

# **Ansprüche an Gebäude von morgen- Integration intelligenter Systeme**

Prof. Dr.-Ing. habil. Georg Hohmann, Dr.-Ing. Hans-Jürgen Fiedler  
Professur Computergestützte Techniken  
Bauhaus-Universität Weimar  
D-99421 Weimar

## **1. Einleitung**

Gebäude begleiten, natürlich mit unterschiedlicher Funktionalität, den gesamten Lebenszyklus eines Menschen. In ihnen wird er geboren, lernt und arbeitet er, verbringt er zum Teil seine Freizeit und beschließt in ihnen seinen Lebensabend. Schon lange bedient sich der Mensch technischer Mittel, die ihn bei vielen Abläufen in diesen Gebäuden mit unterschiedlichsten Zielstellungen von einer Mitwirkung befreien (Automatisierung).

Die technische Entwicklung, insbesondere auf dem Gebiet der Informationsverarbeitung (low cost computing power), eröffnet dabei heute neue und sehr weitreichende Möglichkeiten. Auf Grund verteilter Intelligenz hat sich der Verkabelungsaufwand für komplexe Systeme erheblich reduziert. Mit unmittelbar in Sensoren und Aktoren lokalisierter Intelligenz, einfachen und billigen Medien und Verfahren zur Informationsübertragung zwischen diesen sowie überlagerten Kontroll- und Leitsystemen, eröffnen sich auch für den Wohnbau Möglichkeiten, die in der Vergangenheit nur im Zweckbau mit den dort ungleich höheren baulichen Investitionskosten sinnvoll und finanzierbar waren. Die in Industriebauten und Bürogebäuden in den letzten Jahren zunehmend installierte intelligente Steuer- und Leittechnik hat sich in überschaubaren Zeiträumen, durch den Gewinn an Gebäudesicherheit, Einsparungsmöglichkeiten im Bereich der Energie- und Wasserversorgung sowie dem abnehmenden Kontroll- und Wartungsaufwand, amortisiert.

Obwohl ähnliche Effekte (z.B. Energieeinsparung um 30 Prozent) im Wohnbereich zu erwarten sind, zeigen Umfragen, daß die Motivationen für den Einsatz intelligenter Technik in Wohngebäuden zumindest gegenwärtig gänzlich andere sein werden. So wollen zwar 85 Prozent befragter Bürger die natürlichen Ressourcen schützen, jedoch rangieren im privaten Bereich Individualität und subjektives Wohlbefinden vor Ökologie. Die Verantwortung für den Schutz der Natur wird heute noch weitestgehend an die Industrie, die Hersteller der im menschlichen Umfeld eingesetzten Geräte und Technologien, delegiert.

In den folgenden Ausführungen soll in erster Linie auf den Entwicklungsstand der Komponenten für die Gebäudeautomatisierung, die Ziele und Probleme beim Einsatz in Wohnbauten und die dort erkennbaren Entwicklungstendenzen eingegangen werden.

## **2. Anforderungen an intelligente Gebäudetechnik ( aus heutiger Sicht)**

Hinsichtlich der technischen Komponenten für Automatisierungslösungen durch komplexe Informationsverarbeitungssysteme unterscheiden sich heute Zweckbauten höchstens im Umfang der eingesetzten Systeme von Wohnbauten, während die Zielstellung für den Einsatz gänzlich andere sind. Sollen in ersteren Produkte und Ideen mit hoher Effizienz entstehen, bedeutet Intelligenz im Wohnbau vor allem intelligente Alltagsbewältigung, wie z. B. Einsparung von Zeit, Komfort und Wohlbefinden.

Ogleich zunächst der Neubau wegen der schon in der Planungsphase berücksichtigbaren technischen Voraussetzungen (Kabelkanäle) bevorzugter Anwendungsfall sein wird, muß davon

ausgegangen werden, daß Bedarf für die sukzessive Nachrüstung des erheblich größeren Bestandes vorhandenen Wohnraumes entsteht.

Ein Konzept für dort installierbare, netzwerkstrukturierte Automatisierungssysteme, die Einzelgeräte eines Hauses oder einer Wohnung integrieren, wird nur dann erfolgreich sein, wenn es ein hohes Maß an Funktionalität und Flexibilität zu extrem niedrigen Kosten bereitstellt und dabei auch vorhandene Kommunikationsmöglichkeiten und Installationen nutzt. Technische Komponenten müssen sich nach dem Prinzip des "Plug and Play" zusammenfügen lassen. Nicht ein Automatisierungssystem oder ein Bussystem interessieren den Anwender, sondern nutzbare Funktionen. Akzeptiert wird die Automatisierung im Heimbereich nur dann, wenn die Kosten gering, die Erweiterung durch den technischen Laien möglich, der Nutzen einsichtig und die Bedienung leicht ist. Zusätzlich gilt, daß laufend anfallende Wartungskosten wahrscheinlich nicht akzeptiert werden und für die Systeme deshalb eine extrem hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit gefordert wird.

### **3. Komponenten intelligenter Gebäudetechnik und deren Integration**

Das Streben nach immer mehr Komfort und die ständig wachsenden technischen Möglichkeiten haben in neuerer Zeit eine starke Zunahme elektrisch gesteuerter Funktionen auch im Wohnbau zur Folge. Neue Anwendungen in den zunehmend wichtiger werdenden Bereichen Umwelt- und Energietechnik, wie Solaranlagen, Systeme zur Wasseraufbereitung, intelligente Heizungsanlagen und andere, haben zu einem weiteren Anstieg der Anzahl elektrischer Verbraucher geführt. Die neuen Geräte und Anwendungen führen zwangsläufig zu einer immer komplexeren Elektroinstallation, da in den meisten Fällen nicht mehr nur Starkstromleitungen zur Energieversorgung der Verbraucher verlegt werden müssen, sondern zusätzliche Leitungen zu Sensoren und Aktoren benötigt werden. Dieser steigende Bedarf an Leitungswegen führt konventionelle Elektroinstallationen schnell an ihre Grenzen.

Heimautomatisierungssysteme ähneln funktionell und strukturell heute verwendeten Prozeßleitsystemen und speziell den Gebäudeleitsystemen. Ihre technische Basis bildet ein hausinternes Netzwerk für die Datenübertragung, konkret ein Haus-/Feldbussystem. Dieses Feldbussystem ist für die informatorische Integration lokaler und zentraler Komponenten (z.B. Raumtemperatursensoren, Helligkeitssensoren) sowie von Einzelgeräten und Subsystemen (z.B. Heizungsanlagen) zuständig.

Während bisher elektrische Verbraucher meist direkt über Schalter mit elektrischer Energie versorgt wurden, befinden sich heute Energielastschalter im oder in der Nähe des Verbrauchers und nicht mehr am Betätigungsort.

Jeder Teilnehmer am Bussystem, jeder Sensor und Aktor verfügt über einen eigenen Mikroprozessor, der mit denen der anderen Geräte über ein einfaches Medium (verdrillte Zweidrahtleitung) kommuniziert. Über dieses Medium werden alle Teilnehmer gleichzeitig mit der erforderlichen Hilfsspannung versorgt. Als für die Gebäudesystemtechnik besonders geeignete Struktur des Kommunikationsnetzes hat sich die Baumstruktur erwiesen, da sie den räumlichen Gegebenheiten in einem Gebäude am weitesten entgegenkommt. Teilnehmer eines Raumes werden mit einem gemeinsamen Liniensegment verbunden, Räume untereinander mit weiteren Linien. Jede Buslinie verfügt über eine eigene Spannungsversorgung. Bei Ausfall derselben bleiben die Teilnehmer der anderen Linien funktionsfähig. Als Buszugriffsverfahren eignet sich das CSMA/CA-Verfahren (Mehrfachzugriff mit Kollisionsvermeidung). Die Übertragung jeweils nur eines Telegrammes erfolgt ereignisorientiert und mit gleichem Zugriffsrecht für alle Busteilnehmer. Die Telegramme enthalten außer der Zieladresse auch eine Quelladresse, die im Servicefall eine eindeutige Senderzuordnung erlaubt. Das Datenfeld des Telegrammes paßt sich mit seiner variablen Länge der teilnehmerabhängigen Datenmenge an.

Verfahren mit einem Busmaster kommen nicht zum Einsatz, weil dessen Ausfall das gesamte räumlich verteilte System blockieren würde. Token Passing-Verfahren würden auf Grund ihrer Komplexität, trotz relativ geringer Datenmengen von Sensoren und Aktoren, den Preis der Endgeräte in unakzeptable Höhen treiben.

#### **4. Aspekte der Interaktivität im Gebäude (Mensch-Maschine-Schnittstelle)**

Obwohl die gestiegene Komplexität familiärer Probleme sowie der zunehmende Differenzierungsgrad von Lebensentwürfen und Lebensstilen in unserer Gesellschaft eine Vorausschau von Entwicklungen in der Zukunft immer schwieriger machen, lassen sich doch Aspekte der Interaktivität im Bereich des Hauses ableiten. Heutige Probleme der Benutzer technischer Geräte resultieren einerseits daraus, daß die zunehmende Funktionsvielfalt zu einer höheren Komplexität der Interaktivität geführt hat, andererseits die Hersteller vorhandene Erkenntnisse über Aufnahme, Verarbeitung und Ausgabe von Informationen durch Menschen beim Design von Geräten nicht beachtet haben. Darüber hinaus führen noch ungenügend standardisierte Mensch-Maschine-Interaktion zu herstellerabhängigen Bedienkonzepten. Es zeigt sich, daß auf diesem Gebiet tatsächlich noch unzureichendes Wissen vorliegt.

Der Benutzer wird die Funktionalität eines Gerätes aber nur dann ausschöpfen, wenn er sie kennt, versteht und auch benötigt. Die Notwendigkeit der Gestaltung künftiger Mensch- Maschine-Systeme im Sinne einer handbuchlosen Benutzung infolge eines eigenständigen, zielführenden und effizienten Lernprozesses zum Erwerb der Fähigkeiten beim Umgang mit einem Gerät, ist inzwischen ins Problembewußtsein sowohl der Gerätehersteller als auch der Käufer getreten.

#### **5. Einbeziehung der Fuzzy-Technologie zur Steuerung intelligenter Gebäudesysteme**

Zunehmend werden im Bereich der Heimautomatisierung moderne, die Möglichkeiten der konventionellen Steuerungs- und Regelungstechnik ergänzende Technologien eingeführt. Ein Beispiel dafür sind eingesetzten Fuzzy- Controller, die sich als nichtlineare Regler besonders für die Echtzeitsteuerung mathematisch nicht oder nur schlecht modellierbarer Prozesse eignen. Die bereits 1965 veröffentlichte Idee der Fuzzy Sets, die unscharfe, vage Mengenzugehörigkeiten abbilden, wird heute verstärkt auch zur Lösung regelungstechnischer Fragestellungen eingesetzt. An die Stelle der immer weiterführenden Verfeinerung der bei konventionellen Regelungsverfahren notwendigen Beschreibung zu steuernder Prozesse durch mathematische Modelle, trat die Modellierung des Verhaltens erfahrener Gerätebenutzer. Dabei zeigte sich, daß Handlungsempfehlungen zur Steuerung oftmals unscharfe Formulierungen, etwa der Form "WENN die Temperatur zu hoch ist UND der Druck stark steigt,

*DANN* muß das Ventil leicht geöffnet werden",

enthielten. Fuzzy-Steuerungen auf der Basis preiswerter Hardware werden als in Geräte implementierte Produktintelligenz zur Optimierung deren interner Arbeitsweise eingesetzt. Die Fuzzy-Steuerung kann auf Grund ihrer Charakteristik mit niedrig auflösenden und damit billigen Sensoren auskommen und scheint in besonderem Maße für Anwendungen geeignet, bei denen eine "behutsame" Beeinflussung der Regelgröße mit reduziertem Überschwingen bei der Ausregelung von Störeinflüssen wünschenswert ist.

#### **6. Wechselwirkungen zwischen intelligenter Gebäudetechnik und Facility Management**

Facility Management hat zum Ziel, den ganzen Lebenszyklus eines Gebäudes, beginnend mit der Planung und Erstellung, über das Betreiben und die Nutzung, bis zum Abriß oder die Umnutzung, energetisch, ergonomisch und ökologisch unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu betrachten. Gebäudemanagement ist im Prinzip die Projektion der Ziele und Methoden des Facility Management auf die operative Ebene während der Nutzungsphase eines Gebäudes. Voraussetzung für ein erfolgreiches Gebäudemanagement ist ein, die Komponenten eines Gebäudes integrierendes EDV-gestütztes Informationssystem, das alle Informationen für ein übergreifendes Controlling liefert. Diese zeitunkritische Darstellung und Auswertung von Systemzuständen ist eine Erweiterung der

Funktionalität heute möglicher, busorientierter Automatisierungssysteme von Gebäuden mit dem Schwerpunkt in Zweckbauten.

**Literatur:**

- [1] *Rose, M.:* Gebäudesystemtechnik in Wohn- und Zweckbau  
Hüthig Verlag 1995
- [2] *Scherg, R.:* EIB Planen und installieren  
Vogel Buchverlag 1995
- [3] *Schleuder, S.:* Expertensysteme und neuronale Netze im intelligenten Wohnhaus der Zukunft  
Metropolis-Verlag 1994
- [4] *Meyer-Krahmer, F.:* Für wen und wozu das "intelligente Haus"  
Tagungsmaterial "Das intelligente Haus", Bonn 1995
- [5] *Meyer, S.; Schulze, E.:* Alles automatisch?- Thesen zur Nutzung zukünftiger Technik im Haus  
Tagungsmaterial "Das intelligente Haus", Bonn 1995
- [6] *Geiser, G.:* Aspekte der Interaktivität im Bereich des Hauses  
Tagungsmaterial "Das intelligente Haus", Bonn 1995