

## Energieeffizienz im Intelligenten Wohnen

**Die optimale Steuerung haustechnischer Geräte und Installationen hat zweifellos Potenzial für Energieeinsparungen, vermehrte Automation hat aber auch mehr Energieverbrauch zur Folge. Dem kann man aber mit geeigneten Massnahmen entgegenreten. Wie das geht und was es zu tun gibt, das zeigt ein Merkblatt des Bundesamtes für Energie (BFE) auf.**

Aus den Studien des BFE im «Churer Smart-home» und im «FutureLife»-Haus in Hünenberg geht hervor, dass der Verbrauch an elektrischer Energie in einem vernetzten Einfamilienhaus beinahe doppelt so gross ist wie in einem vergleichbaren Haus von 1992. Hierbei handelt es sich allerdings um Pilothäuser mit einem Vielfachen an elektronischer Ausrüstung im Vergleich zu einem «Normalobjekt» mit Intelligentem Wohnen.

Im Unterschied zur konventionellen Elektroinstallation wird dabei Energie und Steuerung getrennt. Für die Steuerung und Regelung besitzen alle vernetzbaren Komponenten (Sensoren und Aktoren) programmierbare Mikroprozessoren, die normalerweise ununterbrochen in Betrieb sind. Damit entsteht ein erheblicher Stand-by-Verbrauch – trotz minimalem Stromverbrauch – der einzelnen Komponenten. Das BFE untersuchte die Folgen und nahm

dafür auch Messungen in Pilotprojekten vor. Entstanden ist ein Merkblatt mit Hinweisen für die energieeffiziente Planung von Intelligentem Wohnen. Mit der Berücksichtigung der darin enthaltenen Empfehlungen kann bereits ein wichtiger Beitrag zur Energieeffizienz im Intelligenten Wohnen geleistet werden. (Bezugsquelle: [www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch))

### Haushaltstrom und Sparpotenzial

Der BFE-Studie lag im Fall des Churer Smarthomes ein Verbrauch von 8750 Kilowattstunden (kWh) pro Jahr zu Grunde. Verschiedene Gerätekategorien tragen zu dieser Zunahme bei, speziell die Beleuchtung, die gegenüber dem Vergleichshaus von 1992 einen vierfachen Stromverbrauch aufweist, sowie der Bereich Unterhaltungselektronik und Kommunikation. In anderen Anwendungen ist der Strombezug tiefer als 1992, so bei den Haushaltgeräten

und im Bereich Heizung und Lüftung (kontrollierte Wohnungsbelüftung). Diverse, früher noch gar nicht separat ausgewiesene Anwendungskategorien sind neu dazugekommen. Dazu gehören Pflege und Gesundheit – mit 12 % Anteil am gesamten Strombezug – oder die zentrale Infrastruktur (v.a. Server für Datenspeicherung und Kommunikation) mit den elektronischen Geräten für die Vernetzung mit einem Anteil von 15%.

Der zusätzliche Strombezug der Geräte, die der Vernetzung dienen oder direkt damit in Zusammenhang stehen, beläuft sich in diesem Pilotjahr vor der Optimierung auf rund 2400 kWh pro Jahr. Hier besteht ein hohes Einsparpotenzial: So kann ein gut funktionierendes Energiemanagement bei den Geräten der zentralen Infrastruktur im Churer Smarhome den Verbrauch auf 550 kWh reduzieren. Zusammen mit einer energieeffizienten Beleuchtung durch «Sparlampen» und Leuchtstoffröhren anstelle von Niedervolt-Halogenlampen und durch Verzicht auf dimmbare Beleuchtung lässt sich der gesamte Strombezug dieses Pilothauses um 1700 kWh oder 20 % reduzieren. Auf Grund der



[1] Gredig Decke des Pilotprojektes Smarthome Chur vor dem Betonieren. Bei der Verlegungen der Elektroleitungen wurde auch auf die Vermeidung von elektromagnetischen Feldern («Elektrosmog») geachtet. Foto: Gredig

[2] Smarthome Chur: Die Energieverbrauchsdaten jederzeit auf der zentralen Visualisierung im Griff. Foto: Rest

### Bustechnik für Haussteuerung und Sicherheit

Schaltaktoren sollen vorzugsweise zentral im Elektroverteilkasten platziert werden; damit sind im Wohnbereich keine Schaltergeräusche zu hören, und die spezifischen Aktorenkosten fallen günstiger aus, da Geräte mit vielen Schaltkanälen pro Mikrocontroller einsetzbar sind. Zudem werden weniger Busankoppler und Systemgeräte benötigt, was wiederum den Standby-Verbrauch vermindert. Auch die Schaltleitungen sind in ausgeschaltetem Zustand stromlos, was sich günstig auf die elektromagnetischen Emissionen im Wohnbereich auswirkt. Dezentrale Geräte sollen über die Busleitung versorgt werden, weil damit keine dezentralen Steckernetzteile oder Batterien benötigt werden, um den Standby-Verbrauch zu optimieren. Mit einer Integration aller Gewerke inkl. der Gefahrenmeldeanlagen kann der Aufwand an Verkabelung und an elektronischen Geräten optimiert werden. Bei Bedarf lässt sich die Speisung des Bussystems mit einer Batterie auf tiefem Spannungsniveau stützen, z. B. wenn der Bus auch Sicherheitsfunktionen erfüllt. Eine USV-Anlage erübrigt sich in diesem Fall.

### Beleuchtung

Vom energetischen Standpunkt her ist eine gedimmte Beleuchtung mit der bisherigen Technik nicht optimal. Besser ist es, die Beleuchtungsstärke in einem Raum durch Zu- und Wegschalten von einzelnen Leuchten zu steuern. So können auch Sparlampen verwendet werden, die rund 75% weniger Energie benötigen als Glühlampen und zudem eine wesentlich höhere Lebensdauer haben. Niedervolt-Halogenlampen haben zwar eine leicht bessere Energieeffizienz als Glühlampen, schneiden aber wesentlich schlechter als Leuchtstoff- oder Energiesparlampen ab. Wenn schon Niedervolt-Halogenlampen eingesetzt werden, so sollten Ausführungen mit «Infrared Coating» (IRC) verwendet werden. Bei diesen Modellen ist die Beleuch-

tungsstärke etwa 30% höher. Im Moment kommen laufend neue Beleuchtungssteuerungen – auch für dimmbare «Sparlampen» – auf den Markt, welche die Energieeffizienz auch bei dimmbaren Beleuchtungen wesentlich verbessern. Auch Bewegungs- und Präsenzmelder tragen, kombiniert mit Helligkeitssensoren, beträchtlich zur Einsparung von Energie für Beleuchtung bei. Mit der Steuerung über ein Bussystem lassen sich Funktionen realisieren wie beispielsweise «Zentral Aus»-Taster beim Eingang oder «Zentral-Aus» kombiniert mit dem Türschloss oder Szenentaster, der die Beleuchtung über einen Tastendruck auf das gewünschte Niveau bringt.

### Optimierungspotenzial dank Vernetzung

Auch das automatische Energie-Controlling gehört zu einem Smarthome. Der Zähler des Energielieferanten kann direkt mit einem Impulsgeber ausgerüstet werden, was minimale Mehrkosten verursacht, dafür nützliche Aussagen liefert. Die Messimpulse werden direkt im Steuerungsserver ausgewertet und in einer Visualisierung über die Zeitachse dargestellt. Dank vernetzter Steuerung und Regelung können Beleuchtung, Beschattung, Heizung, Lüftung, Wassererwärmung usw. in die Automatisierung mit einbezogen werden. Diese könnte wie folgt aussehen:

- Heizung und Wassererwärmung abgesenkt bei Abwesenheit, höher schaltbar vor der Rückkehr über Internet oder SMS.
- Nachtabsenkung nach Bedarf, z. B. über Szene automatisiert, nicht nur zeitgesteuert.
- Heizung reduzieren, wenn Fenster offen.
- Automatische Steuerung der Beschattung in Abhängigkeit von Tageszeit und Helligkeit, so dass eine Überhitzung der Räume vermieden wird und Kühlung nicht nötig ist.

Allein diese Beispiele zeigen, dass im «Intel-

ligenten Wohnen» viel Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz steckt. Gefragt für die volle Nutzung dieses Potenzials ist in erster Linie die Kreativität von Planern und Ausführenden.

### Praxisbeispiel: Vernetzung für hohe Energieeffizienz im Wohngebäude

Die Firma DOMO-Energie setzt im Intelligenten Wohnen nicht die technische Spielerei zu Luxuszwecken ins Zentrum. Im Fokus steht Verbesserung der Energieeffizienz im Wohnbereich an, stammt doch fast die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus diesem Bereich. DOMO-Energie fördert die Benutzung moderner Technologien, um auf wirkungsvolle Weise die Energiekosten und Umweltbelastungen zu senken und beim Bauen Mehrwert zu erschaffen. Besonders im Bezug auf den Energiepass für Gebäude, wie er in den EU-Ländern momentan eingeführt und in der Schweiz auch diskutiert wird.

Das 2005 bezogene Einfamilienhaus in Puidoux am Genfersee in der Westschweiz zählt eine Gesamtwohnfläche von 340 m auf 3 Stockwerken, wobei die beheizte Fläche 253 m beträgt. Die Firma DOMO-Energie erreichte durch den Einsatz von KNX als gewerkeübergreifendes Bussystem neben höherem Komfort und Sicherheit auch Ersparnisse bei der thermischen Energie von 48% und im Elektrizitätsverbrauch von 40%. Die Reduktion der elektrischen Energie wird hauptsächlich durch automatische Steuerung der Beleuchtung durch Bewegungs- und Lichtsensoren erzielt. Die berechnete Amortisation der dafür notwendigen Installationskosten wird in 5 Jahren erreicht (ca. 1200 Euro Einsparung pro Jahr allein bei der thermischen Energie, berechnet noch mit tieferen Ölpreisen).

### Einzelraumregelung und tageslichtabhängige Beleuchtung

Die Energieeffizienz für die thermische Energie ist der Kern dieses Projektes. Als Wärmeerzeugung wurde eine moderne



Untersuchungen beruht das Verbesserungspotenzial im Wesentlichen auf folgenden Massnahmen:

- Ganze Haussteuerung inkl. Gefahrenmeldeanlagen über ein einziges Bussystem mit zentraler Speisung der Sensoren- und Aktorelektronik.
- Einsatz eines Servers mit geringem Strombedarf für die Haussteuerung (24-Stunden-Betrieb), in Zukunft vermehrter Einsatz eines «Embedded Servers» ohne Lüfter und andere bewegte Teile.
- Einsatz eines Servers mit geringem Stromverbrauch und aktiver Energieverwaltung für die Audio/Video-Vernetzung; Schaltung in den Ruhezustand (Standby) bei Nichtbenutzung.
- Einfache externe Anbindung mit ADSL-Modem und Kabelnetz-Anschluss.
- Wo möglich Verzicht auf WLAN wegen Standby-Verlusten.
- Verzicht auf eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).
- Einsatz von energieeffizienten Lichtquellen.

Eine «Goodnight»- bzw. «Goodbye»-Funktion verhindert bei den Audio/Video-Geräten den unnötigen Standby-Bezug. Darauf soll speziell auch bei Beamern mit hohem Standby-Verbrauch geachtet werden.

#### Betrieb des Server/Client-Systems

Die Untersuchung im Churer Smarhome deckte auch auf, dass der AV-Server ohne manuelle Einwirkung fälschlicherweise dauernd im Normalbetrieb blieb. Wurde er lokal in Standby versetzt, konnte er von einem Client, z. B. vom PC im Esszimmer, nicht wieder aufgeweckt werden. Das Zusammenspiel von Energieverwaltungssoftware und Netzwerkkarte wurde nicht korrekt implementiert. Damit wurde der AV-Server zum grössten Stromverbraucher (720 kWh/Jahr), obwohl er zeitlich nur einige Stunden pro Tag wirklich benutzt wird! Die möglichen Einsparungen mit effizientem Energiemanagement betragen 600 kWh/Jahr oder über 80%! Sowohl der Server wie auch PCs als Clients für die Bedienung der Steuerung müssen dafür über ein Energiemanagement, die «Energieverwaltung» des Betriebssystems verfügen. Alle Einstellungen der Energieverwal-

tung müssen korrekt vorgenommen sowie die Standby-Prozesse vorbereitet sein. Nach einer bestimmten Zeit der Inaktivität sollen die Geräte in einen Bereitschaftsbetrieb mit wesentlich reduzierter Leistungsaufnahme übergehen.

Bewohner sind meistens nicht in der Lage, diese Funktion selbst einzurichten, da dafür tiefere Kenntnisse über den Server und das Betriebssystem notwendig sind. Die Verantwortung liegt beim Lieferanten der Anlage. Das Energiemanagement muss auch bei Servern im Heimbereich zur Selbstverständlichkeit werden und von Beginn weg funktionieren. Energieeffizienz, Komfort und Sicherheit müssen durch gemeinsame Anstrengungen der Industrie und der Anlagenbauer gefördert werden, damit der Stromverbrauch mit der rasch zunehmenden Zahl von eingesetzten AV-Server/Client-Systemen nicht weiter ansteigt.

Server, PCs und Bus-Steuerungen sollen darüber hinaus so konfiguriert sein, dass alle Komponenten nach einem Stromausfall automatisch und fehlerfrei wieder hochfahren können. Damit kann auf eine USV-Anlage verzichtet werden.



[3] Das Einfamilienhaus in Puidoux mit hoher Energieeffizienz dank Vernetzung. Foto: DOMO-Energie

[4] Multifunktions-Bediengerät in den Wohnräumen: Temperaturfühler, Display, Taster für Beleuchtung und Beschattung, LED-Anzeige für Überwachung. Foto: DOMO-Energie







Pellet-Holzheizung installiert. Jeder Wohnraum wurde mit einem KNX-Multifunktions-Bediengerät mit Temperaturfühler und LCD-Display ausgestattet, das gleichzeitig auch den Einzelraumregler für die Raumheizung beinhaltet. Das Display zeigt Temperaturwerte und Zustände an, die Taster dienen zur Bedienung von Beleuchtung, Beschattung sowie der Einzelraumregelung, z. B. der Wahl anwesend/abwesend für die Umschaltung von Komfort auf Standby-Temperatur. «Abwesend» kann auch zentral gewählt werden, um die Temperatur abzusenken, ebenso geschieht dies bei Öffnen von Fenstern im betreffenden Raum. Drei Tageslichtsensoren liefern das Signal für drei Schwellwerte zur automatischen Steuerung der Beleuchtung. Diese wirkt sowohl auf fest installierte Leuch-

ten sowie auf Steh- oder Tischleuchten, die über Steckdosen angeschlossen sind. Je nach Schwellwert werden Leuchten ausgeschaltet oder es wird das manuelle Einschalten unterdrückt. Zusätzlich werden Steckdosengruppen über Zeitsteuerung geschaltet, um ebenfalls unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden. In diversen Räumen stehen komfortable Szenenschaltungen für die Beleuchtung und Beschattung zur Verfügung wie z. B. «Good Morning».

Alle Aussentüren und Fenster werden überwacht. Einzelne Zustände werden via KNX auf LEDs angezeigt. Offene Fenster werden von der Visualisierung mit Angabe von Stockwerk und Standort signalisiert. Die einfach zu bedienende Visualisierung erlaubt eine rasche Übersicht in die vielen Möglichkeiten, die dem Bauherr zur Verfü-

gung stehen. Eine Anwesenheitssimulation erhöht die Sicherheit bei Abwesenheit der Bewohner.

**Richard Staub**

### Adressen

#### Kontakt

Richard Staub, Bus-House  
Merkustrasse 45, 8032 Zürich  
Telefon 043 244 99 64, Telefax 043 244 99 65  
richard.staub@bus-house.ch  
www.bus-house.ch  
www.electricity-research.ch

#### Bauherr

B. Venditti, 1070 Puidoux

#### Architekt

Artico Réalisations Sàrl  
1052 Le Mont-sur-Lausanne

#### Elektroplaner

J. Besson Sàrl, 1510 Moudon

#### KNX-Systemintegrator

DOMO-Energie, 1052 Le Mont-sur-Lausanne

## Energieeffizienz im Intelligenten Wohnen

### Produktbeispiel: Energiesparpotential innovativer Hausautomationssysteme

In einem vom BFE unterstützten Projekt wurde die Anwendung eines integralen adaptiven und benutzerzentrierten Automationssystems für Beleuchtung, Beschattung, Heizung und Lüftung in Wohn- und Büroräumen untersucht. Das System, entwickelt von der Adhoco AG, Winterthur, wird von den Benutzern sehr gut akzeptiert und erlaubt es, mit bescheidenen Investitionen im bestehenden Wohnraum ein zusätzliches Energiesparpotential zu erschliessen. Das System soll im 2007 im Markt eingeführt werden.

Im konkreten Fall konnte dank des Einsatzes dieses Systems etwa 25 % des thermischen Energiebedarfs und 30 bis 60 % des Energiebedarfs für Beleuchtung gespart werden. Der Eigenenergiebedarf des Automationssystems ist im Vergleich zur eingesparten Energie sehr klein. Wird mit dem System auch der thermische Komfort geregelt, wird er gar vernachlässigbar. Neben dem Energiespareffekt kann der Wohnkomfort und die Sicherheit gesteigert sowie eine Unterstützung im Alter und der Fernzugriff realisiert werden.

Die starke Technologiebasis der Adhoco AG beruht auf mehreren internationalen Patenten und Kooperationen mit der ETH Lausanne wie auch der Fachhochschule Winterthur sowie auf langjähriger Erfahrung in der Sensorik. Eine kleine, intelligente Zentrale nimmt die Informationen der installierten Sensoren wie auch die Taster- und Schaltbefehle der Bewohner entgegen und verwendet sie zur benutzergerechten Steuerung der Haustechnik-Installationen. Dafür werden Algorithmen hinterlegt, d. h. Regeln, welche Aktionen bei welchen Sensordaten auszulösen sind. Diese Regeln passen sich auf Grund der laufend empfangenen Sensordaten von Fühlern und Tastern automatisch dem Benutzerverhalten an – «Adaptive Home Control» ist denn auch der ausgeschriebene Name von Adhoco. Innovativ ist das System auch für die Errichter: Erweiterungen werden automatisch erkannt und notwendige Einstellungen nach dem Benutzerverhalten selbständig vom System erlernt. So entfallen aufwändige Installations- und Konfigurationsarbeiten.



**Die Wohnungszentrale: Knapp so gross wie eine Handfläche und nur mit einem Kabel ausgerüstet.**

Adhoco-Sensoren kommunizieren zudem über Funk und beziehen die notwendige Energie bei Wunsch über Solarzellen. Löcher bohren, Kabel verlegen und Batterien wechseln ist passé – damit eignet sich das System hervorragend für die Nachrüstung zu moderaten Kosten. Der verwendete Funkstandard wurde speziell für die Gebäudeautomation entwickelt. Er bietet eine sichere Kommunikation, niedrigen Energieverbrauch und eine sehr geringe Strahlungsbelastung. Aktoren kommunizieren ebenfalls über Funk oder Standard-Bussysteme mit Kabelübertragung. Sensoren und Aktoren lassen sich nach Belieben erweitern.

Fazit: In einer Kosten-/Nutzenüberlegung, die neben dem Energiesparen auch die weiteren Nutzeneffekte (Komfort, Sicherheit, Fernwirken) einbezieht, entpuppt sich eine kluge Hausautomation als sehr attraktive Lösung.

#### Weitere Informationen:

Adhoco AG, 8406 Winterthur, Tel. 052 203 29 03, www.adhoco.com