

# **Intelligente Gebäudesysteme: eingebettete Intelligenz, Integration durch Vernetzung, neue Nutzeffekte durch Systemfunktionen**

V. Grinewitschus, Fraunhofer-IMS und inHaus-Zentrum, Duisburg;  
M. Klingner, Fraunhofer-IVI, Dresden; C. Wittwer, Fraunhofer-ISE, Freiburg

IKM 2003 Plenumsvortrag „Intelligente Gebäudesysteme“

## **1 Einleitung**

Intelligente Gebäudesysteme werden eingesetzt, um die Eigenschaften von Gebäuden in den Bereichen Betriebskosten, Sicherheit und Flexibilität bzgl. der Nutzung zu verbessern. So müssen Gebäude während ihres Lebenszyklus Nutzer- und Nutzungsänderungen bewältigen. Dies gilt nicht nur für Zweckbauten, sondern auch für Wohngebäude, die früher auf den klassischen Familientyp (4-köpfige Familie) hin optimiert wurden. Heute ist mehr eine nutzungsneutrale, funktionsoptimierbare Gestaltung von Gebäuden gefordert [1]. Die Kleinfamilie löst sich mehr und mehr zugunsten anderer Haushaltsformen auf, ein Gebäude soll auch für Single- oder Zweipersonenhaushalte gut geeignet sein, es soll eine optimale Verbindung von Wohnen und Arbeiten zulassen oder später älteren, pflegebedürftigen Personen ein möglichst langes selbstbestimmtes Leben ermöglichen.

Das System Gebäude besteht aus der Gebäudehülle und einer Kommunikations- und Informationsverarbeitungs-Infrastruktur, zu der alle im Gebäude eingebauten Geräte gehören, die zum Betrieb des Gebäudes erforderlich sind. Die Koordination der Funktion von Einzelkomponenten erfolgt dabei weniger durch den Nutzer, sondern durch eine spezielle Software, die auf die Knoten im System verteilt ist. Diese Architektur ist Grundlage der Verbesserung der Gebäudeeigenschaften in den genannten Bereichen, die möglichen Funktionen und die damit verbundene Flexibilität in der Nutzung wird mit dem Ausdruck „Intelligenz“ des Gebäudes assoziiert.

Während in der Vergangenheit die technische Gebäudeausrüstung als eigener Bereich betrachtet werden konnte, der wiederum in einzelne Gewerke unterteilt ist, kann beobachtet werden, wie sich vertraute Grenzen zunehmend auflösen. So werden zur Verbesserung der Bedienung und zur Prozessoptimierung die Gebäudeautomation und die Multimediatechnik zu Gesamtanwendungen kombiniert. Damit verbunden ist die Übernahme von Mechanismen wie Anbindung der Gebäudetechnik an das Internet, Einbeziehung der dort verfügbaren Informationen in die Regelungstechnik, Bedienung über PC's, Webpads oder PDA's. Der Nutzer interagiert so auf der Ebene komplexer Funktionen mit dem System. Damit dies mit hoher Flexibilität möglich ist, wird nicht nur eine spezielle Management-Software benötigt, sondern auch Mechanismen, mit denen sich die Software in den Geräten während der Lebensdauer an die jeweilige Gebäudenutzung anpassen lässt. Die dabei entstehenden neuen Strukturen bieten neue Möglichkeiten für die integrierte Systembedienung, aber auch für die Optimierung der Prozesssteuerung.

Eine wichtige Rolle werden dabei Gateways spielen, die zum einen die unterschiedlichen Kommunikationssysteme im Gebäude mit der Außenwelt verbindet und die auch in der Lage sind, Anwendungssoftware auszuführen. Diese Gateways der nächsten Generation bereiten auch die im Haus verfügbaren Informationen in einer standardisierten Form auf. Ein Service-Provider oder auch ein Gebäudenutzer, der auf ein solches Gateway zugreift, sieht nicht mehr die heterogene Kommunikations-Infrastruktur im Gebäude, sondern nur die für den Zugriff freigegebenen Informationen. Diese standardisierte Darstellung der Informationen (basierend z.B. auf dem OSGI-Standard) ist auch die Voraussetzung dafür, dass auf ein solches Gateway Software in Form sogenannter Bundles geladen werden kann, die für den Anwender bestimmte Dienstleistungen erbringen.

Beispielsweise könnte ein solches Bundle die Verbrauchsdaten der Heizungsanlage mit den

Sollwerten der Raumtemperatur im Gebäude, der Position der Fenster (geöffnet, geschlossen) und der lokalen Außentemperatur vergleichen. Wenn der errechnete Wirkungsgrad der Heizung zu gering ist, könnte über einen Service-Provider der für die Wartung zuständige Handwerker informiert werden. Ein anderes Bundle könnte z.B. bei Abwesenheit der Bewohner eine Anwesenheitssimulation ablaufen lassen, und, falls sich Einbrecher nicht abschrecken lassen, bei Einbruch über einen Service-Provider die Polizei oder den Wachdienst informieren. Letzten Endes stellt die Kommunikations- und Informationsverarbeitungs-Infrastruktur des Gebäudes damit einen verteilten Rechner dar, auf dem neben Software für die integrierte Systembedienung u.a. auch Optimierungsstrategien, die heute off-line analysiert werden, mit der großen Anzahl an zur Verfügung stehenden Zustandsinformationen on-line berechnet und so zu neuen Regelungs-Strategien führen.

Der Beitrag versucht zunächst, auf Basis der Konzepte und Erfahrungen des Innovationszentrums Intelligentes Haus Duisburg, kurz inHaus, und des vom Fraunhofer-Institut IMS seit 1993 gewonnenen einschlägigen Know-Hows [13],[14],[5] einen Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand bei Systemintegrations-Technologien und -funktionen für ganzheitliche, intelligente Haus- und Gebäudesysteme zu geben, insbesondere für den Bereich der integrierten Bedienung und der Nutzung der Internet-Anbindung.

Weiter wird als Praxisbeispiel ein vom Fraunhofer-Institut IVI entwickelungstechnisch begleitetes und vom Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit gefördertes Projekt zur Piloterprobung gebietsweiter Telemetriedienste in Mietwohnanlagen vorgestellt. Ausgehend von einer umfassenden Sanierung der Gebäudehülle und durch die Wahl einer geeigneten automatisierungstechnischen Gebäudeinfrastruktur, den Einsatz innovativer Kommunikationstechnik und die Einführung von Telematikanwendungen wird es hier möglich, wohnbegleitende Dienstleistungen anzubieten, Verbrauchswerte über das Internet individuell und umfassend zu beobachten und energiesparendes Verhalten zu unterstützen, was letztendlich dabei helfen kann, die Wirtschaftlichkeit einer Mietwohnanlage nachhaltig zu verbessern.

Ein weiteres Beispiel ist das vom Fraunhofer ISE entwickelte Regelungssystem auf Basis eines Fuzzy Controllers, das bisher durch dynamische Simulationsrechnungen evaluiert wurde. Derzeit wird ein internet-fähiges Regelungssystem (Embedded System) entwickelt, das den Regelungsalgorithmus realisiert und über eine Internetanbindung verfügt. Es regelt darüber hinaus den Strahlungseintrag des Gebäudes über die Verschattungseinrichtung, die Teil der Energieflußregelung ist. Aufgabe des Regelungssystems ist neben der Optimierung des Solareintrags im Winter die Verhinderung der Überhitzung im Sommer bei hohem Lichtkomfort im Innenraum.

## **2 Die Aufgaben der informationstechnischen Systemintegration in intelligenten Gebäuden, spez. Wohngebäuden**

Will man die in einer geplanten und systematischen informationstechnischen Umgebung liegenden Nutzenpotenziale auch im Wohngebäudebereich zur Wirkung bringen, hat man in Relation zum Nutzgebäudebereich teilweise unterschiedliche Aufgaben zu lösen:

- unterschiedlichste, in der Geräten und Komponenten eingebettete Mikro-Rechner mit beschränkten Leistungsdaten und unterschiedlichster Funktionssoftware sind miteinander zu verknüpfen;
- verschiedene Vernetzungsstandards sind zu einem durchgängigen, transparenten Datennetz zu integrieren;
- sinnvolle und nutzbringende Systemfunktionen sind zu definieren und zu realisieren;
- ein ganzheitliches Datenmodell ist zu realisieren und die Datenflüsse und Datenspeicherungen sind in diesem heterogen Umfeld zu implementieren;

- unterschiedlichste Consumer-Geräte sind in sinnvolle Systemfunktionen einzubeziehen;
- ein durchgängiges Anwender-Bedienkonzept ist zu definieren und zu realisieren;
- Telebedienung und Teleservices sind in die Prozesse zu integrieren;
- Aspekte der Datensicherheit und der Privatheit der Daten sind zu beachten;
- weitere Randbedingungen wie leichte Planbarkeit, Installierbar und Wartbarkeit sind zu berücksichtigen und last but not least
- die Einhaltung von wirtschaftlichen Rahmendaten bei Investoren und Endanwendern ist zu erreichen.

Viele machbare Teillösungen für das intelligente Haus sind am Markt schon als Produkt erhältlich. Nach der Studie „Home Networking Markets to 2005“ von *Datamonitor* [4] wird es in Europa im Jahre 2005 über 25 Millionen vernetzte Haushalte aller Art geben. Die Schwerpunkte werden dabei auf der breitbandigen internen und externen Vernetzung von Personalcomputern und Multimedia-Unterhaltungselektronik, auch mit dem Internet liegen. Aber auch schmalbandige Vernetzungstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Geräte- und Gebäudefunktionen werden zunehmend in die Wohnhaushalte installiert.

Viele Vernetzungsstandards, Teillösungen und Pilotanwendungen aller Art sind aktuell vorhanden und werden auch in kleinerem Umfang eingesetzt. Auch viele Forschungs- und Demonstrationsprojekte sind mittlerweile bekannt [6].

Was im Wohn- und Kleingewerbebereich allerdings für einen breiten Markterfolg intelligenter Haustechnik fehlt, sind auf Anwendungen und Nutzeffekte ausgerichtete ganzheitliche und gewerkeübergreifende Systemlösungen für die Vermarktung.

### **3 Neue Nutzeffekte: Anwendungen, Funktionen, Services**

Für den Endanwender und auch für den professionellen Betreiber von Wohnanlagen oder Kleingewerbeimmobilien soll ein innovatives intelligentes Haussystem in erster Linie praktische Unterstützung im Alltag liefern. Darüber hinaus soll die Technik einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb des Gebäudes ermöglichen. Will man Fortschritte bei der Erfüllung dieser Anforderungen erzielen, muss man feststellen, dass die Möglichkeiten der Optimierung einzelner Komponenten und Geräte vielfach ausgeschöpft sind. Moderne Heizkessel erzeugen die Wärme mit einem Wirkungsgrad von über 90 %, der Verbrauch an Wasser und Energie bei modernen Waschmaschinen nähert sich dem möglichen Minimum. Dagegen wird es immer schwieriger, die wachsende Anzahl von Funktionen in einer einfach zu bedienenden Form zugänglich zu machen. Einen Ausweg bietet der Ansatz, die einzelnen Geräte im Haus als Funktionsbausteine eines Systems zu betrachten, die zu neuartigen Gesamtfunktionen zusammengeschaltet werden. Was im Automobil heute bereits Standard ist, mutet bei der Haustechnik immer noch etwas exotisch und revolutionär an.

In folgenden Bereichen lassen sich für gewerkeübergreifende, intelligente Haussysteme Nutzeffekte identifizieren:

- Gebäude- und Gerätesicherheit
- Personensicherheit
- Datensicherheit
- Health-Care, Social-Care
- Komfort, Bedienung
- Energieeinsparung
- Beleuchtung, Raumklima
- Entertainment
- Kommunikation
- Services, spez. Teleservices inkl. Telebedienung

Nachfolgend soll ein Beispiel für neuartige Systemanwendungen und deren Nutzeffekte kurz beschrieben werden.

### **Beispiel integrierte Systembedienung**

Eine wichtige übergeordnete Anwendung besteht in der Bereitstellung einer integrierten Bedienung für das Haustechnik-System. Separate Bediengeräte inkl. deren unterschiedlichen Bedienlogiken sind in einem Haussystem nicht mehr tolerabel. Wegen der massenhaften Verbreitung, der günstigen Preise und der bekannten Bedienkonzepte wird zukünftig die Multimedia-Technik eine wichtige Rolle bei der integrierten Systembedienung einnehmen. Es wird daran gearbeitet, die Haustechnik über den PC, den Fernseher, über Notepads und auch über PDA's und Smartphones bedienbar zu machen. Ein Beispiel für die Konvergenz der verschiedenen Hausgewerke ist die Abfrage der Türkamera oder die integrierte Bedienung von Hausgeräten über den TV-Bildschirm im Wohnzimmer. Auch das Konzept *miele@home* der Fa. Miele, mit touch-screen-Bedienoberfläche für die Küche, aber auch für die Bedienung weiterer Geräte im Haus bis hin zum Internet-Zugang zu realisieren, weist in diese Richtung.

## **4 Technologieplattformen, Netzwerke und Systemintegration**

Ausstattungen mit technischen Gerätschaften aller Art waren und sind außer dem eigentlichen Gebäude die wesentlichen Hilfsmittel zur Erreichung der oben beschriebenen Nutzeffekt-Zielsetzungen. Neben den physischen und energetischen Hilfsmitteln und Gerätschaften kommen nun immer mehr Ausstattungen der Informations- und Kommunikationstechnik hinzu. Nach der Arbeitswelt wird die Information und deren Verteilung, Speicherung, Präsentation und Verarbeitung zum wesentlichen Zukunftsaspekt auch im Bereich Wohnen.

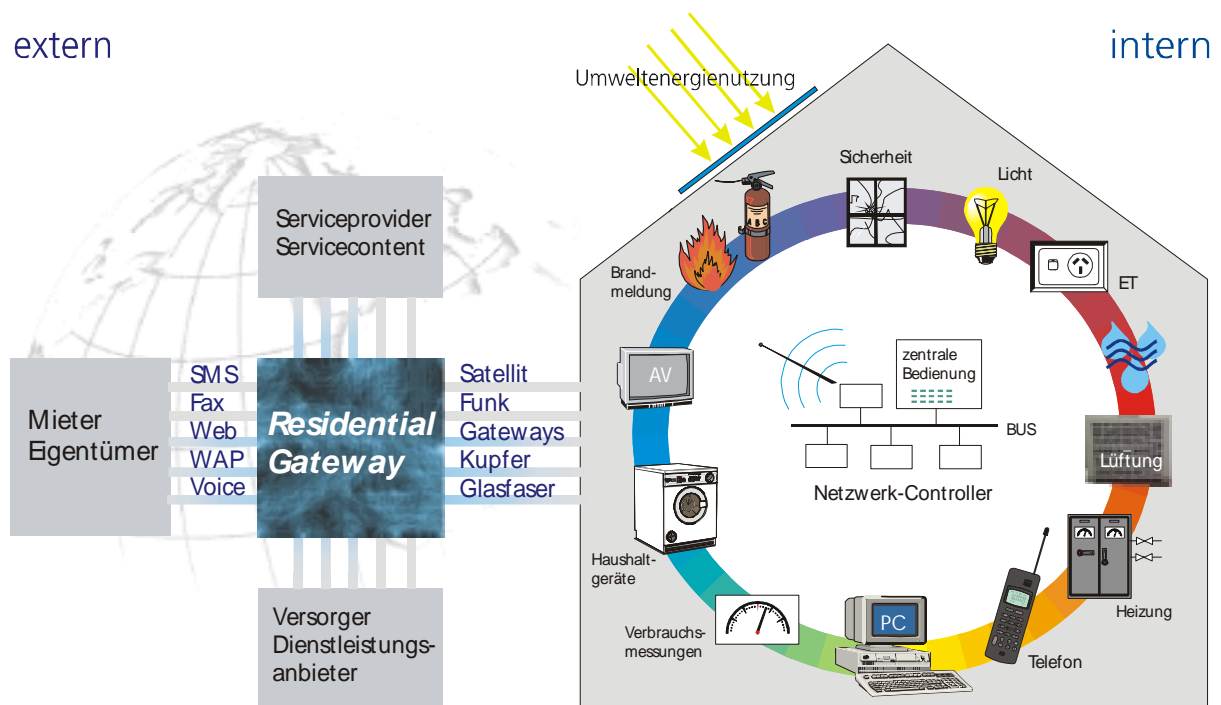
Die Einflussbereiche der Vernetzung werden anschaulich durch das **Sphärenmodell** strukturiert:

- **WAN:** wide area network (weltweite Netze der Daten-, Bild- und Sprachkommunikation; hierauf Dienste wie Internet, email, electronic banking usw.)
- **UAN:** urban area network (Netzwerke innerhalb einer Stadt, eines Quartiers, z.B. Verkehrsleitsystem)
- **LAN:** local area network (räumlich typischerweise im Büro- oder Produktionsbereich als Computernetz oder Netzwerk von Produktionsmaschinen; Medium typ. Ethernet, Protokoll typ. TCP/IP) Gebäudeausstattung: Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Alarmanlage
- **PAN:** personal area network (Netzwerk der zum persönlichen Umfeld von Menschen gehörigen Geräte und Anlagen; typ. die Wohnung oder ein Kleinbüro, aber auch das persönliche Fahrzeug); Stationäre PCs, Geräte der Unterhaltungselektronik, Bett, Bad, Auto
- **BAN:** body area network (Netzwerk der direkt am Körper einer Person befindlichen Geräte wie z.B. Blutdrucksensor, PDA, Handy, Hörgerät, Armbanduhr)

Die System- und Vernetzungskonzepte des intelligenten Hauses lassen sich nun schwerpunktmäßig dem LAN- und PAN-Bereich zuordnen. Hierin finden sich wiederum klar unterscheidbare Bereiche:

- (1) Heizungs-, Klima-, Lüftungs-Subsysteme, Energie-Versorgung inkl. alternativer Energiequellen (Erdgas, Öl, Solar, Brennstoffzellen, Wärmepumpen);
- (2) Installationstechnik (Stromverteilung, Licht);
- (3) Fenster, Jalousien, Türen;
- (4) Sanitärbereich (Bad, Versorgung Trinkwasser, Entsorgung Abwasser);
- (5) Hauskommunikations- und Telefon-Subsysteme;
- (6) Sicherheits- und Alarm-Subsysteme;
- (7) Haushaltsgeräte aller Art (Kühlschrank, Elektroherd, Waschmaschine);
- (8) Computer aller Art, auch portable wie PDAs;
- (9) Unterhaltungstechnik, Multimedia, Spielzeug;
- (10) Systembedienung; Facility Management, Verwaltung;

Die Produkte dieser Bereiche haben meist ihre eigenen Standards der Vernetzung und auch ihre eigenen Vermarktungswege. So haben sich in den Bereichen 1,2 z.B. quasi Standards wie EIB (european installation bus), LON (local operating network); im Bereich der Energie-Subsysteme meist proprietäre Firmenstandards, im Bereich 8 Ethernet/TCP-IP und wireless LAN und/oder Bluetooth und im Bereich 9 neuartige Breitband-Vernetzungskonzepte wie IEEE 1394 (fire wire, i-link) und auch Bluetooth etabliert. Telefonsysteme sind intern über ISDN-S0 und/oder DECT vernetzt, während die externe Vernetzung inkl. der Anbindung an das Internet über ISDN oder xDSL, mobil über GSM/WAP und demnächst über GPRS, UMTS realisiert wird. Allerdings spielen analoge high-speed-Modems immer noch eine große Rolle bei der Vernetzung von Haushalten und Kleingewerbebauten mit dem Internet.



**Bild-1 Übersicht Netzwerk-Infrastrukturen in intelligenten Gebäudesystemen**

Die Vernetzungsstandards sind auf die Bedürfnisse der Segmente und Gewerke zugeschnitten optimiert und werden so schnell nicht einem universellen Standard weichen, wenn dieser überhaupt jemals Realität werden sollte. Gewisse Tendenzen der Vereinheitlichung auf höheren Protokollebenen sind allerdings sichtbar. Als Beispiel sei hier

der Konnex-Standard (KNX) genannt, der die Gebäudebusse EIB, BatiBus und EHS (european home systems) integriert.

Will man ein durchgängiges Datennetz zur Realisierung voll integrierter Haussysteme erreichen, ist ein übergeordneter Vernetzungsstandard gefragt. Der einzige erkennbare übergeordnete Standard auf der höchsten Ebene der Daten-, Sprach- und Bilddienste ist die Internet-Technologie mit all ihren diversen Subtechnologien. Zielsetzung ist dabei, ein Intranet-Backbone im Gebäude zu realisieren und damit im Gebäude alle Internet-Technologien und -Dienste ebenso nutzbar zu machen wie außerhalb des Gebäudes inkl. den Fahrzeugen aller Art. Diese Tendenz wird auch unter den Begriffen „IP-fication“, „IP to the frontline“ oder „embedded internet“ kommuniziert.

Bei der offenen Integration der angeführten Vernetzungsstandards spielen Middleware-Technologien wie open-service-gateway (OSGI [9]), CORBA [3] und auch offene Ablaufumgebungen wie embedded Linux, VxWorks als embedded operation systems eine große Rolle. Auf dann realisierten lokalen, eingebetteten Servern in residential gateways und auch in Internet-Service-Portalen (Beispiel Telehome-Serviceportal der Deutschen Telekom / T-Systems) sichern diese Technologien die offene Austauschbarkeit von Daten.

Aus allgemeiner Systemsicht besteht die Aufgabe darin, ein schlüssiges Konzept für einen verteilten Computer mit in diverse Geräte eingebetteten Informationsverarbeitungseinheiten (embedded intelligence) inkl. ihrer Datenschnittstellen, einigen zentralen Systemkomponenten (z.B. integrierte Systembedienung, PC) und einer Anbindung an die Services und Inhalte des Internet zu schaffen. Viele der beteiligten high-end Geräte tendieren dazu, immer mehr lokale Intelligenz zu akkumulieren, um den Mehrwert des einen Gerätes zu erhöhen. So haben einige TV-Geräte z.B. die Funktionalität eines PCs als Subfunktion integriert. Systemtechnisch verhindert dies natürlich die Ausbalancierung der lokalen Intelligenz in den Geräten, den Abgleich der Datenkommunikation und die Reduzierung des Systempreises.

## **Entwicklung der Gateway-Technologie**

Als Gateway bezeichnet man ein Gerät, welches zwei unterschiedliche Kommunikationssysteme miteinander verbindet. Die einfachste Form eines Gateways ist ein Gerät, welches eine „funktionale Insel“ (z.B. eine Heizungsanlage) mit dem Telefonnetz verbindet. Diese Gateways verbinden heute zunehmend Subsysteme im Gebäude über das Telefonnetz mit dem Internet und ermöglichen auf diese Weise eine komfortable Überwachung der Systeme. Beispiele hierfür sind z.B. Vitodata (Viessmann) oder der Internet Controller IC 1 (Merten). Nachteilig ist, dass diese Gateways hausintern meist auf das Subsystem eines Herstellers beschränkt ist.

Ein Beispiel für ein Gateway, welches es erlaubt, Geräte mit einem Standard-Interface (EIB) über das Telefonnetz abzufragen und zu bedienen, ist das Instacom-Gateway, welches vom Fraunhofer-Institut in Kooperation mit der Fa. Ackermann entwickelt wurde [18]. Der Zugriff auf die Haustechnik ist über Telefon, Handy, aber auch durch Verwendung eines Internet-Browsers möglich, über den verschiedene HTML-Pages abgerufen werden können. Des Weiteren ist das Gateway in der Lage, im Alarmfall Sprachnachrichten oder E-Mails zu versenden. Auf diese Weise können nicht nur Endanwender ihr Haus von außen steuern, sondern Handwerker die Überwachung der Haustechnik als Serviceleistung anbieten.

Die Gateways der nächsten Generation, an deren Entwicklung aktuell im inHaus gearbeitet wird, widmen sich nicht nur der Anbindung eines Subsystems an das externe Netz. Hierbei bildet die Vernetzung der unterschiedlichen Kommunikationssysteme im Gebäude einen wichtigen Schwerpunkt. Darüber hinaus gilt es auch, die im Haus verfügbaren Informationen in einer standardisierten Form für den externen Zugriff aufzubereiten. Ein Service-Provider, der auf ein solches Gateway zugreift, sieht nicht mehr die heterogene Kommunikations-Infrastruktur im Gebäude, sondern nur die für den externen Zugriff freigegebenen Informationen. Diese standardisierte Darstellung der Informationen (basierend z.B. auf dem OSGI-Standard) ist auch die Voraussetzung dafür, dass auf ein solches Gateway Software in Form sogenannter Bundles geladen werden kann, die für den Anwender bestimmte

Dienstleistungen erbringen.

Beispielsweise könnte ein solches Bundle die Verbrauchsdaten der Heizungsanlage mit den Sollwerten der Raumtemperatur im Gebäude, der Position der Fenster (geöffnet, geschlossen) und der lokalen Außentemperatur vergleichen. Wenn der errechnete Wirkungsgrad der Heizung zu gering ist, könnte über einen Service-Provider der für die Wartung zuständige Handwerker informiert werden. Ein anderes Bundle könnte z.B. bei Abwesenheit der Bewohner eine Anwesenheitssimulation ablaufen lassen, und, falls sich Einbrecher nicht abschrecken lassen, bei Einbruch über einen Service-Provider die Polizei oder den Wachdienst informieren.

Zukünftig wird die Entwicklung von Sicherheitsmechanismen (safety [2], security [7]) eine wichtige Rolle spielen.

### **Technologie der inHaus-Systemplattform**

Die inHaus-Systemplattform basiert auf einem hierarchischen Kommunikationskonzept (standardisierte Protokolle in den „Funktionsinseln“, TCP/IP als übergeordnetes Protokoll) und der Verwendung von HTML-Seiten und Java-Applets für den Aufbau von Bedienoberflächen. Diese können über einen „embedded web server“ abgerufen werden, der auf einem Gateway implementiert ist. Die lokale Bedienung eines Gerätes wird damit aber keineswegs entfallen. Vielmehr geht es darum, die lokale Bedienung zu ergänzen, in dem für komplexere Funktionen die grafischen Möglichkeiten der Multimedia-Geräte genutzt werden. Darüber hinaus werden für neue Funktionen, die sich nicht ohne weiteres einem Gerät zuordnen lassen, attraktive Bedienmöglichkeiten geschaffen.

Für die flexible Steuerung der Geräte ist das Einfügen einer Abstraktionsebene zwischen den einzelnen Geräten und Bussystemen und dem Benutzer unabdingbar. Mit Hilfe dieser Abstraktion wird erreicht, dass der Benutzer immer die gleiche Schnittstelle ansprechen kann, unabhängig davon welches Gerät und auch Kommunikationssystem sich hinter dieser Ebene verbirgt. Im inHaus wird für diese Abstraktion die CORBA-Architektur (Common Object Request Broker Architecture) [3] eingesetzt, die mit ihrer „Interface Definition Language“ (IDL) eine hervorragende Möglichkeit zur Lösung dieses Problems bietet. Innerhalb der IDL sind Module, Schnittstellen, Methoden und Variablen für die einzelnen Geräte definiert, wie man sie auch aus der objektorientierten Programmierung kennt. Die Beschreibung der einzelnen Schnittstellen oder eines Verbundes von Schnittstellen geschieht mit einer einfachen Textdatei. Hier kann z.B. eine Funktion mit einem bestimmten Namen, einer bestimmten Art von Rückgabewert und einer bestimmten Art und Anzahl von Übergabeparametern beschrieben werden. Im inHaus ist diese Technik auf selbst entwickelten  $\mu$ C-basierenden Rechnern (Multifunktionsmodule), die über diverse Interfaces zu den im Gebäude genutzten Kommunikationssystemen verfügen, erfolgreich implementiert worden. Diese Technik wird zur Zeit zur Bereitstellung eines OSGI-kompatiblen Gateways für das inHaus weiterentwickelt.

## **5 Praxisbeispiel intelligente Haussysteme im Mietwohnungsbau**

Moderne Kommunikationstechnologien finden auch in der Gebäudesystemtechnik mehr und mehr Verbreitung, wie oben schon ausgeführt. Dabei stehen auf der einen Seite Feldbussysteme wie der EIB (Europäischer Installationsbus) für die Steuerung und Regelung gebäudetechnischer Prozesse. Auf der anderen Seite sind zum Beispiel Hochfrequenz-Breitbandkabel-Netze zur Übertragung von Rundfunk- und Fernsehsignalen Standard. Werden diese TV-Kabelnetze rückkanalfähig gestaltet, können sie zur Übertragung von Telemetriedaten für Mehrwertdienste genutzt werden.

Der Einsatz von Feldbussystemen gestattet die Abstimmung der einzelnen Regelstrecken der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik und deren koordinierte Steuerung mit den Zielen Behaglichkeit für den Nutzer und sparsamer Energieeinsatz. So kann durch Einzelraumregelung bei Abwesenheit der Bewohner eine verstärkte Lüftung bei abgesenkter

Raumtemperatur stattfinden. Bei geöffneten Fenstern werden die Heizkörper automatisch abgeschaltet.

Die durch den Einsatz intelligenter Automatisierungstechnik verstreut anfallenden Informationen können insbesondere bei großen Gebäuden, beispielsweise im Mietwohnungsbau, zur bedarfsgerechten Steuerung, Überwachung und Fernparametrierung der zentralen Wärmeerzeugung, zur koordinierten Heizungs- und Lüftungssteuerung und zur energieoptimalen Regelung zentraler Abluftanlagen herangezogen werden.

Telemetriedaten, wie zum Beispiel Zählerdaten für Strom, Gas, Kalt- und Warmwasser sowie Heizenergieverbräuche, werden dezentral erfasst und über TV-Kabelnetze zentral in einer Datenbank konzentriert und können so den Bewohnern, aber auch den Dienstleistern im Gebäudebereich zu Abrechnungszwecken zur Verfügung gestellt werden.

In einem durch das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit geförderten Projekt zur Piloterprobung gebietsweiter Telemetriedienste in Mietwohnanlagen wurden Entwicklungsleistungen für unterschiedliche Interessengruppen erbracht. Ausgehend von einer umfassenden Sanierung der Gebäudehülle und durch die Wahl einer geeigneten automatisierungstechnischen Gebäudeinfrastruktur, den Einsatz innovativer Kommunikationstechnik und die Einführung von Telematikanwendungen wird es möglich, wohnbegleitende Dienstleistungen anzubieten, Verbrauchswerte über das Internet individuell und umfassend zu beobachten und energiesparendes Verhalten zu unterstützen, was letztendlich dabei helfen kann, die Wirtschaftlichkeit einer Mietwohnanlage nachhaltig zu verbessern.

## **6 Praxisbeispiel intelligente Haussysteme für die optimierte Betriebsführung von Niedrigenergiegebäuden mit Solarenergienutzung**

Die Reduktion des Heizenergieverbrauchs im Gebäude führt durch die großflächige Verglasung zu einer hohen Sensitivität bezüglich der Solarstrahlung. Konventionelle Regelungssysteme regeln die Heizkreisvorlauftemperatur lediglich über die Außentemperaturdifferenz und reduzieren die Heizleistung nur in Folge der autonom arbeitenden Thermostatventile in den Räumen. Der Einsatz konventioneller Regelungen in modernen Niedrigenergiehäusern führt deswegen häufig zur starken Komfortreduktion und zu unnötig hohem Heizenergieeinsatz.

Intelligente Gebäudesysteme sollten die Charakteristik der "Regelungsstrecke" erfassen und durch den Zugriff auf die vernetzten Subregelungssysteme möglichst auf alle Meßgrößen des Gebäudes Zugriff haben. Die Hausenergieversorgungssysteme werden durch die Einbindung solarthermischer Kreise, Pufferspeicher und Lüftungssysteme auch zunehmend komplexer. Gerade die Pufferung von Energie in den Solarspeichern erfordert ein intelligentes Energiemanagement.

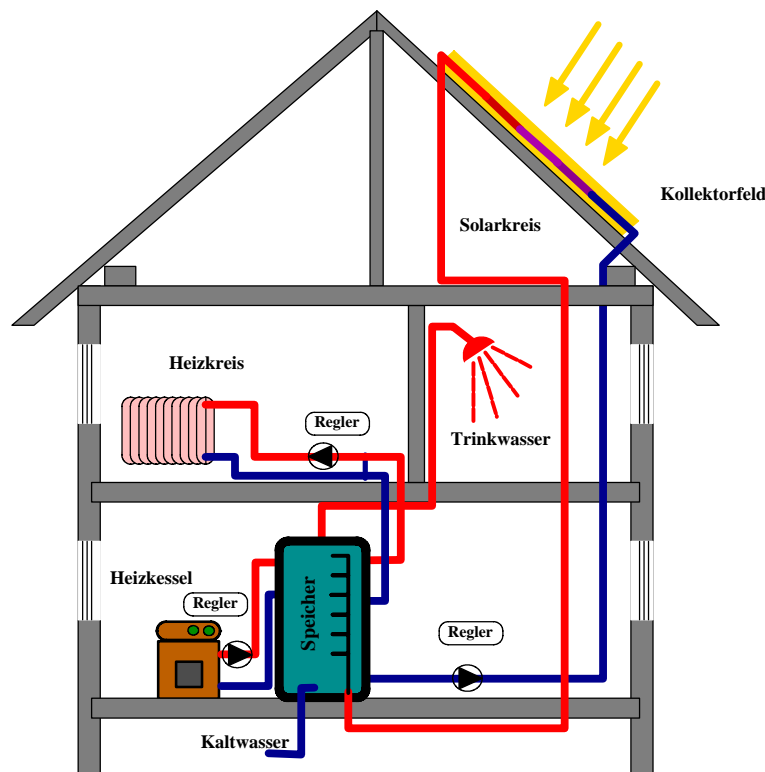
Im Mittelpunkt der derzeitigen Regelungsoptimierung von solaraktiven Gebäuden stehen die sogenannten "prädiktiven" Regelungssysteme, die vorausschauend den Heizleistungseintrag über die Strahlungsprognose führen. Die Vernetzung der Regelungssysteme mit dem Internet spielt dabei eine zentrale Rolle, weil über dieses Medium Klimaprognosen verfügbar sind und eine übergeordnete Fernsteuerung der Gebäudesysteme möglich ist.

Durch die hohen thermischen Kapazitäten im Gebäude und die geringen Verluste werden die Zeitkonstanten der modernen Gebäude immer größer, d.h. eine Auskühlung an die Umgebung erfolgt sehr träge. Dementsprechend wird auch das Nachheizen durch ein Heizsystem träge, wodurch die Ausregelung von Störgrößen (z.B. Solareinstrahlung und Innere Lasten) nur langsam erfolgen kann. Aufgabe der prädiktiven Regelung ist nun die vorzeitige Drosselung der Heizleistung für den Fall erwarteter Solarstrahlung.

Das Fraunhofer ISE hat eine derartige Regelung auf Basis eines Fuzzy Controllers

entwickelt, das bisher durch dynamische Simulationsrechnungen evaluiert wurde. Derzeit wird ein internet-fähiges Regelungssystem (Embedded System) entwickelt, das den Regelalgorithmus realisiert und über eine Internetanbindung verfügt. Es regelt darüber hinaus den Strahlungseintrag des Gebäudes über die Verschattungseinrichtung, die Teil der Energieflußregelung ist. Aufgabe des Regelungssystems ist neben der Optimierung des Solareintrags im Winter die Verhinderung der Überhitzung im Sommer bei hohem Lichtkomfort im Innenraum.

Die intelligenten Gebäudesysteme der Zukunft erfordern die nächste Generation von Regelungssysteme, die sich durch die Vernetzungsfähigkeit (hausintern und extern) auszeichnen.



**Bild 2: Energiekonzept eines solaren Niedrigenergiegebäudes**

## Ausblick

Die Technologien und Services des Internet, die enorme Leistungssteigerung, Verbilligung und leichte Bedienbarkeit auf Mikroelektronik basierender Multimedia-Gerätschaften aller Art (Notebooks, Handys, PDAs, TV, Video) in synergetischer Kombination mit Technologien und Produkten der klassischen Gebäudeautomation (EIB, LON, KNX) geben dem Konzept intelligenter technischer Umgebungen z.Z. und auch in Zukunft einen enormen Schub. Der Trend zur beschleunigten Konvergenz der Technologien, Funktionen und Gewerke wird dabei eine entscheidende Rolle auf dem erfolgversprechenden Weg zur voll integrierten intelligenten Haussystemen spielen.

Die Vermarktung dieser Systeme muss allerdings zunächst in kooperativer Weise mit einem Lösungsangebot aus einer Hand erfolgen. Mit dem in Gründung befindlichen „inHaus-Anwendungszentrum für intelligente Haussysteme“ z.B. sollen ganzheitlich integrierte intelligente Haussysteme durch eine professionell gemanagte Kooperation von Planern, Architekten, Produzenten und Handwerkern zum Markterfolg in ersten Zielmärkten wie z.B.

Service-Wohnanlagen geführt werden.

## 7 Literatur

- [1] Broy, M.; Hegering, H.-G.; Picot, A.: Integrierte Gebäudesysteme – Technologien, Sicherheit und Märkte. SecuMedia Verlag, Ingelheim 2000
- [2] Fernwirktechnik in der Elektroinstallation; Richtlinien zur Schadenverhütung. Entwurf VdS 2839
- [3] CORBA 2.6: Specification, Object Management Group, Inc, 2001 <http://www.omg.org>
- [4] DATAMONITOR: Digital Home Markets in Europe: Perspective 2003, Technischer Bericht DMTC0661, Datamonitor, 2000
- [5] Grinewitschus, V.: Praxis-Beispiel: Innovationszentrum Intelligentes Haus Duisburg, Kongress-Programm e/home 2000, Berlin
- [6] Heimer, T.: Internationale Projekte zum intelligenten Haus. In: Das intelligente Haus: Arbeiten und Wohnen mit zukunftsweisender Technik. Tränkler, H.-R., Schneider, F., 2001
- [7] Hildebrand, R.: Übertragung von IP-Security-Mechanismen auf Embedded Internet Devices, Office Security Stuttgart, 26.2.2002
- [8] Meyer, S.: Akzeptanz von Smart Home – Wohnen im Wandel. Wohnen aus Sicht des Verbrauchers.. Eutelis Fachtagung Smart Living, Potsdam, Tagungsband SmartLiving Konferenz, 2002
- [9] Open Service Gateway Framework, Version 1.1, Release 2. Specification, The Open Services Gateway Initiative, Oktober 2001, <http://www.osgi.org>
- [10] Scherer, K., Grinewitschus, V.: inHaus-Innovationszentrum: Entwicklungs-, Test- und Demoplattform für Smart House und Smart Living, 1. Eutelis Fachtagung Smart Living, Düsseldorf, Tagungsband Smart Living-Konferenz, 2001
- [11] Scherer, K.; Grinewitschus, V.: Das intelligente Haus: Vernetzung im Bereich Wohnen und Arbeiten, 2. Eutelis Fachtagung Smart Living, Potsdam, Tagungsband SmartLiving Konferenz, 2002
- [12] Scherer, K.; Grinewitschus, V.: Integrierte Haussysteme für ressourcenschonendes Wohnen (IHS-ReWo), In: Das Intelligente Haus, Pflaum Verlag 2001
- [13] Scherer, K.: Technische Komponenten für intelligente Wohngebäude / Integrierte Haussysteme. In: Das Intelligente Haus, BMBF, Bonn Wissenschaftszentrum, Juli 1995
- [14] Scherer, K.: Smart House: Die technische Revolution steht vor der Tür, Tagungsband 5. Norddeutsches Unternehmerforum Elektrotechnik, Hamburg 2001
- [15] Scherer, K.: Das intelligente Haus – neue Technologien, neue Funktionen, neue Produkte und Chancen, 4. Internationaler Kunststoff-Fenster-Kongress 2002, Würzburg
- [16] vom Bögel, G.; Schliepkorte, H.-J.; Scherer, K.: Operation of Applications controlled by Smart Labels, IEEE-ISCE 2002, Erfurt
- [17] vom Bögel, G.; Scherer, K.: New Applications and Services in Smart Building using Multifunctional Transponders, mstnews 2/2001
- [18] Datenblatt Telefonschnittstelle N147. Katalog Siemens Gebäudesystemtechnik 2002