bild 4 zeigt das Einsparpotenzial bei Kipplüftung bei Leichtbauten, mittelschweren und schweren Bauten. Unter dem Lüftungsverhältnis wird das Verhältnis Kippen/geschlossenes Fenster verstanden. 100 % heisst: das Fenster ist während der Nutzungszeit immer gekippt.

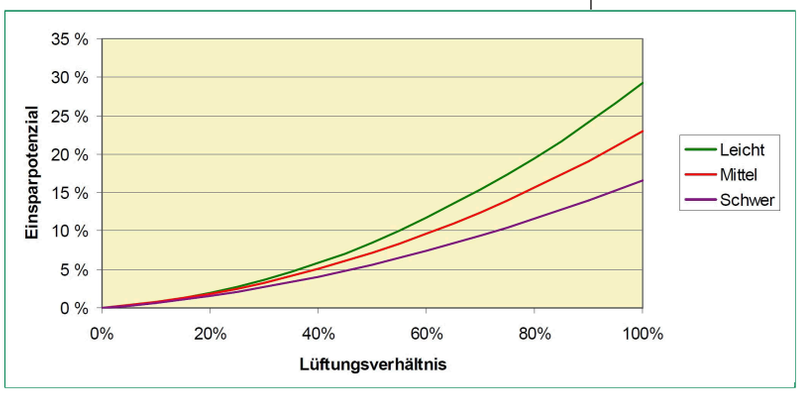

Bild 4: Einsparpotenziale bei unterschiedlichen Lüftungsverhältnissen bei gekippten Fenstern. 100 % entspricht dauernd gekippten Fenstern während der Belegungszeit. (Bilder: Hochschule Biberach)

Blick auf die Lebensdauerkosten

Nicht nur in der Gebäudetechnik, auch in der Prozesstechnik lohnt sich der Blick auf die Lebensdauerkosten. So ist zum Beispiel für die biologische Reinigungsqualität in Abwasser-Reinigungsanlagen ARA die richtige Belüftung ausschlaggebend. Dies ist ein energieintensiver Prozess und benötigt bei einem konventionellen Verfahren mit einer Zeitsteuerung bis 60 % der Gesamtenergie des ARA-Betriebes.

Dass sich eine Mehrinvestition lohnt, bestätigt Martin Moos, Betriebsleiter der ARA Bachwis in Fällanden, der vorrechnet, dass bei einer Revision der Anlage anstelle einer zeitgesteuerten Standardlösung mit einer Investition von Fr. 150 000.–, es sinnvoll ist, für Fr. 218 000.– eine von der Belastung abhängig geregelte Anlage auf der Messbasis Sauerstoff/Ammonium einzusetzen. Die Mehrinvestition von Fr. 68 000.– vermindert den Energieverbrauch um 15 % und senkt die jährlichen Betriebskosten um Fr. 30 500.–. Diese Mehrinvestition ist in weniger als 3 Jahren amortisiert und generiert bei einem Lebenszyklus von 15 Jahren Minderkosten von Fr. 374 200.–.

- **Einsparung durch Nachtabsenkung:** Wird ein Raum statt durchgehend mit 20 °C, während den Nachtzeiten aber mit 16 °C betrieben, so spart man gemäss dem Simulationsprogramm in Abhängigkeit der Bauschwere zwischen 6 % bis 12 % Energie ein.
- **Absenkung der Solltemperatur:** Mit dem Simulationsprogramm konnte auch die «6 %-Regel» bestätigt werden. Senkt man die Raumtemperatur um 1 K ab, so kann je nach Ausgangstemperatur zwischen 6,9 % bis 8,2 % Energie eingespart werden.

Das Simulationsprogramm basiert auf definierten Randbedingungen und einem bestimmten Nutzerverhalten. Bei Fehlverhalten des Nutzers (z. B. permanent geöffnetes Fenster) sind noch wesentlich höhere Einsparungen zu erwarten. Bei einem idealen Verhalten des Nutzers kann allerdings auch dementsprechend eine nur sehr geringe Einsparung erzielt werden. ■

* Hans Rudolf Ris ist Präsident der GNI Gebäude Netzwerk Initiative (www.g-n-i.ch).
Quelle: Untersuchungen der Hochschule Biberach, «Energieeffizienz durch Gebäudeautomation» im Auftrag des ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., D-60528 Frankfurt.

Danfoss

VLT® HVAC Drive
– die Evolution des Antriebs
Nutzen Sie die Effizienz der EC Technologie im bewährten HLK-Anlagendesign
www.danfoss.ch/vlt

Danfoss AG, VLT® Antriebstechnik
Parkstrasse 6, 4402 Frenkendorf
Tel: +41 61 906 11 11, E-mail:vlt@danfoss.ch

VLT® THE REAL DRIVE