

Technologien für das intelligente Haus

Mikroelektronik hat die Geräte des täglichen Lebens revolutioniert. Vom Telefon über die Waschmaschine bis hin zur vorprogrammierbaren Heizungsanlage – Einstmals „dumme“ elektro-mechanische Geräte sind zu „intelligenten“ Geräten geworden, die sich vor allem durch ihren höheren Funktionsumfang und mehr Bedienkomfort auszeichnen. Dank ausgefeilter Steuerprogramme lassen sich zudem Ressourcen einsparen (z.B. Wasser, Strom, Chemie), mikroelektronische Systeme arbeiten zuverlässiger als ihre mechanischen Vorgänger und sie sind in der Herstellung kostengünstiger. Die meisten Neuerungen und Innovationen für Hausgeräte liegen auf dem Gebiet der Mikroelektronik. Das hat dazu geführt, daß mittlerweile in jedem modernen Haushalt eine Vielzahl von dezentralen „Mini-Computern“ vorhanden sind. Durch die Vernetzung der Einzelsysteme zu einem Gesamtsystem entstehen *Synergie-Effekte*, die ganz neue Anwendungsfelder eröffnen – Wie z.B. die bedarfsabhängige Beleuchtung oder das tarifabhängige automatische Schalten elektrischer Verbraucher.

Der Vernetzungs-Gedanke ist ein ganz wesentlicher weiterer Meilenstein auf dem Weg zum *intelligenten Haus* mit dem primären Ziel, Komfort und Sicherheit zu erhöhen sowie Ressourcen einzusparen. Dieses Papier soll eine praxisnahe Einführung rund um das Thema „intelligentes Haus“ geben, Begriffe und technologische Grundlagen vermitteln sowie ein Demonstrationsprojekt vorstellen, das in Zusammenarbeit der Firma DOMOLOGIC Home Automation und der Technischen Universität Braunschweig entwickelt wurde.

Der Weg zum intelligenten Haus

Intelligentes Haus, Home-Automation, Smart-Home, Haus-Bus, Hausleittechnik, Heimautomatisierung, Domotik – Die Liste der Fachbegriffe für dieses Thema ließe sich noch lange fortsetzen. Genauso vielfältig wie die Begriffe sind die Vorstellungen darüber, was sich dahinter verbergen könnte: Das reicht von der einfachen Vernetzung zweier Geräte bis hin zum vollautomatischen Butler, der morgens die Zeitung holt und abends das Licht ausstellt. Gleichsam schwierig ist es, eine exakte Definition für das „intelligente Haus“ zu finden. Das fängt schon mit der Eigenschaft „intelligent“ an: Technische Systeme werden allgemein immer dann als *intelligent* bezeichnet, wenn ihre Funktionsweise derart komplex ist, daß sie durchaus als eigenständig agierende Individuen wahrgenommen werden könnten. So auch beim intelligenten Haus: Je mehr Funktionen automatisiert werden und je komplexer die Zusammenhänge sind, desto „intelligenter“ erscheinen uns die Häuser.

Mikroelektronik für das Haus

Der erste große Meilenstein auf dem Weg zum intelligenten Haus ist der Siegeszug der Mikroelektronik. Seit den frühen 80er Jahren bereichern immer mehr inte-

grierte Schaltkreise ganz alltägliche Geräte. Dort, wo einstmals elektro-mechanische Steuerwerke ihren Dienst verrichteten, mißt, steuert und regelt heute ein Microcontroller. Angefangen von der Zeitschaltuhr und vom Telefon über den Geschirrspüler bis hin zur Heizungsanlage: Die meisten Geräte des täglichen Lebens sind durch den Einsatz von Mikroelektronik deutlich optimiert worden. Wie z.B. auch moderne Waschmaschinen, die ihren Reinigungsvorgang abhängig vom Ladezustand der Waschtrommel und vom Verschmutzungsgrad der Wäsche variieren können. Das Herz eines solchen „Wunderwerks“ ist ein winziger Microcontroller (ein sog. *eingebettetes System*) mit mehr Rechenleistung als der einstige Bordcomputer der Apollo-11-Mondlandefähre. Aufgrund ihrer Komplexität können Geräte dieser Kategorie durchaus als „intelligent“ bezeichnet werden. Da sie bereits heute Realität sind, kann man sagen, daß die Ära des intelligenten Hauses schon begonnen hat.

Die Vernetzung

Ein weiterer Schritt auf dem Weg zum intelligenten Haus ist die *Vernetzung* der Einzelsysteme zu einem Gesamtsystem. Generell unterscheidet man die Hausleit-

technik von der Gebäudeleittechnik: Die Gebäudeleittechnik bietet technische Lösungen für die Steuerung und Vernetzung von Nutzgebäuden, während die Hausleittechnik für den Einsatz im privaten Umfeld ausgelegt ist. Geeignete Technologien sind seit Jahren ausgereift und verfügbar, dennoch sind vernetzte Geräte im privaten Haushalt nur sehr selten zu finden (abgesehen vielleicht von einfachen Infrarot-Fernsteuerungen für Fernsehgeräte oder Steckdosen). Die genauen Gründe für die Zurückhaltung seitens der Hersteller und der Endverbraucher sind sehr vielfältig, und deren Erörterung würde den Rahmen dieses Papiers sprengen. Dennoch gehören sicherlich ungelöste Fragen nach der Kompatibilität und nach dem genau definierbaren Kundennutzen zu den maßgeblichen Faktoren für die momentane Situation.

Von der Standardisierung...

Daß die Attraktivität eines Hausgeräte-Netzwerkes mit der Anzahl der untereinander vernetzten Geräte steigt, liegt auf der Hand. Daher erscheint es sinnvoll, alle Geräte anwendungs- und herstellerübergreifend miteinander kommunizieren lassen zu können. In diesem Sinne wäre es wenig hilfreich, wenn jeder Hersteller

sein „eigenes Süppchen“ kochen und Insellösungen entwickeln würde – Die Kompatibilität zwischen verschiedenen Geräten ist erforderlich, und zwar unabhängig vom jeweiligen Hersteller.

Eine Voraussetzung für kompatible Produkte sind anerkannte Standards, so auch bei Technologien für das intelligente Haus. In Europa werden für dieses Anwendungsfeld seit einigen Jahren verschiedene Kommunikationsstandards von diversen Hersteller-Organisationen propagiert. Wie zum Beispiel der *EIB* (European Installation Bus) von der EIBA, *EHS* (European Home Systems) von der EHSA, *LON* (Local Operating Network) vom amerikanischen Hersteller Echelon, der französische *Batibus* oder *LCN* von deutscher Firma Issendorf. Auf diese Art ist eine gewisse Konkurrenzsituation entstanden, die sich vergleichen läßt mit der Videorecorder-Branche vor knapp zwei Jahrzehnten. Seinerzeit rangen drei unterschiedliche Systeme (VIDEO 2000, VHS und Beta-Max) um die Gunst der Käufer. Bekanntlich hat sich ein System mit den geringsten Stückkosten und der größten Produktvielfalt vor technisch überlegenen Systemen durchsetzen können - VHS.

Viele nicht organisierte Hausgerätehersteller befürchten nun, bei der Wahl eines Kommunikationsstandards auf das „falsche Pferd“ zu setzen und zögern, eigene kommunikationsfähige Produkte auf den Markt zu bringen. Mit dem Ziel, diese „Blockadesituation“ zu beenden, arbeiten seit geraumer Zeit die Vertreter der drei namhaftesten europäischen Verbände aus dem Bereich (EIBA, EHSA und Batclub) an einem gemeinsamen Vernetzungsstandard – *Konnex*. Für die Verbesserung der Zu-

sammenarbeit, das gemeinsame Marketing und eine herstellerübergreifende Produktzertifizierung wurde als Dachorganisation zwischenzeitlich die *Konnex Association* mit dem Sitz in Brüssel gegründet. Mehr als 200 Mitglieder aus den verschiedensten Branchen sind in der *Konnex Association* zusammengeschlossen – Ein anerkannter, anwendungs- und herstellerübergreifender Standard ist damit in greifbare Nähe gerückt.

In Deutschland soll *Konnex* vor allem den im Nutzgebäude-Sektor verbreiteten *EIB* (*European Installation Bus*) in kompatibler Weise fortführen, was einen verhältnismäßig großen Markt verspricht – Denn für das *EIB*-System wurden seit Anfang der 90er Jahre bereits über 12 Millionen Kommunikationseinheiten verkauft. Innerhalb der europäischen Standard-Organisationen nimmt die EIBA auch derzeit die Marktführer-Rolle ein. Allerdings sind die heute verfügbaren Produkte vor allem aufgrund ihrer verhältnismäßig hohen Preise eher für kommerzielle Nutzgebäude ausgelegt als für den extrem kostensensitiven Endverbrauchermarkt. Wenn aber in Zukunft weitere Hersteller kompatible Produkte anbieten werden, ist mit einer deutlichen Belebung des Marktes und mit einem Preisverfall zu rechnen.

... und vom Kundennutzen

Produkte und Dienstleistungen für das intelligente Haus (z.B. *Hausleittechnik*) sollen den privaten Endverbraucher ansprechen. Hierin liegt der deutlichste Unterschied zur professionellen *Gebäudeleittechnik*, für die einige der heute verfügbaren Standards konzipiert wurden. Die *Gebäudeleittechnik* bedient kommerzielle

Nutzbauten, vornehmlich in den Bereichen Licht, Heizung, Klima und Alarm. Hier lassen sich die anfallenden Betriebskosten ziemlich genau beziffern, und daher kann auch der Nutzwert einer Gebäudeleittechnik sehr gut kalkuliert werden. Die zentrale Lichtsteuerung in einem Bürokomplex beispielsweise spart Energie und Personal und hat sich nach wenigen Jahren bereits amortisiert – Ein überzeugendes Argument für Investitionen.

Demgegenüber denkt und handelt der private Endverbraucher völlig anders. Er kalkuliert seine eigene Arbeitszeit kaum in Mannstunden und akzeptiert es aus Kostengründen eher, für die Kontrolle der Heizungsanlage wöchentlich in den Keller laufen zu müssen. Der Faktor „Einsparung von Arbeitszeit“ spielt für ihn eine untergeordnete Rolle – Die Entscheidungsgrundlagen sind daher für den Endverbraucher völlig anders als für den Betreiber von Liegenschaften. Darum müssen Produkte für das intelligente Haus speziell auf diesen Markt zugeschnitten werden: Sie müssen kostengünstig sein, und die Technik sollte ohne große Fachkenntnisse installiert und gewartet werden können, um die Installations- und Betriebskosten niedrig zu halten. Daneben muß es stichhaltige Argumente für die Steigerung von Komfort, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit geben.

Der *Konnex*-Standard spezifiziert technische Lösungen und Produkte sowohl für die *Hausleittechnik* als auch für die *Gebäudeleittechnik*. Die größten Hürden der Vergangenheit sollten damit genommen sein und einer zügigen Marktentwicklung nun nichts mehr im Wege stehen.

Marktprognosen für die Haus- und Gebäudeleittechnik

Von den meisten Marktforschern werden glänzende Wachstumsraten für Produkten und Dienstlei-

stungen im intelligenten Haus vorausgesagt. Vor allem den sog. *E-Home-Services* wird eine große

marktwirtschaftliche Bedeutung beigemessen (unter *E-Home-Services* versteht man auch

Dienstleistungen und Systeme, die z.B. das Steuern von Hausgeräten aus der Ferne ermöglichen: Vor allem über das Handy oder über Internet). Eine Studie des auf Digitale Kommunikation spezialisierten Marktforschungs-Unternehmens *Cahn In-Stat Group* kommt zu dem Ergebnis, daß sich der weltweite Markt für Heim-Netzwerke von über 1,2 Milliarden DM im Jahr 2000 auf

fast 12 Milliarden DM in 2004 knapp verzehnfachen wird. Schätzungen der Unternehmensberatung *Roland Berger & Partner* zufolge sollen bis zum Jahre 2010 die Hälfte aller Neubauten automatisiert, d.h. mit kommunikationsfähigen Geräten ausgestattet sein. Laut Pressemeldungen schätzt der Hersteller *Electrolux* den Umsatz mit Hausgeräten, die in elektronische Dienstleistungen,

Netzwerke und das Internet eingebunden sind, für 2005 auf weltweit über 20 Mrd. DM. Die Anzahl der potentiellen Abnehmer in Westeuropa und den USA wird mit 20 Mio. Haushalten angegeben. Bereits 1998 sagte die *Allied Business Intelligence* eine jährliche Steigerung des US-Markts für Home Automation um 19% voraus.

Anwendungsmöglichkeiten

E-Home-Services für die Steuerung von Hausgeräten aus der Ferne sind sicherlich ein sehr interessanter Anwendungsfall für das intelligente Haus, aber sie sind natürlich bei weitem nicht der Einzige. Neben einigen unsinnigen Ideen, die immer wieder in der Presse auftauchen, lassen sich die vielfältigen sinnvollen Möglichkeiten am besten über die primären Ziele definieren, die mit den Produkten und Dienstleistungen erreicht werden sollen: Die Lösungen müssen den Kundenbedürfnissen entsprechen. Dazu zählt die Erhöhung von Komfort und Sicherheit sowie die Einsparung von Kosten und Energie. Auch wenn man vom intelligenten Haus spricht, muß es dabei das ausgemachte Ziel bleiben, die Technik dem Bewohner unterzuordnen und nicht umgekehrt.

Die möglichen Anwendungsfelder reichen von Lichtsteuerungen über Sicherheitstechnik, Alarmsysteme, Energiemanagement, Heizungssteuerungen und Fernüberwachungseinrichtungen bis hin zur Telekommunikation. Einige Beispiele wurden bereits aufgezeigt, wie z.B. das Energiemanagement. Mit der Kopplung verschiedener Anwendungsfelder können weitere Synergieeffekte erzielt werden, z.B. mit der Verbindung von Energie- und Sicherheitstechnik. So könnte durch die Vernetzung der Fensterkontakte mit der Heizungssteuerung immer dann die Heizung heruntergeregelt werden, wenn ein Fenster zu lange geöffnet ist. Gleichzeitig

könnte der Bewohner beim Verlassen der Wohnung gewarnt werden, falls noch nicht alle Fenster verschlossen sind. Auf die gleiche Weise ließen sich elektrische Verbraucher überwachen, die nicht rechtzeitig ausgeschaltet wurden und so eine Gefährdung darstellen, wie z.B. Herd und Bügeleisen. Sind die Bewohner verreist, dann könnte die Lichtsteuerung Anwesenheit simulieren. Rechtzeitig vor der Rückkehr würde die Heizungsanlage wieder eingeschaltet, damit die Räume bereits vorgewärmt sind.

In einer Vielzahl von Forschungs- und Demonstrationsprojekten sind in den vergangenen Jahren richtungsweisende Ansätze entwickelt worden, die aufgezeigt haben, welche Lösungen man für das intelligente Haus in Zukunft erwarten kann. In Europa gehören dazu neben der Gifhorner Pilotanlage beispielsweise das Projekt „Inhaus-NRW“ unter der Federführung der Duisburger Fraunhofer-Gesellschaft, das bayerische tele-Haus- oder das Schweizer Futurelife-Projekt.

Bei den meisten dieser Projekte stand nicht nur die *technische Machbarkeit*, sondern vielmehr der *Kundennutzen* und die damit zusammenhängende mögliche *Vermarktungsfähigkeit* im Vordergrund. Zum Beispiel ist der Kühlschrank oder die Mikrowelle mit integriertem Web-Browser technisch machbar und auf Messen sehr eindrucksvoll, dennoch darf ernsthaft bezweifelt werden,

daß Geräten dieser Art auf dem freien Markt je ein kommerzieller Erfolg beschieden sein wird. Denn wenn es sich bei der Kombination von Informations- und Unterhaltungselektronik mit Weißer Ware um ein ernsthaftes Kundenbedürfnis handelte, wäre es verwunderlich, warum es nicht schon seit Jahren Kühlschränke mit integriertem Telefon oder Fernsehgerät gibt...

Die folgende Tabelle faßt eine Auswahl an sinnvollen Anwendungsbeispielen zusammen, die für das intelligente Haus denkbar sind.

Kategorie	Anwendungsbeispiele
Heizungstechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Einzelraumtemperaturregelungen • Bedarfsgesteuerte Aufbereitung • Fernsteuerung über das Telefon
Warmwasser, Brauchwasser	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarfsgesteuerte Aufbereitung
Regenerative Energien	<ul style="list-style-type: none"> • Energiemanagement • Vermeidung von Spitzenlasten
Kältetechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturüberwachung
Lüftung, Klima	<ul style="list-style-type: none"> • Wetter- und anwesenheitsabhängige Steuerungen
Wassertechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Sprinkleranlagen • Automatisches bewässern der Pflanzen • Steuerungen für die Wasser-Wiederverwendung, z.B. Wasser von der Waschmaschine für die Toilettenspülung
Verbrauchserfassung der Versorgungsmedien	<ul style="list-style-type: none"> • Zählerfernauslesen • Verbrauchsüberwachung • Statistische Auswertungen • Anwesenheitserkennung auch über Wasserverbrauchserfassung möglich
Tarifabhängiges Schalten	<ul style="list-style-type: none"> • Energiekosteneinsparung
Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> • Anwesenheitsgesteuerte Beleuchtung • Anwesenheitssimulation
Beschaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Einsparungen beim Verdrahtungsaufwand
Personenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Überschwemmungsmelder • Gassensoren • Notrufsysteme • Meldung von möglichen Gefahren beim Verlassen der Wohnung
Eigentumschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmanlagen • Fernüberwachung • Alarmierung von Wach- und Sicherheitsdiensten
Anlagensicherheit	<ul style="list-style-type: none"> • Rechtzeitige Stör- und Verschleißmeldungen
Gerontotechnik (Technik für alte Menschen)	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerung per Knopfdruck, z.B. das Öffnen der Haustür, der Fenster oder der Rolläden
Fernüberwachung, Fernsteuerung	<ul style="list-style-type: none"> • Statusabfrage aus dem Urlaub • Automatisches Ausschalten angelassener Geräte • Software-Update

Tabelle 1: Anwendungsmöglichkeiten für die Hausleittechnik

Grundfunktionen

Einleitend wurde gezeigt, wie die Mikroelektronik alltägliche Hausgeräte um verbesserte Funktionen aus den Bereichen Messen, Steuern und Regeln (MSR) bereichert hat. Daneben bietet die Hausleittechnik geeignete Technologien, um die verteilten Einzelgeräte zu vernetzen und zu einem Gesamtsystem zusammenzufassen. Hieraus ergeben sich die zwei ersten und wichtigsten von insgesamt vier Grundfunktionen für das intelligente Haus: *Messen, Steuern, Regeln* auf der einen Seite und *Gerätekommunikation* auf der anderen Seite. Doch welche

Grundfunktionen sind noch denkbar? Zum Beispiel können komfortable Benutzerschnittstellen die Mensch-Maschine-Kommunikation wesentlich vereinfachen. Damit die vernetzten Hausgeräte auch aus der Ferne gesteuert werden können (z.B. für E-Home-Services), sind zudem noch Möglichkeiten zur Anbindung an externe Netze wünschenswert – Die vierte der Grundfunktionen.

Abbildung 1 zeigt die vier Grundfunktionen des intelligenten Hauses im Überblick, auf die im Fol-

genden noch näher eingegangen werden soll.



Abbildung 1: Die vier Grundfunktionen für das intelligente Haus

Messen – Steuern – Regeln

Meß-, Steuer- und Regelfunktionen werden im intelligenten Haus auch weiterhin eine zentrale Rolle spielen. Durch die Verbesserung der Steuerungsabläufe werden sich die zukünftigen Geräte noch optimaler auf ihre Umgebung einstellen können (z.B. auf Wasserhärte, Temperatur etc.). Zusätzlich können Ressourcen eingespart und die Bedienung erleichtert werden, da der Anwender noch weniger Einstellungen vornehmen muß.

Für Hausgeräte werden aus Kostengründen zumeist Low-Cost-Microcontroller mit 8- oder 16-bit Wortbreite eingesetzt.

Gerätekommunikation

Über lokale Meß-, Steuer- und Regelfunktionen hinaus können durch den gezielten Informationsaustausch zwischen den Geräten Synergie-Effekte erzielt werden.

Damit die Hausgeräte untereinander kommunizieren können, muß eine physikalische Verbindung bestehen. Dazu können einfache Telefon- oder Koaxialleitungen verlegt, oder es können die Daten per Funk oder Infrarot übertragen werden. Eine besonders elegante Art der Datenübertragung ist die *Power-Line-Kommunikation*, bei der das Stromversorgungsnetz als Übertragungsmedium (ähnlich wie bei den Baby-Phones) mitverwendet wird. So kann auf zusätzliche Installationsmaßnahmen verzichtet werden, sofern die Geräte ohnehin über einen Stromanschluß verfügen.

Wenn zwei Geräte das gleiche physikalische Kommunikationsmedium teilen (z.B. Power-Line), dann müssen sie noch nicht zwangsläufig die gleiche Sprache sprechen und sich gegenseitig „verstehen“ können. Man unterscheidet daher die *physikalische Kommunikation* von der *logischen Kommunikation*: Letztere ist die Sprache, die zwischen den Teilnehmern eines Netzwerks die möglichen Kommandos und Daten vereinbart. Dazu sind anwen-

dungs- und herstellerübergreifende Standards notwendig, wie z.B. *Konnex*.

Bei Produkten für den privaten Endverbraucher ist es zudem besonders wichtig, daß sich die Geräte ausgesprochen einfach und kostengünstig vernetzen lassen – Hohe Installationskosten sind ein großes Investitionshindernis. Für Weiße-Ware-Produkte ist daher die Power-Line-Kommunikation besonders geeignet, denn der Installationsaufwand läßt sich auf das Einstecken der Stromzuführung in die Steckdose beschränken. Weiterhin muß der Anschaffungsmehraufwand für kommunikationsfähige Geräte im Rahmen bleiben, da bei einer Vielzahl von Einzelkomponenten der Preis für die Vernetzung um so stärker ins Gewicht fällt. Aufwendige Kommunikationslösungen wie z.B. Ethernet sind aus diesem Grund wohl kaum marktgerechte Alternativen zu einfachen, wenn auch niederdatenratigen Low-Cost-Lösungen.

Benutzerschnittstellen

Für die Steuerung und Überwachung vernetzter Geräte bedarf es zudem intuitiv bedienbarer Benutzerschnittstellen, die mobil oder stationär montiert sein können und nicht zwangsläufig in die Geräte integriert werden müssen. Benutzerschnittstellen bilden die dritte Grundfunktion für das intelligente Haus und runden die Bereiche Messen, Steuern, Regeln sowie Gerätekommunikation sinnvoll ab.

Benutzerschnittstellen können dem Bewohner umfassende Informationen über den aktuellen Zustand vernetzter Geräte geben; z.B. können im Fehlerfalle Alarmmeldungen angezeigt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, vernetzte Geräte von einer Zentrale aus fernzusteuern: So sind das Einstellen der Heizungsanlage oder die Zentralverriegelung aller Türen und Fenster sinnvolle Anwendungsbeispiele. Zusätzlich können die Geräte als Basis für das sog.

"Unified Messaging" dienen: Das bedeutet, daß über das gleiche Gerät z.B. E-Mails angezeigt und vom Anrufbeantworter aufgezeichnete Nachrichten wiedergegeben werden können.

Die Benutzerschnittstellen können in bestehende Geräte (z.B. Fernseher, PC) integriert, oder sie können als stationäre Geräte mit LC-Display und Touch-Screen aufgebaut sein. Mobile Benutzerschnittstellen (z.B. in Palm-Größe) sind natürlich auch denkbar: Diese können über Funk mit anderen Geräten in Verbindung stehen.

Hoher Bedienkomfort ist eine der wichtigsten Eigenschaften für Benutzerschnittstellen im intelligenten Haus. Die Geräte sollen von jedermann verstanden und bedient werden können. Eine gute Grundlage dafür sind Touch-Screens, mit denen kompakte und intuitiv bedienbare Lösungen realisiert werden können. Grafische LC-Displays ermöglichen komfortable Bedienoberflächen, über die nicht nur Texte, sondern auch grafische Elemente (Symbole, Verbrauchsstatistiken etc.) angezeigt werden können.

Anbindung an externe Netze

Für eine ganze Reihe von Anwendungen ist nicht nur die Kommunikation der Geräte innerhalb des Hauses, sondern auch der Anschluß an die Außenwelt wünschenswert. Mögliche Anwendungsbeispiele sind die Fernschaltung der Heizung im Ferienhaus, die Fern-Alarmierung im Fehlerfall oder bei Einbrüchen, oder Software-Updates einzelner Geräte. Auch die Fernwartung ist ein mögliches Einsatzfeld, denn damit können bestimmte Service-Arbeiten durchgeführt werden, ohne daß der Techniker dafür ins Haus kommen muß. Als Zugangsnetzwerk bietet sich z.B. das Telefonnetz und/oder Internet an.

Der Anschluß an externe Netze ist die vierte Grundfunktion des intelligenten Hauses. Die dafür

notwendige Netzwerkstruktur unterscheidet sich grundsätzlich von der auf günstige Kosten ausgelegten Netzwerkstruktur zwischen den Geräten. Damit die vernetzten Hausgeräte keine kostspielige (internetfähige) Kommunikationseinheiten benötigen, bieten sich sog. *Gateways* als Schnittstellen zur Außenwelt an.

Gateways verbinden zwei oder mehr Netze mit unterschiedlichen Protokollen. Bei Anwendungen im intelligenten Haus wird das hausinterne Netz, das für die Kommunikation zwischen den Geräten ausgelegt ist, mit einem externen Kommunikationsnetz verknüpft. Hierbei kann es sich z.B. um das ganz normale Tele-

fonnetz (POTS = Plain Old Telephone System), oder auch um ISDN, ADSL, GSM, Kabelfernsehtz usw. handeln. Mit OSGI (Open Services Gateway Initiative) ist auch für diese Kommunikationsebene ein Standard in Sicht.

Die Gifhorner Pilotanlage



Abbildung 2:
Die Gifhorner Pilotanlage

In enger Zusammenarbeit der Firma DOMOLOGIC Home Automation GmbH und der Technischen Universität Braunschweig wurde für die Gifhorner Wohnungsbaugenossenschaft eine Home-Automation-Pilotanlage entwickelt und in Betrieb genommen, bei der die Erhöhung der Wohnsicherheit im Vordergrund stand. Zusätzlich wurden Energieüberwachungsfunktionen in das System integriert, über die momentane und kumulierte Verbrauchswerte für Strom, Wasser und Heizenergie abgefragt werden können. Die direkte Rückkopplung der Verbrauchswerte soll zu einem sinnvolleren Umgang mit den Energieressourcen beitragen. Insgesamt wurden sechs Wohnungen mit der Technik ausgestattet, die nicht alleine zu Demonstrationszwecken dienen sollten, sondern auch gleich im „harten“ Praxistest bewohnt wurden.

Die Vernetzung

Abbildung 3 skizziert die einzelnen Komponenten, mit denen jede der Wohnungen ausgestattet wurde. Eine Besonderheit ist, daß für die Kommunikation in jeder Wohnung zwei unterschiedliche Netze dienen: *Power-Line* (PL132) und *Twisted Pair* (TP1).

Power-Line bietet als Kommunikationsmedium für einige Anwendungsbereiche eindeutige Vorteile, da der Installationsaufwand und die damit verbundenen Kosten auf ein Minimum reduziert werden (siehe auch unter *Gerätekommunikation*). Als Protokollstandard wurde der neue Konnex PL132 implementiert, die maximale Datenrate beträgt daher 2400 Baud. Für diesen Einsatzzweck hat sich die Datenrate als völlig ausreichend erwiesen.

Zusätzlich zur elektrischen Installation sind in jeder Wohnung Busleitungen verlegt worden (*Twisted Pair* = verdrehte Zweidrahtleitung). Bei Geräten, die ohnehin fest installiert werden sollen, kann die Verwendung von Twisted-Pair-Leitungen von Vorteil sein; wie z.B. bei Strom- und Wasserzählern. Hier wurde der Konnex-TP1-Standard eingesetzt, die maximale Datenrate beträgt hier 9600 Baud. Beide Netze (Twisted-Pair und Power-Line) sind über einen Router (D4) miteinander gekoppelt, so daß Informationen von einem zum anderen Netz übertragen werden können.

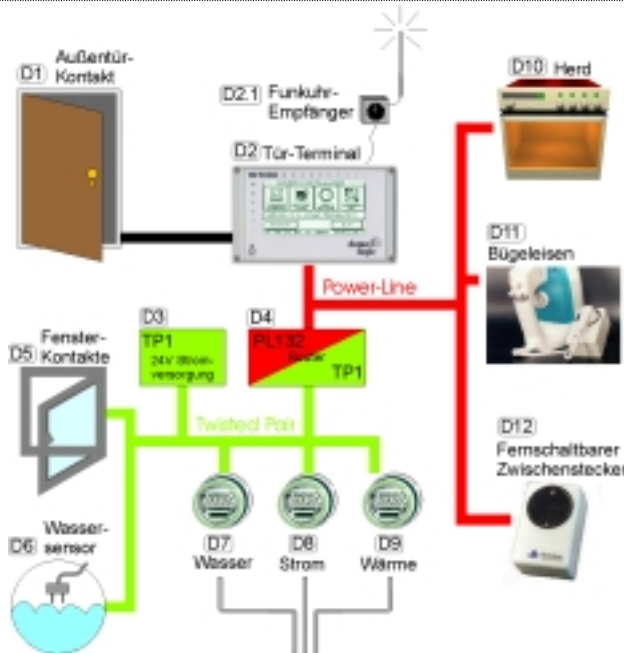
Das InfoTerminal

Als zentrale Leitstelle wurde das InfoTerminal (Abbildung 4) kon-

zipiert. Dabei handelt es sich um ein Linux-basiertes System mit LC-Display, das über einen Touch-Screen (berührungssensitive Glasfläche) bedient werden kann. Es wurde eine intuitiv bedienbare Benutzeroberfläche entwickelt, die eine Bedienung ohne Einarbeitung ermöglicht. Mittels einer Funkuhr (D2.1) wird die interne Uhrzeit des InfoTerminals fortlaufend mit der amtlichen Zeit synchronisiert (DCF-77). Verläßt der Bewohner seine Wohnung, so wird ein Außentürkontakt (D1) geöffnet, der über eine Zuleitung am InfoTerminal angeschlossen ist. Daraufhin werden alle sicherheitsrelevanten Einrichtungen geprüft (Herd, Bügeleisen, Fenster) und ggf. eine Alarmmeldung angezeigt. Damit hat der Bewohner die Sicherheit, keines der Geräte vergessen zu haben. Ist alles in Ordnung, wird lediglich die aktuelle Uhrzeit angezeigt. Neben der Sicherheitsüberprüfung können bei Bedarf die momentanen und kumulierten Verbrauchswerte für Wasser, Strom und Wärme abgefragt werden. Es besteht die Möglichkeit, die Werte als Gesamtverbräuche, Monats-, Quartals- und Jahresverbräuche abzulesen.

Sicherheitssensoren

Der Herd (D10) und das Bügeleisen (D11) wurden mit Power-Line-Kommunikationseinheiten ausgestattet. Im eingeschalteten Zustand stehen die Geräte mit dem InfoTerminal in Verbindung. So kann eine Alarmmeldung ausgelöst werden, falls ein Gerät



beim Verlassen der Wohnung noch eingeschaltet ist.

Außerdem wurden an den Fenstern der Erdgeschoßwohnungen Magnetkontakte angebracht (D5), so daß ein geöffnetes Fenster beim Verlassen der Wohnung ggf. gemeldet werden kann (Einbruchgefahr). Weiterhin wurde ein busfähiger Wassersensor (D6) im Badezimmer installiert, der

mögliche Überschwemmungen an das InfoTerminal meldet, so daß auch in diesem Fall der Bewohner gewarnt wird. Eine weitere Sicherheitsüberprüfung findet im Zusammenhang mit dem Wasserzähler statt: Wenn innerhalb von 24 Stunden der Wasserverbrauch nicht zum Stillstand kommt, liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Wasserleck vor (schleichender Wasserverbrauch) und das Info-

Terminal zeigt eine Alarmmeldung an.

Verbrauchswert erfassung

Wie bereits erwähnt wurde, können über das InfoTerminal die Verbrauchswerte für Wasser, Strom und Wärme abgelesen werden. Zu diesem Zweck wurden Verbrauchszähler mit einem Impulsausgang installiert, wie sie inzwischen von den meisten Zählerherstellern für einen geringen Aufpreis angeboten werden. Die Besonderheit dieser Zähler ist, daß pro Verbrauchseinheit ein Kontakt geschlossen wird. Spezielle busfähige Kommunikationsmodule zählen die Anzahl der Kontaktschlüsse und messen die Dauer zwischen den Impulsen. So können die momentanen und kumulierten Verbrauchswerte ermittelt werden, die über den Bus zum InfoTerminal gelangen.

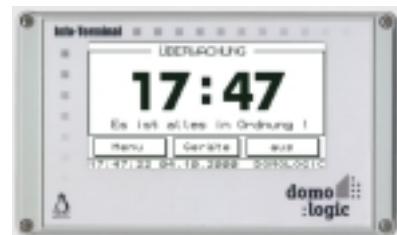


Abbildung 4: Das InfoTerminal

Fazit

Die Ära des intelligenten Hauses hat bereits begonnen – Mikroelektronik steuert und regelt moderne Hausgeräte und verbessern deren Funktion. Durch die Vernetzung der Einzelsysteme zu einem Gesamtsystem entstehen Synergieeffekte, die ganz neue Anwendungsfelder eröffnen. Dabei sind Standards wie der europäische *Konnex* eine wichtige Voraussetzung für hersteller- und anwendungsübergreifende Systeme. Doch neben der Standardisierung ist die Verfügbarkeit von kostengünstigen und einfach bedienbaren Lösungen eine wichtige Voraussetzung für das intelligente Haus, denn letztlich muß der Endkunde durch ein attraktives Preis-/Leistungsverhältnis überzeugt werden. Vor diesem Hintergrund wurden die Komponenten entwickelt, mit denen die sechs Wohnungen der Gifhorner Wohnungsbaugenossenschaft ausgestattet worden sind. Denn diese sollen ja nicht nur als Demonstrationsprojekt dienen, sondern werden auch in der Praxis bewohnt. Eine der Wohnungen ist während der Expo 2000 vom regionalen Expool-Verein als externes Projekt präsentiert worden und stieß dabei auf ein reges Interesse. Durch die Praxisnähe konnte die Gifhorner Pilotanlage gezielt auf die Bedürfnisse der Bewohner abgestimmt werden. Auch dabei hat sich gezeigt, daß die Bedienung der zusätzlichen Funktionen so einfach wie irgend möglich gehalten werden muß. Im Normalzustand sind keine Eingriffe vom Bewohner notwendig, d.h. das System meldet lediglich Fehlerzustände. Auf Wunsch kann die Meldung mit einem Handgriff unterbunden werden. Die zusätzlichen Möglichkeiten wie Abfrage der Energieverbräuche etc. lassen sich bei Bedarf ebenso einfach nutzen.

Wenn alles so kommt, wie die Marktforscher es prognostizieren, dann steht dem intelligenten Haus auch wirtschaftlich eine glänzende Zukunft bevor – Die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten versprechen eine nachhaltige Marktentwicklung. Dabei wird es nicht nur um *Produkte*, sondern auch um *Dienstleistungen* wie die sog. *E-Home-Services* gehen.