



Band 2

Studienreihe zur Heimvernetzung

Gesellschaftlicher Nutzen der Heimvernetzung

Ergebnisse der Arbeitsgruppe 8
„Service- und verbraucherfreundliche IT“
zum dritten nationalen IT-Gipfel 2008

■ Impressum

Herausgeber: BITKOM
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.
Albrechtstraße 10 A
10117 Berlin-Mitte
Tel.: 030.27576-0
Fax: 030.27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

Projektleitung: Michael Schidlack
Tel.: 030.27576-232
m.schidlack@bitkom.org

Autoren: Matthias Brucke (Leitung), Claas Busemann, Wilko Heuten, Jens Kamenik,
Ontje Lünsdorf, Ann-Kathrin Sobeck

Redaktion: Michael Schidlack, Biliانا Schönberg (beide BITKOM)

Gestaltung/Satz: Design Bureau kokliko

Stand: Oktober 2008

Copyright: BITKOM 2008

Zitierweise: BITKOM, Titel: Untertitel, Nr. Auflage (Ort, Jahr)

Bildnachweise: BITKOM – außer:

Titelbild: istockphoto.com

Mit freundlicher finanzieller Unterstützung von Arcor AG & Co. KG, Deutsche Telekom AG und Hewlett-Packard GmbH.

Band 2

Studienreihe zur Heimvernetzung

Gesellschaftlicher Nutzen der Heimvernetzung

Ergebnisse der Arbeitsgruppe 8
„Service- und verbraucherfreundliche IT“
zum dritten nationalen IT-Gipfel 2008

Studie 2 der UAG 1 der AG 8 (IT-Gipfel) erstellt im Auftrag des BITKOM
durch das OFFIS Institut für Informatik e.V., Oldenburg

Inhaltsverzeichnis

1 Heimvernetzung	8
2 Zukunftsszenarien/Gesellschaftliche Anforderungen	10
2.1 Klimawandel	10
2.2 Energiesparpotentiale durch intelligente Gerätesteuerung	11
2.2.1 Smart-Metering	11
2.2.2 Lastmanagement	13
2.3 Demographischer Wandel	14
2.3.1 Verbesserung der medizinischen Versorgung	15
2.3.2 Ambient Assisted Living (AAL)	17
3 Geräte	20
3.1 Haustechnik	20
3.1.1 Energieerzeugung	20
3.1.2 Physikalische Sensoren	21
3.1.3 Aktoren	23
3.1.4 Steuerungs- /Automatisierungsgeräte oder -software	24
3.1.5. Eingabe-/Bediengeräte	26
3.2 Weiße Ware	27
3.3 Medizinische Geräte	27
3.3.1 Pulsoxymeter	27
3.3.2 Blutdruckmessgerät	28
3.3.3 Waagen	28
3.3.4 Pulsmesser	28
3.3.5 Stresssensoren	28
3.3.6 EKG	28
3.3.7 Temperaturmesser / Thermometer	28
3.3.8 Spirometer	29
3.3.9 Peak Flow Meter	29
4 Spezifische Standards und Technologien	30
4.1 Bustechnik	30
4.1.1 Offene Standards	30
4.1.2 Proprietäre Systeme	33
4.2 Drahtlose Systeme	34
4.2.1 Offene Standards	34
4.2.2 Proprietäre Systeme	35
5 Integrative Standards und Technologien	37
5.1 OSGi	37
5.2 UPNP	37
5.3 JINI	38
6 Zusammenfassung und Empfehlungen	40
Literatur	41

Der Begriff Heimvernetzung kann auf verschiedene Arten interpretiert werden, nämlich als Anbindung des Hauses an das Internet über breitbandige Datenleitungen, als hausinterne Datenverkabelung zur Vernetzung von Computern oder als Vernetzung und Steuerung verschiedener Gewerke im Inneren eines Hauses im Sinne eines intelligenten Hauses oder „Smarthomes“. Diese Studie befasst sich mit dem gesellschaftlichen Nutzen der Heimvernetzung im Sinne einer Kombination aus allen drei oben genannten Vernetzungsarten.

Diese Studie ist Bestandteil des interdisziplinären und universitäts- / institutsübergreifenden Projektes „Heimvernetzung“ im Rahmen des IT-Gipfels 2008. In drei Teilstudien adressieren die TU Berlin „Konsumentennutzen und Komfort“, das Institut für Information, Organisation und Management der TU München „Treiber und Barrieren der Heimvernetzung“ und das OFFIS Institut „Technologien und gesellschaftlicher Nutzen von Heimvernetzung“. Auftraggeber der drei Studien ist der BITKOM e.V.

Heimvernetzung, Intelligente Häuser, Smarthomes und ähnliche Konzepte sind seit Jahren Gegenstand sowohl von Romanen, als auch von realen technischen Entwicklungen. So gibt es neben etablierten weltweiten Standards zur Vernetzung der verschiedenen Gewerke im Haus (KNX, LON) auch die entsprechenden Geräte der Gebäudesystemtechnik (Sensoren, Aktoren). In dieser Studie soll neben einer Übersicht über die existierenden Technologien und Standards im Bereich der Gebäudesystemtechnik im Wesentlichen auf die Fragestellung eingegangen werden, inwieweit diese Technologien einen echten Nutzen für den Verbraucher und für die Gesellschaft haben. Dazu werden die möglichen Beiträge der Heimvernetzung zu den zwei wesentlichen Problemen unserer Gesellschaft untersucht: Klimawandel und demographischer Wandel. Es kann gezeigt werden, dass durch Heimvernetzung wesentliche Vorteile für Verbraucher erzielt werden können: durch effizienteren Umgang mit Energie können Kosten gespart und ein Beitrag um Klimawandel geleistet werden. Weiterhin bietet die Heimvernetzung das Potential, im Alter länger selbstbestimmt in den eigenen vier Wänden zu leben,

was die Lebensqualität erhöht und wegen des späteren Umzugs in eine betreute Einrichtung ebenfalls Kosten spart.

Die Studie entstand am OFFIS Institut für Informatik in Oldenburg in Zusammenarbeit der drei Forschungsbereiche Energie, Gesundheit und Verkehr. An dieser Stelle gilt mein Dank den genannten Kollegen für Ihre Mitarbeit. Ohne sie wäre diese Studie nicht realisierbar gewesen.

Oldenburg, im Oktober 2008

Matthias Brucke

1 Heimvernetzung

Der Begriff Heimvernetzung kann auf verschiedene Arten interpretiert werden:

- Anbindung des Hauses an das Internet über breitbandige Datenleitungen
- hausinterne Datenverkabelung zur Rechnerkommunikation zwischen verschiedenen Räumen
- Vernetzung und Steuerung verschiedener Gewerke im Inneren eines Hauses im Sinne eines „Smarthomes“.

Diese Studie befasst sich mit dem gesellschaftlichen Nutzen der Heimvernetzung im Sinne einer Kombination aus allen drei oben genannten Vernetzungsarten. Es werden also die Vorteile betrachtet, die sich ergeben, wenn Smarthome-Technologie zum Einsatz kommt. Es lässt sich zeigen, dass neben der Erhöhung des Komforts (siehe dazu die Studie der TU Berlin) auch eine Steigerung der Energieeffizienz, sowie eine Verbesserung der Medizinischen Versorgung, der Lebensqualität und Sicherheit von – im speziellen – älteren Menschen (im Sinne des Ambient Assisted Living) erreicht werden kann. Im Bereich der Gewerbeimmobilien sind diese Technologien seit Jahren im Einsatz, in Privathäusern ist aber z.Zt. nur ein geringer Prozentsatz der existierenden oder neu gebauten Häuser damit ausgestattet. Dies hat verschiedene Gründe: neben dem immer noch hohen Preis handelt es sich um komplexe und erklärungsbedürftige Technologien. Durch die notwendige Systemintegration und Anpassung an die spezifischen Gegebenheiten einer Immobilie muss eine später evtl. zu installierende Gebäudesystemtechnik von Anfang an in die Planung einbezogen werden. Nach Umfrage in der Marktstudie „Intelligentes Wohnen“ (Abbildung) des Schweizer Gebäude Netzwerk Institut (GNI) Fachgruppe Intelligentes Wohnen [GNI 2006], wird dem vernetzten intelligenten Gebäude, in dem die oben genannte Technologie installiert ist, in Zukunft ein starkes Wachstum zugetraut.

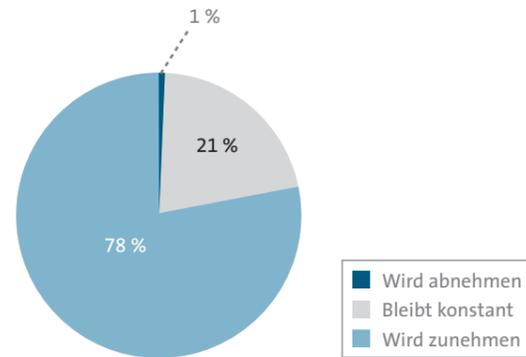


Abbildung 1: Abschätzung des zukünftigen Wachstums im Bereich Intelligentes Wohnen [GNI 2006]

Diese Systeme vernetzen in der höchsten Ausbaustufe gewerkübergreifend klassische Gebäudetechnik wie Heizungsanlage, Rauchmelder und Alarmanlagen über ein Bussystem. Alle Systeme die sich über das Bussystem steuern lassen sind in diesem Sinne Aktoren und alle Geräte die Information über den Zustand des Gebäudes und der Umwelt bereitstellen sind Sensoren. Die Regelung erfolgt dann entweder dezentral, d. h. sie ist z. B. in die Sensoren integriert, oder zentral über einen Server, an dem die Informationen zusammenfließen und verarbeitet werden und anschließend in Aktionen umgesetzt werden. Die Funktionalität der eingesetzten Haustechnik muss nach Abbildung vor allem der Erhöhung des Komforts und der Energieeinsparung dienen. Auch sehr wichtig sind die Erhöhung der Sicherheit und das selbstbestimmte Leben im Alter.

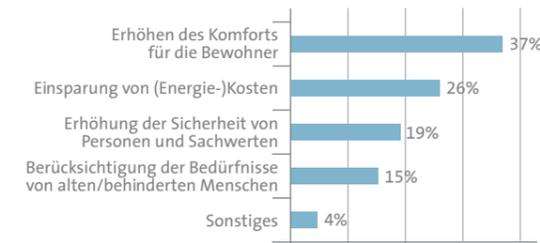


Abbildung 2: Kundennutzen von Intelligentem Wohnen [GNI 2006]

Das Angebot an Sensoren und Aktoren ist an das einzusetzende Bussystem gekoppelt und daher stark differenziert. Es gibt in Europa neben den offenen und Industriestandards wie z. B. KNX¹ und LON² eine Vielzahl von proprietären Protokollen (z-bus³, Local Control Network⁴ (LCN) oder PHC⁵), die eine zu anderen Protokollen inkompatible Familie von Sensoren und Aktoren mit sich bringen. Man legt sich mit der Auswahl des Bussystems auch auf die Auswahl der angebotenen Haustechnik fest. Dieser Sachverhalt muss bei Neuinstallationen beachtet und genügend transparent gemacht werden.

1 www.konnex.org
 2 www.lno.de
 3 www.z-bus.de
 4 www.lcn.de
 5 www.peha.de

2 Zukunftsszenarien/ Gesellschaftliche Anforderungen

2.1 Klimawandel

Der Klimawandel ist in letzter Zeit als eines der zentralen Themen ins Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt. Der durch IKT-Anwendungen verursachte CO₂-Ausstoß hat im Jahr 2006 z. B. mit 28 Mio. Tonnen CO₂ das Niveau der Luftfahrt erreicht. Um den CO₂-Ausstoß zu senken, ist es also nötig, auf allen Ebenen zu optimieren: die Steigerung der Energieeffizienz von Geräten und Systemen ist ebenso wichtig wie die Erhöhung des Anteils an regenerativer Energieerzeugung und das Ressourcen-optimale Management von Energieerzeugung und Energieverbrauch auf Netzebene. Neben der Verbesserung der Energieeffizienz im Entwurf von Halbleitern und damit der Reduktion des Energieverbrauchs einzelner Geräte, bietet eine Optimierung der Verbräuche auf Gesamtsystemebene, also auf ein

einzelnes Haus bezogen oder aber auch auf das gesamte Stromnetz bezogen, weitere Optimierungsmöglichkeiten. Trotz vieler Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz steigt der Stromverbrauch von Privathaushalten kontinuierlich weiter und der Anteil der privaten Haushalte am deutschen Stromverbrauch liegt bei ca. 28%. Verschiedene Studien zeigen, dass verbesserte Dämmung und energieeffiziente Bauweise das Einsparpotential deutlich erhöhen, dass aber durch den Einsatz intelligenter Steuerungs- und Regelalgorithmen, sowie durch Fernwartungsfunktionen ein weiteres Einsparpotential – je nach Studie von bis zu 35% – möglich ist. Diese unter dem Schlagwort Smarthome-Technologie zusammenfassbaren Ansätze bestehen aus dezentraler Sensorik, Aktorik, und aus eingebetteten Systemen, die die Intelligenz des Gebäudes darstellen.

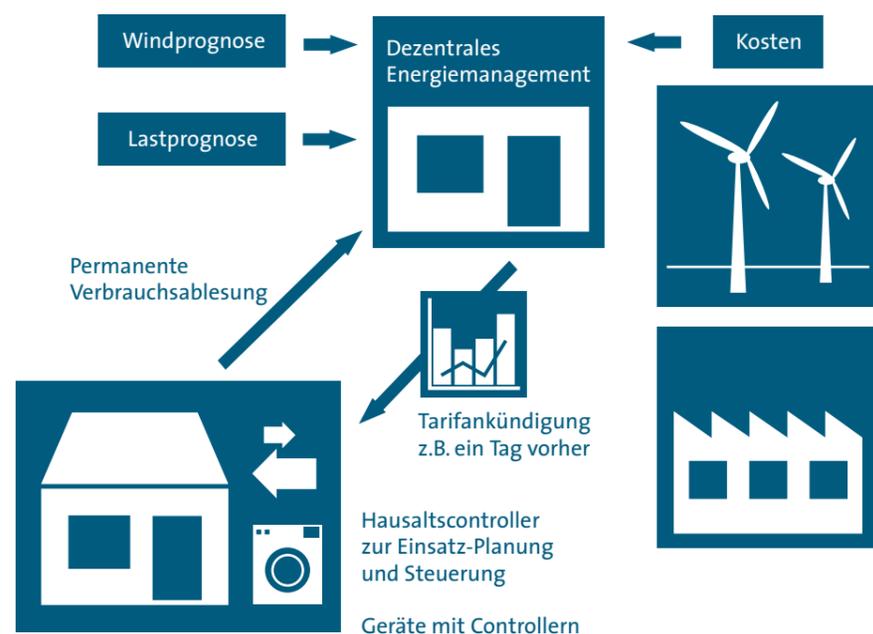


Abbildung 3: Energieoptimierung auf Netzebene durch Einbeziehung der einzelnen Verbraucher in ein dezentrales Energiemanagement.

Vernetzt man diese Smarthomes über geeignete Kommunikationsinfrastrukturen mit der Infrastruktur der Energieversorger, so ergeben sich weitere Möglichkeiten dadurch, dass Tageszeit-abhängige Tarife möglich werden, wodurch z. B. der Start einer Waschmaschine im Haus an eine günstige Tarifperiode geknüpft werden kann. Denkt man dieses Modell weiter, so könnte man das Management bestimmter Geräte dem Energieversorger gegen entsprechende Tarifvergünstigungen überlassen, was es diesem erlaubt, auf der Netzebene ein besseres Management der Verbräuche zu erreichen, um evtl. Kraftwerkskapazität einsparen zu können. Berücksichtigt man dann auch noch das Aufkommen dezentraler Energieversorger, benötigt man ein völlig neues dezentrales Energiemanagement, das alle Erzeuger und Verbraucher einbezieht.

Im Zuge des Klimaschutzes soll der Anteil regenerativer Energiequellen steigen. Die Einspeisungen dieser Energiequellen sind allerdings nur schwer planbar. Zusätzlich gehen laut einer Umfrage der IRON-Studie alle Strommarktteilnehmer von einem zukünftigen Rückgang des Stromangebots (aus Kosten- und Verschleißgründen) aus. Diese Entwicklung hat einen Anstieg von Versorgungsengpässen zur Folge. Die Befragten der IRON-Studie sehen deshalb das Engpass- und Notfallmanagement als sehr wichtig an. [IRON Study 2005]

Den Engpässen kann mit verschiedenen Maßnahmen begegnet werden. Neben der Speicherung der Energie trägt auch ein intelligentes Lastmanagement zu dem Ausgleich von Versorgungsengpässen bei.

2.2.1 Smart-Metering

Von der Etablierung intelligenterer Stromzähler in Haushalten und KMUs wird eine Steigerung des Energiemanagements erwartet. Elektronische Stromzähler ermöglichen die stundengenaue Erfassung des Stromverbrauchs und den sofortigen Zugriff auf diese Informationen über z. B. das Internet. So ergeben sich Vorteile sowohl für EVUs als auch Verbraucher. EVUs können in Echtzeit auf detaillierte Verbrauchsprofile zugreifen und somit ihre Prognosen verbessern. Durch das zeitnahe und feiner aufgelöste Verbrauchsprofil erhöht sich die Transparenz für die Verbraucher. [Brunner, Hubert 2008]

Smart-Metering ermöglicht den EVUs, wie bei Großverbrauchern, flexible Tarife auch für Kleinverbraucher anzubieten, da diese über die intelligenten Zähler direkt über aktuelle Strompreise und Prognosen informiert werden können.

Über solche Tarifänderungen kann der Verbrauch der Haushalte beeinflusst werden, was einer Form des Lastmanagements entspricht. Durch die Senkung des Strompreises in Lasttälern bzw. Erhöhung des Preises bei Lastspitzen können Lastverschiebungen motiviert werden und somit das verfügbare Angebot besser ausgenutzt werden.

2.2 Energiesparpotentiale durch intelligente Gerätesteuerung

Die privaten Haushalte haben laut dem „Bericht zur Entwicklung des Energieverbrauchs – 2008“ [AGEB 2008] einen Anteil von 26% am Gesamtstromverbrauch in Deutschland. Die Endverbrauchergeräte in den Haushalten wirken sich in ihrer Masse entscheidend auf den täglichen Lastgang aus. Die Haushalte verursachen Werktags morgens, mittags und abends Peaks im Stromverbrauch, der durch die Stromversorgung ausreguliert werden muss, um die Versorgungssicherheit zu garantieren.

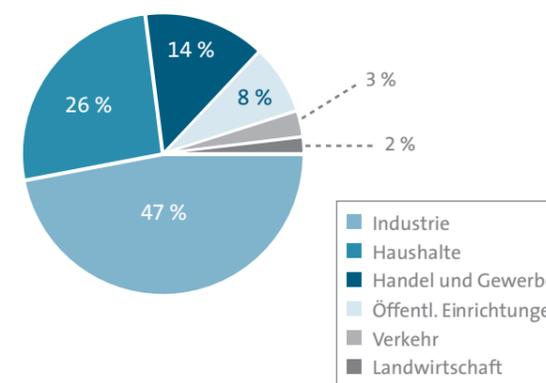


Illustration 1: Strombilanz Deutschland 2007 nach [AGEB 2008]

Smart-Metering wird bereits seit einigen Jahren mit wechselhaftem Umfang in einigen Ländern der USA betrieben [King, Chris 2005]. Italiens größter Stromanbieter ENEL begann 2001 mit dem Massen-Rollout von Smart-Metering-Systemen. Auch in Dänemark begannen die Energieversorger Erlo, EnergiMidt und SEAS-NVE mit dem flächendeckenden Rollout.

Neben wirtschaftlich motivierten Installationen wird in einigen Ländern der Einsatz von Smart-Metering-Systemen durch den Gesetzgeber gefordert.

Ab dem 1. Juli 2009 hat der Gesetzgeber in Schweden flächendeckende Einführung von Smart-Metering-

System verordnet. In den Niederlanden ist der Einsatz von Smart-Metering-System sowohl für Elektrizitäts- als auch Gasverbrauch bis 2014 geplant.

Beispiel ENEL:

Das italienische Energieversorgungsunternehmen versorgte mit dem Projekt „Telegestore“ ca. 30 Millionen (Stand 2006) Haushalte Italiens mit elektronischen Stromzählern. Die Kommunikation zwischen Zähler und dem zentralen Erfassungssystem erfolgt bidirektional über sogenannte Konzentratoren. Die Kommunikation zwischen Zähler und Konzentrator erfolgt über Powerline, während dieser über das öffentliche Telekommunikationsnetz mit dem Erfassungssystem kommuniziert.

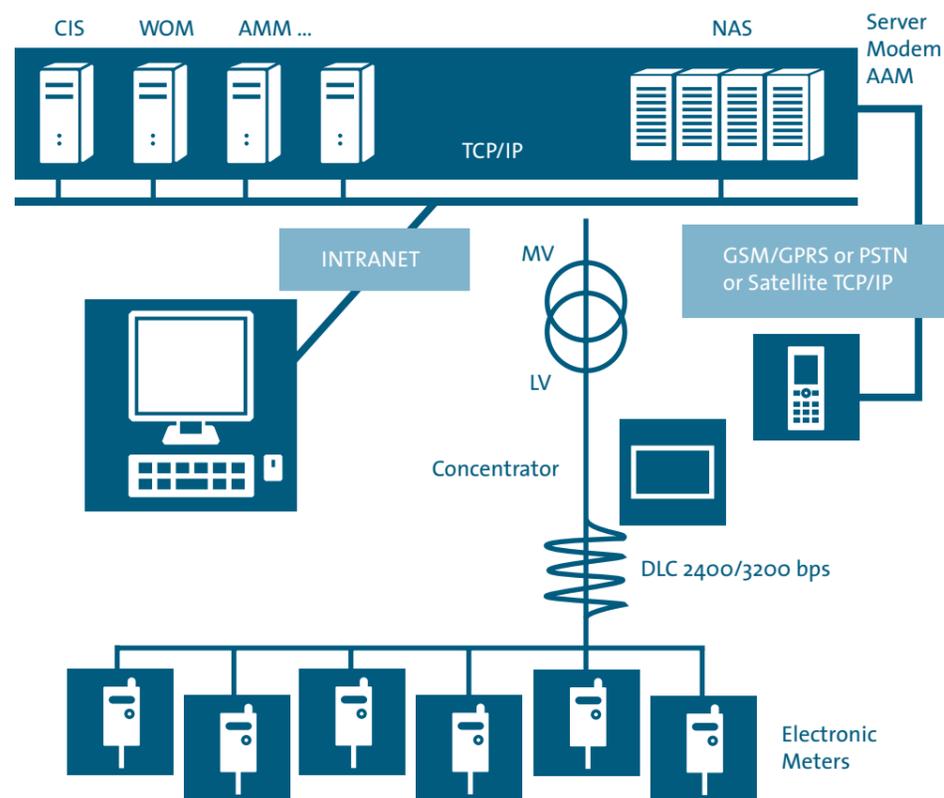


Illustration 2: Architektur „Telegestore“ (aus [Rogai, Sergio 2007])

Dank dem direkten Auslesen des Energieverbrauchs müssen keine Prognosen mehr herangezogen werden, um die Stromkosten zu berechnen. Weiterhin bietet ENEL seinen Kunden nun verschiedene Tarifoptionen an, in denen wöchentliche, monatliche und saisonale Modulationen vorgesehen sind. Ein weiterer Nebeneffekt des elektronischen Auslesens ist die Prävention und Detektion von illegalem Stromverbrauch.

Da die Kommunikation zwischen Versorger und Verbraucher bidirektional stattfindet, bieten sich auch Optionen zur Erweiterung um neue Technologien, wie z. B. Demand-Side Management, Multi-Metering (Gas, Wasser) oder die Integration von Kleinerzeugern, wie Photovoltaikanlagen. [Rogai, Sergio 2007]

2.2.2 Lastmanagement

Bei Großverbrauchern in der Industrie findet ein Lastmanagement schon seit längerer Zeit statt. Bei Kleinverbrauchern und Haushalten hat sich das Lastmanagement bisher noch nicht etabliert. [Armbrüster, Holger 2005] Das Lastmanagement für Haushalte kann entweder über direkte Kontrolle durch den Versorger (Demand-Side-Management) oder durch Tarifierreize (Demand-Response) erfolgen. Anders als bei Großverbrauchern stellt die große Anzahl an Haushalten hier eine besondere Anforderung an die Kommunikationskanäle dar. Das Demand-Side-Management bietet sich aus diesem Grund weniger für das Lastmanagement an, da zur direkten Steuerung der Haushaltsgeräte durch den Versorger eine Echtzeitkommunikation mit einer hohen Verfügbarkeit nötig ist. [Schäffler, Harald 2006] Ein weiteres Problem ist der Mangel von Standards zur Geräteansteuerung. Viele Hersteller verwenden ein eigenes proprietäres Protokoll für die Kommunikation mit ihren Geräten. Darüberhinaus können verschiedene Bussysteme zur Übermittlung der Daten eingesetzt werden. Somit verkompliziert sich die Realisation intelligenter Managementsysteme. Diese Situation versucht der IEC 61850 Standard zu verbessern. Eine Reihe von Haushaltsgeräten eignet sich nicht zur automatischen Kontrolle, da sie von Benutzerinteraktion abhängen (z. B.

Waschmaschine, Geschirrspüler, etc.). Ein Eingriff in das Verhalten dieser Geräte muss also mit Zustimmung des Nutzers erfolgen, um nicht die Lebensqualität zu mindern. Diese Involvierung führt jedoch häufig zu einer höheren Akzeptanzschwelle. In Deutschland gibt es bisher wenig Erfahrung mit Demand-Side-Management bzw. Demand-Response für Kleinverbraucher. Ein aktuelles Projekt ist das BEMI.

Beispiel BEMI:

BEMI (Bidirectional Energy Management Interface) [Nestle, David 2007] wurde in dem durch das BMU geförderte Forschungsprojekt DINAR entwickelt. Das BEMI ist sowohl eine technische als auch eine legale Schnittstelle zwischen dem Netz des Energieversorgers und dem Netz im Haushalt des Verbrauchers. Über diese Schnittstelle können Informationen zwischen einem Haushalt und dem Energieversorger ausgetauscht und auf beiden Seiten zur Planung benutzt werden. Welche Informationen und der Detailgrad, in dem diese ausgetauscht werden, ist vertraglich zwischen Verbraucher und Versorger festgelegt.

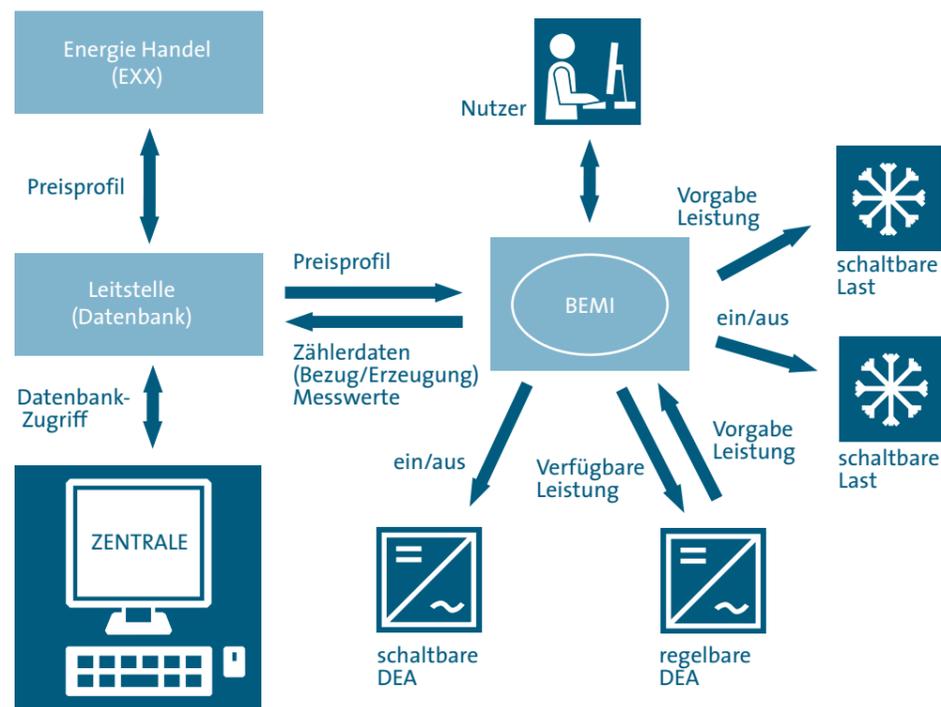


Illustration 3: Architektur BEMI (aus [Bendel, Christian 2006])

Die technische Realisierung der BEMI verfügt unter anderem über eine Recheneinheit und Mess- und Regelinstrumente. Die Recheneinheit empfängt den Tarif des Folgetages vom Versorger und errechnet daraus einen optimalen Fahrplan für jedes angeschlossene Gerät. Für jeden Gerätetyp muss dafür ein spezifischer Algorithmus bereitstehen. Zurzeit existieren Algorithmen für Gefrier- und Kühlschränke, elektrische Wärmebereitstellung, Klimaanlage, Waschmaschinen, Trockner und Spülmaschinen. Die Algorithmen vermeiden Lawineneffekte, die z. B. durch gleichzeitiges Einschalten der Geräte entstehen können, indem kleine zufällige Variationen eingestreut werden.

Die Akzeptanzschwelle beim Verbraucher soll durch die Berücksichtigung seiner Präferenzen durch die Algorithmen niedrig gehalten werden. Zudem ermöglichen eine Weboberfläche und eine PDA-Software den Zugriff und die Kontrolle auf das BEMI. Dadurch erhöht sich die Transparenz hinsichtlich des Verbrauchs als auch der

Planung. In diesem Sinne stellt das BEMI auch Smart-Metering-Funktionalitäten bereit. Über beide Schnittstellen können Verbrauchs- und Erzeugungsinformationen abgerufen werden, aber auch Ferneingriffe, wie z. B. die Änderung eines Fahrplans, vorgenommen werden.

2.3 Demographischer Wandel

Das Altern der Gesellschaft hat als Thema in Wissenschaft, Politik und der Öffentlichkeit in den letzten Jahren einen enormen Bedeutungszuwachs erfahren. Der hauptsächliche Grund für diese Aufmerksamkeit liegt in den demographischen Veränderungen, die als das „Altern der Gesellschaft“ umschrieben werden. Dieses Altern ist vor allem durch drei Dimensionen gekennzeichnet: So wird zum einen zwischen heute und dem Jahr 2025 der Anteil der Bevölkerung über 65 Jahren von 20% auf fast 30% ansteigen. Zum zweiten wird das Verhältnis älterer zu jüngerer Menschen steigen, was

deshalb von Bedeutung ist, weil den jüngeren Altersgruppen wesentliche Aufgaben bei der Versorgung älterer Menschen zukommen werden. Die dritte Dimension des Alterns schließlich ist die Zunahme der Hochaltrigkeit – so ist die am schnellsten wachsende Gruppe die der Menschen über 80 Jahren.

Damit wird deutlich, dass mit dem Altern der Gesellschaft eine ganze Reihe von Problemlagen an Brisanz gewinnen werden – keinesfalls nur die in der Öffentlichkeit breit diskutierte Frage der Finanzierbarkeit der gesetzlichen Rentenversicherung und der Pensionen. Insbesondere die Betreuung älterer hilfs- und pflegebedürftiger Personen wird hier besondere Probleme aufwerfen. Das Altern ist für die meisten Menschen mit körperlichen, geistigen und psychosozialen Einschränkungen verbunden. Zu den Einschränkungen in den Sinnesleistungen kommen Defizite in den motorischen Kompetenzen, die ein selbständiges und selbstverantwortliches Leben im Alter erschweren. Der Erhalt bzw. die technisch- und sozial-unterstützte Rehabilitation von Sinnes- und Mobilitätseinschränkungen im Alter ist vor diesem Hintergrund – sowohl in Bezug auf die Gesundheit des Einzelnen, als auch aus volkswirtschaftlicher Sicht – hinsichtlich einer längeren Integration in den Arbeitsprozess, einem möglichst langen selbstständigen Wohnen (welches auch die Älteren selbst bevorzugen) oder auch hinsichtlich der sog. Seniorenwirtschaft bedeutsam.

Das Thema Leben und Wohnen im Alter ist aus technologischer Sicht erst in den letzten Jahren im Zuge der allgemeinen Diskussion um den demographischen Wandel in den Fokus der Forschung geraten. Unter dem Titel IDEAL (Integrated Development Environment for Ambient Assisted Living Anwendungen, also integrierte Entwicklungsumgebung für AAL Anwendungen) arbeitet das OFFIS mit verschiedenen Partnern an der Verbesserung der aktuellen Lebenssituation für ältere Menschen im eigenen Haushalt durch die Erforschung und Bereitstellung geeigneter „unaufdringlicher“ Informations- und Kommunikationstechnologien. Zusammenfassen lassen sich viele dieser technologischen Entwicklungen unter dem Begriff Ambient Intelligence

(Aml). Technologisch hat die Vision der Ambient Intelligence die Entwicklung von lernfähigen Umgebungen zum Ziel, die die Anwesenheit eines Menschen erfassen, auf diesen reagieren und ihn unterstützen. Erreicht werden soll dies durch Miniaturisierung von Sensoren, Aktoren und Eingebetteten Systemen, die in die Umgebung oder in Alltagsgegenstände so integriert werden, dass sie nicht mehr sichtbar sind. Die Dienste in einer solchen intelligenten Umgebung können situationsgerechte Informationen bereitstellen und angepasst auf verschiedene Situationen reagieren. Wenn diese Systeme zum Einsatz kommen, um lebensunterstützend für Menschen mit Einschränkungen zu agieren, spricht man von Ambient Assisted Living (AAL). Dabei ist es ein wichtiger Aspekt, dass die Technologie den Menschen unterstützen muss und sich nach ihm richtet und an ihn anpassen soll und nicht umgekehrt. Darüber hinaus soll diese Technik z. B. nicht den Pflegedienst abschaffen oder einen Umzug in eine Betreuungseinrichtung verhindern, sondern den Pflegedienst unterstützen und einen Umzug hinauszögern.

2.3.1 Verbesserung der medizinischen Versorgung

Im Alter nehmen die gesundheitlichen Probleme naturgemäß stetig zu. Alterstypische Funktionsverluste wie Einschränkungen in der Mobilität und Orientierung, Einbußen im Wahrnehmungs- und Erinnerungsvermögen bis hin zu chronischen und sich gegenseitig beeinflussenden Erkrankungen (Multimorbidität) werden behandlungsbedürftig. Aufgrund der sich ändernden demographischen Situation steigt die Anzahl der zu versorgenden und zu betreuenden Menschen. Schon jetzt ist abzusehen, dass im medizinischen Bereich die rein stationäre Betreuung von Patienten nicht mehr möglich sein wird. Der Strukturwandel im Gesundheitswesen erfordert daher neue Lösungen und Verbesserungen in der medizinischen Versorgung. Leistungen müssen aus der stationären Umgebung in das heimische Umfeld des Patienten verlegt werden. Auch aus Sicht der Patienten ist der Bedarf klar erkennbar, möglichst viele Versorgungsleistungen in den gewohnten vier Wänden in

Anspruch nehmen zu können und damit so lange wie möglich im eigenen Wohnumfeld verweilen zu können. Modelle der zukünftigen medizinischen Versorgung werden basierend auf medizinischer Telemetrie individuelle Gesundheitsbedürfnisse zu Hause adressieren. Der Bürger wird dabei nicht mehr nur als Leistungsempfänger wahrgenommen, sondern soll die Möglichkeit erhalten, den eigenen Versorgungsprozess zu steuern („Patient Empowerment“) [Brennan P 2003]. Die Abstimmung der Versorgungskette bestehend aus Prävention, ambulanter und stationärer Behandlung und Pflege, Rehabilitation inklusive Post-Rehabilitation auf die individuellen Bedürfnisse erfordert die Verfügbarkeit der notwendigen Dienste zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, für die richtige Person und in der geeigneten Darstellungsweise [Helleso, R 2005]. Daraus folgt aber auch die Notwendigkeit einer entsprechenden technischen Infrastruktur zur Fernbetreuung und Versorgung des Patienten durch z. B. Angehörige, Ärzte, Kliniken oder Pflegepersonal (s. Abbildung 4).

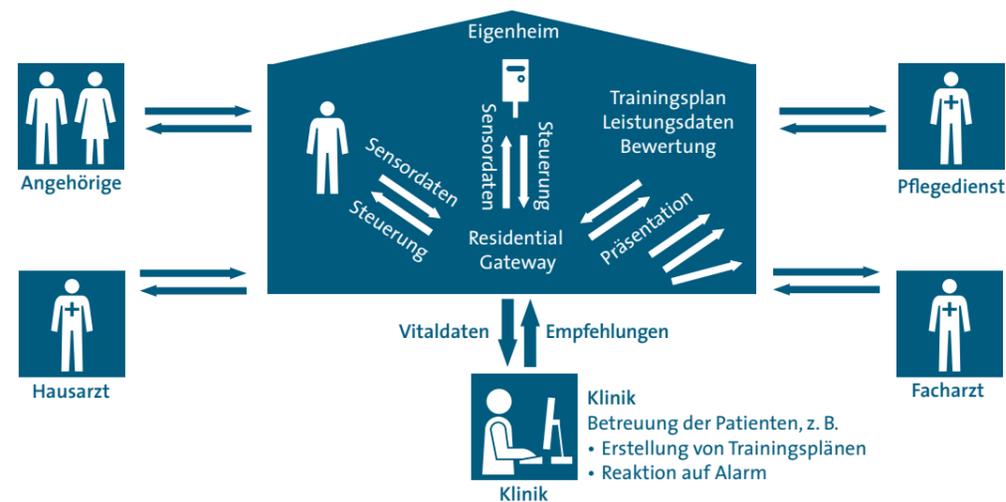


Abbildung 4: Vernetzung des häuslichen Umfelds mit der Außenwelt

Es müssen stabile und wirtschaftlich tragbare Softwarearchitekturen und Infrastrukturen zur Kommunikation und Informationsvermittlung geschaffen und bereitgestellt werden. Dies betrifft nicht nur die Umstellung und Entwicklung neuer IT-Architekturen für neue Versorgungsformen, sondern auch die technischen Plattformen und Infrastrukturen im häuslichen Umfeld. Aus der Sicht der Entwickler von IKT-Lösungen stellt die Vernetzung eine große Herausforderung dar. Für den Austausch der medizinischen Daten innerhalb und außerhalb des Hauses müssen beispielsweise Standards entwickelt werden. Ein wichtiger Standard ist in diesem Zusammenhang HL7 [HL7 2007], der für den institutsübergreifenden Austausch medizinischer Daten sorgen soll. In Deutschland sind weiterhin die Entwicklungen im Rahmen der geplanten Gesundheitstelematikplattform in die Planung und Umsetzung regionaler Informationssysteme zu beachten. Die Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH (gematik) arbeitet derzeit ein Referenzmodell einer nationalen Telematikinfrastruktur aus, mit der elektronischen Gesundheitskarte als Schlüssel zu Anwendungen wie dem elektronischen Rezept und der elektronischen Gesundheitsakte. Weiterhin stellt sie ein Konzept zur sicheren Übertragung medizinischer Daten zur Verfügung [Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH 2007]. Die konkrete Umsetzung der Gesundheitstelematikplattform bleibt jedoch den Institutionen und Unternehmen der Gesundheitswirtschaft überlassen.

Durch die Überwachung des Verlaufs von Erkrankungen im Zusammenspiel mit der individuellen Leistungsfähigkeit soll die medizinische Behandlung optimiert und eine möglichst lange Aufrechterhaltung der Gesundheit in körperlicher und geistiger Hinsicht erreicht werden. Die Technologien sollen jedoch auch dazu beitragen, mittels Sensoren und Informationssystemen insbesondere bei älteren Menschen, Krankheiten frühzeitig zu erkennen bzw. neue Formen der Versorgung und Betreuung chronisch Kranker zu ermöglichen. Für eine ambulante Versorgung und ein Monitoring ist eine adäquate Heimvernetzung Grundvoraussetzung, um die versorgungsrelevanten Daten über verschiedenste

Sensoren zu sammeln und intelligenten Auswertungssystemen im Haushalt oder an anderen Orten verfügbar zu machen. Eine Reihe von öffentlich national und international geförderten Forschungsprojekte beschäftigen bzw. beschäftigten sich genau mit diesen Fragestellungen, wie z. B. die von der EU geförderten Projekte Doc@home, TelemediCare, CONFIDENT, Mobihealth, xMOTION, MyHeart, SAPHIRE und HeartCycle oder die vom BMBF geförderten Projekte PRECARE und CONTAIN. In diesen Projekten wird insbesondere deutlich, dass ein wesentlicher, bei der Heimvernetzung zu berücksichtigender, Bestandteil nicht nur die Integration fest installierter Haus-Sensoren darstellt, sondern auch die nachträgliche Einbindung medizinischer Geräte und Sensoren in die Infrastruktur, wie z. B. EKGs, Blutdruckmessgeräte, Waagen oder Ergometer. Zur Übertragung der Sensorendaten an eine Set-Top-Box bzw. an das Residential Gateway zur Kommunikation der Sensoren untereinander bietet sich das elektrische Nahfeld an. Entsprechende Untersuchungen solcher Infrastrukturen, die auch als Body Area Network (BAN) oder Personal Area Network (PAN) bezeichnet werden, sind in [Gershenfeld N. 1995] [Zimmerman T. G. 1995] zu finden. Mittlerweile existieren Spezialchips für BAN/PAN-Anwendungen, die auf den Einsatz in medizinischen Anwendungsfeldern spezialisiert sind [Wansch, Rainer 2002][Falck, Thomas 2006].

Neben diesen technischen und infrastrukturellen Aspekten der Heimvernetzung zur medizinischen Versorgung müssen bei deren Entwicklung weitere gesellschaftliche Anforderungen betrachtet werden. Hier spielen insbesondere ökonomische (wie z. B. Kosten, Nachrüstbarkeit), datenschutzrechtliche, sowie ethische Fragestellungen eine wichtige Rolle.

2.3.2 Ambient Assisted Living (AAL)

Getrieben durch den demographischen Wandel hält der Begriff Ambient Assisted Living (AAL) immer mehr Einzug in unser Leben. Was ist eigentlich AAL? Eine einfache und eindeutige Definition zu AAL gibt es heute nicht und aufgrund der Interdisziplinarität, also der engen Einbindung verschiedenster Fachbereiche beim Thema

AAL, wird es auch in naher Zukunft keine geeignete und für alle Disziplinen annehmbare Bestimmung des Begriffes geben. Die übergeordnete Vision von AAL ist gekennzeichnet durch den Wunsch, das Wohlbefinden des einzelnen Menschen mittels Informations- und Kommunikationstechnologien zu verbessern. Etwas genauer lässt sich AAL über eine Reihe von Zielen und Themen beschreiben, die jeweils aus Sicht eines Menschen im alltäglichen Leben eine wichtige Rolle spielen und die sich unter Umständen gegenseitig beeinflussen können. Die EU hat im Rahmen des Ambient Assisted Living Joint Programme (AAL JP) einige Ziele der zukünftigen Forschung im Bereich AAL definiert:

- Ausweitung der Zeit, in der Menschen in ihrer bevorzugten Umgebung leben können, durch Steigerung der Unabhängigkeit, des Selbstbewusstseins und der Mobilität
- Unterstützung des Erhalts der Gesundheit und der funktionalen Fähigkeiten älterer Menschen

- Förderung eines besseren und gesünderen Lebensstils eines Menschen
- Verbesserung der Sicherheit, Vermeidung sozialer Isolation und Erhaltung des multifunktionalen Netzwerks um den Menschen
- Unterstützung von Betreuern, Familien und Pflegeorganisationen
- Steigerung der Effizienz und Produktivität in einer alternden Gesellschaft

Zum Erreichen dieser Ziele bedarf es einer Betrachtung der verschiedenen Einflussfaktoren für das Wohlbefinden eines Menschen. Eine zentrale Herausforderung für die Zukunft ist es, diese genauer zu untersuchen und die gesellschaftlichen Netzwerke zu identifizieren. Auf dieser Basis lassen sich IuK-Technologien entwickeln, die das Leben des Einzelnen gezielt verbessern. Aus Sicht des AAL JPs stellt sich der Themenkontext wie in Abbildung 5 dar.

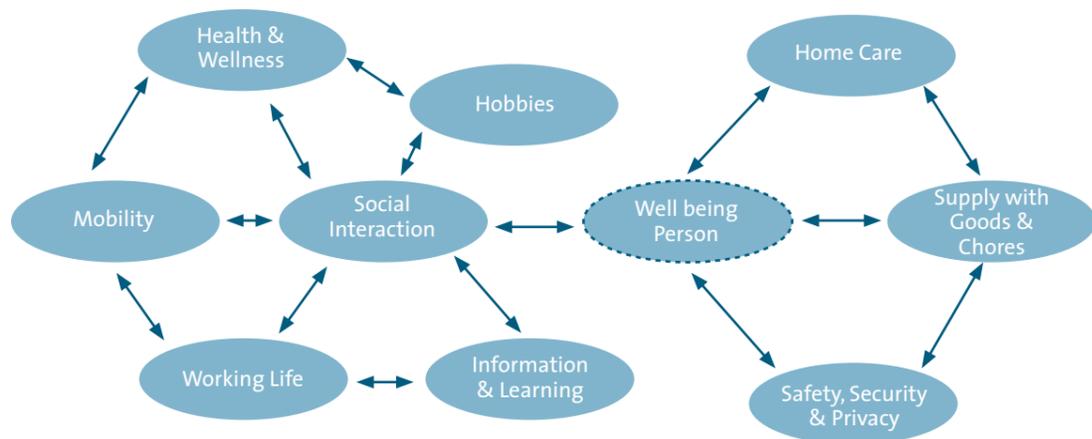


Abbildung 5: Einflussfaktoren des Wohlbefindens eines Menschen (www.aal-europe.eu)

Elektronische Unterstützungssysteme werden immer nur einen kleinen Teil und nur bestimmte Themenfelder, Funktionstypen oder Situationen abdecken können, um den oben genannten Zielen näher zu kommen. Dennoch müssen auch die Rahmenbedingungen, der sogenannte Context of Use, betrachtet werden, damit ein vom Menschen akzeptiertes und gebrauchstaugliches System entsteht. Dies ist auch der Grund, warum das Thema Interdisziplinarität eine wichtige Rolle spielt. So müssen für ein optimales Unterstützungssystem neben den Experten für die technischen Entwicklungen auch z. B. Pflegewissenschaftler, Mediziner, Psychologen, Sozialwissenschaftler, Ökonomen und Gerontologen herangezogen werden, um die Anforderungen für eine Entwicklung genau zu analysieren und fertige Systeme zu testen. An dieser Stelle gibt es noch viel Bedarf an geeigneten Methoden und Vorgehensweisen zur systematischen Kommunikation aller Beteiligten im Entwicklungsprozess.

Die Entwicklung von AAL-Systemen wird heute vorwiegend durch die Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien angetrieben. Hier spielt gerade die Heimvernetzung eine große Rolle, denn Assistenzsysteme im häuslichen Umfeld sind auf die Kommunikation und Interaktion mit verschiedensten Haushaltsgeräten und Sensoren angewiesen, z. B. zur Lokalisation des Nutzers, Ermittlung seiner Aktivitäten und seines körperlichen Befindens, sowie der Identifikation bestimmter Ereignisse. Die klassischen Methoden zu Interaktion mit einem Assistenzsystem über Bildschirm und Tastatur bzw. Maus sind im AAL-Kontext nicht mehr unbedingt geeignet. Neue und natürlichere Techniken wie z. B. Sprache und Gestik sind einfacher und intuitiver für den Menschen. Bei der Präsentation spielen ebenfalls die Akustik (synthetische Sprache, nicht sprachliche Akustik) aber auch die Verwendung von Licht eine immer wichtigere Rolle zur unaufdringlichen Vermittlung von Informationen. Für die Heimvernetzung bedeutet dies, dass verschiedenste Geräte und Sensoren miteinander gekoppelt werden müssen. Die Interoperabilität über Hersteller- und Ländergrenzen hinweg gewinnt an Bedeutung. Damit Geräte und Dienste unterschiedlicher Hersteller miteinander

kommunizieren können, müssen sie in das Heimnetzwerk integriert werden können. Dies umschließt sowohl die physikalische Verbindung (z. B. über Kabel oder Funknetzwerke), die Verwendung einer gemeinsamen Sprache zur Kommunikation (Protokolle, Syntax) als auch das gleiche semantische Verständnis. Von dem Zustand einer interoperablen AAL-Welt sind wir noch sehr weit entfernt. Es gibt viele Standardisierungsbemühungen, um Interoperabilität über Hersteller- und Ländergrenzen hinweg voranzutreiben. Zu diesem Zweck hat sich z. B. auch die „Continua Health Alliance“ in 2006 gegründet, bei der mittlerweile 150 Unternehmen mitwirken. Continua stützt sich dabei auf bestehende internationale Normen und Industriestandards und gibt Empfehlungen zu deren Nutzung an die Entwickler von AAL-Systemen weiter.

Es gibt bereits eine Reihe von aktuellen Projekten, die sich mit den verschiedenen AAL-Themen beschäftigen, darunter z. B. die von der EU unterstützten Projekte PERSONA und SOPRANO und den interdisziplinären niedersächsischen Forschungsverbund „Gestaltung altersgerechter Lebenswelten“ (GAL) (<http://www.altersgerechtelebenswelten.info/>).

3 Geräte

3.1 Haustechnik

Angelehnt an die HOAI⁶ soll in diesem Abschnitt ein Überblick über existierende Geräte, Protokolle und Standards im Bereich der Haustechnik gegeben werden. Abbildung 6 gibt einen Überblick über die Möglichkeiten zur Automatisierung in einem Wohnhaus.



Abbildung 6 Darstellung der Automatisierungsmöglichkeiten bei einem Wohnhaus (Quelle: http://www.eib-schoeller.de/images/WDB_EIB-Grafik.jpg Zugriff am 29.08.2008)

3.1.1 Energieerzeugung

Um Energie zu erzeugen, werden häufig Photovoltaikanlagen verwendet. Diese Anlagen produzieren mittels Solarzellen aus der Energie der Sonneneinstrahlung elektrische Energie. Um eine verwertbare Menge an Energie zu erzeugen, ist eine Fläche von mehreren Quadratmetern nötig, die mit Solarzellen bedeckt wird. Hierzu werden üblicherweise Hausdächer als Grundfläche verwendet. Eine Alternative zu Photovoltaikanlagen sind Windkraftanlagen, die die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umwandeln. Hierzu wird die Windströmung ausgenutzt, die die Rotorblätter antreibt. Die erzeugte Energie kann entweder zwischengespeichert und vom jeweiligen Gebäude verbraucht werden, oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Ein neuer Ansatz sind Kraft-Wärme-Kopplungs-

Systeme. Solche KWK-Anlagen werden zunehmend auch in Einfamilienhäusern eingesetzt und erhöhen durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme den Nutzungsgrad der Anlage.

[Wikimedia Foundation Inc. 2008], [Wikimedia Foundation Inc. 2008a], [Wikimedia Foundation Inc. 2008b]

3.1.1.1 Heizung / Klima / Lüftung

Die Automatisierung der Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen stellt einen wesentlichen Teil der Gebäudeautomatisierung dar. Nach DIN EN 15232 kann durch Automatisierung der Anlagen eine Ersparnis von ca. 30 % (bei Büroräumen) gegenüber Standardanlagen erreicht werden. Dabei muss sowohl eine Automatisierung der Anlagen auf Einzelraumbene umgesetzt werden, als auch eine Kombination der einzelnen Regelungen untereinander realisiert werden. Das Regelungssystem wird dabei so konzipiert, dass eine bedarfsgeführte Regelung umgesetzt werden kann. Dadurch wird im Idealfall nur Energie für die Anlagen erzeugt, wenn diese auch benötigt wird. Zur Steuerung der Heizungsanlagen kann auf die Regelung der Heizungsanlage, die Regelung der Pumpen, sowie auf die Heizkörperventile selbst zugegriffen werden. Klima- und Lüftungsanlagen verfügen im Normalfall bereits über Schnittstellen zur Steuerung. Durch intelligente Auswertung von Sensorinformationen können diese Anlagen somit effizient gesteuert werden.

3.1.1.2 Licht

Durch das anwesenheitsgesteuerte Schalten der Beleuchtung sowie die Verwendung von energiesparenden Leuchtkörpern kann nach DIN EN 15232 eine Energieersparnis von bis zu 13 % (bei Büroräumen) gegenüber einem Standardsystem erreicht werden. Dabei wird auf Grundlage von Sensordaten ermittelt, ob sich Personen im jeweiligen Raum befinden und ob eine Beleuchtung

notwendig ist. Auf Grundlage dieser Informationen kann die Beleuchtung vom Gebäudeautomatisierungssystem aktiviert bzw. deaktiviert werden.

3.1.1.3 Türkommunikation

Türkommunikation dient zur Übermittlung der Information, dass sich eine Person an einer Eingangstür des Gebäudes befindet. Dies kann durch simple Klingelsysteme realisiert werden. Darüber hinaus existieren Systeme, die es ermöglichen, Audio- und/oder Videoübertragungen zur jeweiligen Person herzustellen. Dies kann über dafür vorgesehene Lautsprecher und Monitore geschehen, aber auch über Alltagsgegenstände wie den Fernseher und die Hi-Fi-Anlage realisiert werden. Ist das Gebäudeautomatisierungssystem in der Lage, die Personen im Gebäude zu identifizieren bzw. ihre Position festzustellen, kann das jeweilige Medium zur Kommunikation in Abhängigkeit von der Position der jeweiligen Person gewählt werden.

3.1.1.4 Alarmanlagen

Alarmanlagen dienen zum Schutz vor unbefugtem Eindringen in das Gebäude. Die meisten Systeme arbeiten dabei unabhängig vom Gebäudeautomatisierungssystem. Dazu wird mittels unterschiedlicher Sensoren festgestellt, ob sich unbefugte Personen Zutritt zum Gebäude verschafft haben. Daraufhin wird auf unterschiedlichen Wegen versucht, die Personen im Gebäude sowie externe Stellen über den Einbruch zu informieren. Beispielsweise werden private Sicherheitsdienste über (Funk-) Telefonverbindungen informiert. Darüber hinaus werden oftmals Warnsignale und -lampen aktiviert, um anwesende Personen sowie die Eindringlinge über die Situation zu informieren. Bei einer Anbindung der Alarmanlage an das Gebäudeautomatisierungssystem kann das Warnen der Beteiligten sowie die Information von Sicherheitsdiensten über vorhandene Gebäudekomponenten realisiert werden. Ebenfalls kann ein Alarmsystem durch Verknüpfung von Automatisierungskomponenten realisiert werden.

3.1.2 Physikalische Sensoren

Zur Realisierung bestimmter Regelungen im Bereich der Gebäudeautomatisierung sind Sensoren nötig, die den aktuellen Status im Raum erfassen. Im Folgenden werden die wichtigen Sensoren, ihre Funktionsweise, sowie die Regelungen, zu denen sie üblicherweise eingesetzt werden, näher erklärt.

3.1.2.1 Bewegung / Präsenz / Annäherung

Anwesenheitskontrolle ist bei der Automatisierung von Gebäuden unumgänglich. Im Normalfall wird das Detektieren von Personen mittels Bewegungs- bzw. Präsenzmeldern (siehe Abbildung 7) durchgeführt. Diese stellen über einen passiven Infrarotsensor (PIR) die Bewegung von Objekten fest, die nicht die gleiche Temperatur wie die Umgebungstemperatur haben. Alternativ existieren Systeme, die Bewegung auf Basis von Bilderkennungsverfahren mittels Kameraüberwachung feststellen. Bewegungsmelder sind in unterschiedlichen Varianten erhältlich, können einen Radius von bis zu 360° beobachten und decken dabei durchschnittlich einen Radius von 5 – 8 m ab. Annäherung wird mittels Zeitmessverfahren bestimmt, bei denen ein Signal (Ultraschall, Infrarotlicht, ...) ausgesendet und daraufhin die Zeit gemessen wird die vergeht, bis das Echo des Signals zum Sensor zurückkehrt. Auf Grundlage der vergangenen Zeit und der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals kann die Entfernung bis zum nächsten Objekt berechnet werden.



Abbildung 7 Bewegungsmelder (Quelle: <http://www.solarenergy-shop.ch/Media/Shop/bewegungsmelder.jpg> Zugriff am 29.08.2008)

6 Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, www.hoai.de

3.1.2.2 Helligkeit

Lichtsensoren messen mittels eines optischen Sensors die Helligkeit. Mittels einer definierten Schnittstelle kann der Wert von anderen Systemen ausgelesen werden. Aus dem Wert lässt sich eine Aussage über die Stärke der Beleuchtung des jeweiligen Raumes treffen. Lichtsensoren werden beispielsweise bei der Regelung von Beschattung und Beleuchtung eingesetzt.

3.1.2.3 Temperatur

Temperatursensoren stellen, ähnlich wie ein Thermometer, die aktuelle Raumtemperatur fest. Mittels einer definierten Schnittstelle kann der Wert von anderen Systemen ausgelesen werden. Auf Grund der unterschiedlichen Anforderungen gibt es bei der Genauigkeit der Sensoren erhebliche Unterschiede. Oftmals muss der Sensorwert zur Korrektur um einen festen Wert erhöht oder verringert werden. Temperatursensoren werden beispielsweise bei der Regelung der Heizung, der Kühlung und der Lüftung eingesetzt.

3.1.2.4 Enthalpie

Enthalpie-Sensoren stellen die gefühlte Raumtemperatur fest. Dieser Wert wird auf Grundlage der Temperatur sowie der Luftfeuchtigkeit bestimmt. Mittels einer definierten Schnittstelle kann der Wert von anderen Systemen ausgelesen werden. Dieser Wert lässt Rückschlüsse auf die Behaglichkeit im jeweiligen Raum zu. Enthalpie-Sensoren werden beispielsweise zur Regelung der Lüftung eingesetzt.

3.1.2.5 Energieverbrauch/Energieertrag

Der Energieverbrauch durch Strom kann auf Grundlage der Messung von Strom und Spannung bestimmt werden. Spezielle Sensoren sind in der Lage, nur den Wirkleistungsanteil zu messen, d.h. der Blindlastanteil der Scheinleistung, der durch das Aufbauen elektrischer oder magnetischer Felder entsteht, wird nicht berücksichtigt. Anhand dieser Messwerte kann eine Aussage über den Stromverbrauch, der beispielsweise

durch Standby-Ströme während der Nacht erzeugt wird, getroffen werden. Diese können daraufhin gezielt verhindert werden.

3.1.2.6 Luftqualität

CO₂-Sensoren (siehe Abbildung 8) stellen die aktuelle CO₂ Konzentration fest. Mittels einer definierten Schnittstelle kann der Wert von anderen Systemen ausgelesen werden. Aus dem CO₂-Wert können Rückschlüsse auf die Luftqualität geschlossen werden. Auf Grund unterschiedlicher Bauarten weisen CO₂-Sensoren sehr unterschiedlich Messreichweiten auf. CO₂-Sensoren werden beispielsweise bei der Regelung der Lüftung eingesetzt.



Abbildung 8 CO₂ Sensor (Quelle: <http://www.driesen-kern.de/images/esensewithdisplay.jpg> Zugriff am 29.08.2008)

3.1.2.7 Binäre/Analoge Eingänge

Binäre bzw. analoge Eingänge dienen zur Weiterverarbeitung von Signalen, die beispielsweise von einem anderen Sensor kommen können. Liegt das Signal in binärer Form vor, können nur zwei Fälle unterscheiden werden. Diese werden als 0 oder 1 interpretiert. Ein Beispiel für einen Sensor, der ein binäres Signal ausgibt, wäre ein Präsenzmelder, da in diesem Fall nur zwei Fälle unterschieden werden müssen (Anwesenheit und keine Anwesenheit). Durch zeitlich koordiniertes Senden von 1en und 0en können wiederum beliebig komplexe Protokolle realisiert werden, was das Senden von umfangreichen Daten ermöglicht. Bei einem analogen Signal wird ein Wert zwischen dem minimal- und dem maximal-möglichen Wert des jeweiligen Sensors ausgegeben. Das Signal kann also als Wert zwischen 0 und 100%

interpretiert werden. Dies könnte beispielsweise der Wert eines Temperatursensors sein. Um den Wert weiterverarbeiten zu können, muss er in der Regel zunächst in einen digitalen Wert umgewandelt werden.

3.1.2.8 Brandmelder

Brandmelder sind Sensoren, die ein offenes Feuer im jeweiligen Raum erkennen können. Diese Sensoren funktionieren auf Grundlage von Gas-, Wärme- und/oder Rauchmessungen. Automatisierte Systeme sind in der Lage, Gegenmaßnahmen, wie beispielsweise Löschanlagen, zu initiieren und/oder die Feuerwehr zu verständigen.

3.1.2.9 Außenklima

Wetterstationen (siehe Abbildung 9) erfassen das Klima außerhalb des Gebäudes und sind als Zusammenschluss verschiedener Sensoren zu verstehen. Dabei werden unter anderem die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Luftgeschwindigkeit ermittelt. Diese Messwerte werden z. B. zur Regelung der Beschattung oder der Heizung verwendet.



Abbildung 9 Wetterstation (Quelle: http://www.topgartenbau.de/gwh/ws/bilder/wetterstation_o2.jpg Zugriff am 29.08.2008)

3.1.2.10 Sonneneinstrahlung

Sonneneinstrahlung wird mittels Lichtsensoren festgestellt. Der Messwert lässt Rückschlüsse auf die Stärke der Sonneneinstrahlung zu. Auf Grundlage der

Messwerte können Regelungen zur Steuerung der Beschattung realisiert werden.

3.1.2.11 Windrichtung/Windgeschwindigkeit

Die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit wird außerhalb des Gebäudes, oftmals mittels einer Wetterstation, festgestellt, um Einfluss auf die Beschattung nehmen zu können. Da bei hohen Windgeschwindigkeiten häufig die Beschattung eingefahren werden muss, werden diese Informationen verwendet, um die Beschattung ebenso wie die Fenster automatisiert vor Schäden zu schützen.

3.1.3 Aktoren

Um Einfluss auf den Status eines Gebäudes nehmen zu können, sind Aktoren nötig, die auf Grundlage von Sensorwerten geschaltet werden. Im Folgenden werden die Funktionsweisen der wichtigsten Aktoren beschrieben.

3.1.3.1 Schalter/Dimmer

Schalter bzw. Dimmer dienen der Steuerung von automatisierten Anlagen durch die Personen im Gebäude. Mittlerweile sind neben herkömmlichen Schaltern, die das Signal übermitteln, dass sie betätigt wurden, verschiedene komplexe Bedienelemente erhältlich, die teilweise über eingebettete Rechner zur Steuerung verfügen. Darüber hinaus existieren batterielose Funklösungen, die die Energie zur Erzeugung des Funksignals aus dem Betätigen des Schalters generieren.

3.1.3.2 Rollläden/Jalousie

Rollläden- bzw. Jalousiesteuerungen (siehe Abbildung 10), sind in diversen verschiedenen Bauformen erhältlich, beruhen aber größtenteils auf dem Prinzip eines Stellmotors, der über eine bestimmte Zeit aktiviert wird. Zusätzlich wird des Öfteren die Möglichkeit zur Lamellenverstellung gegeben, um einen zusätzlichen Einfluss auf die Beleuchtung bzw. Beschattung zu ermöglichen.



Abbildung 10 Steuerbarer Rollladen (Quelle: <http://www.favoritfenster.com/rolladen.jpg> Zugriff am 29.08.2008)

3.1.3.3 Heizung

In die Heizungssteuerung kann auf unterschiedliche Art und Weise eingegriffen werden. Bestimmte Heizungsanlagen erlauben z. B. den Eingriff in die Heizungsregelung. Ebenfalls erlauben einige Pumpen, die das Wasser der Heizung im Gebäude verteilen, den Eingriff in ihre Steuerung, unabhängig von der eigentlichen Heizungssteuerung. Darüber hinaus kann direkt auf einzelne Heizkörper zugegriffen werden, indem steuerbare Heizungsregler auf die Ventile der Heizkörper montiert werden.

3.1.3.4 Lüftung

Lüftungssystem bieten in der Regel bereits Schnittstellen zur Steuerung. Für Gebäudeautomatisierungssysteme bzw. Systemlösungen werden Komponenten angeboten, die einen Eingriff in die Lüftungssteuerung erlauben. Darüber hinaus existieren Systeme, die in Fensterrahmen integriert werden können und es ermöglichen, Fenster automatisiert zu öffnen, zu schließen und zu verriegeln.

3.1.3.5 Binär- / Analogausgänge

Da Daten oftmals an andere Aktoren oder Sensoren weitergegeben werden müssen, werden analoge bzw. binäre Ausgänge zum Übertragen von Daten verwendet. Ein binärer Wert entspricht dabei einer logischen 0 oder 1. Durch zeitlich koordiniertes Senden von 0en und 1en

können beliebig komplexe Protokolle realisiert werden, was das Übermitteln von großen Datenmengen erlaubt. Ein analoger Ausgang stellt einen Wert zwischen dem mögliche Minimum und Maximum, also einen Wert zwischen 0 und 100 %, dar.

3.1.3.6 Audio

Audiosysteme ermöglichen es dem Gebäudeautomatisierungssystem, mit den Personen im Gebäude zu kommunizieren. Dies reicht von der Generierung von Warn- und Klingeltönen, über das Abspielen von aufgezeichneten Botschaften, bis zur Synthetisierung von menschlichen Stimmen.

3.1.3.7 Steckdosen

Schaltsteckdosen können mittels ihrer Schnittstellen deaktiviert werden. Dies ermöglicht das gezielte Abschalten von Standby-Strömen, die beispielsweise anfallen, wenn ein Raum nicht mehr verwendet wird. Da nach dem Deaktivieren der Steckdose kein Strom mehr zur Verfügung gestellt wird, werden auch Geräte, wie beispielsweise Drucker oder Monitore, nicht weiter mit Strom versorgt.

3.1.4 Steuerungs- / Automatisierungsgeräte oder -software

3.1.4.1 Kommerziell

■ 3.1.4.1.1 Gira Homeserver

Der Gira Homeserver stellt eine zentrale Steuer-, Kontroll- und Meldekomponente für den KNX bzw. EIB Bus dar, was die Möglichkeit zur Definition komplexer Regelungen von Sensoren und Aktoren ermöglicht. Durch die Integration des Gira Homeservers in ein LAN-Netzwerk kann die Steuerung der Gebäudekomponenten beispielsweise über den Computer gehandhabt werden. Die Steuerung kann ebenfalls über das Internet realisiert werden. Gira stellt dazu ein Internetportal zur Verfügung, das einen sicheren Zugang zur Haussteuerung

bietet. Darüber hinaus ist der Gira Homeserver in der Lage, technische Störungen, Messwerte und Zustände der jeweiligen Anlage per E-Mail und SMS an den Benutzer zu senden. Zusätzlich ermöglicht der Gira Homeserver das Festlegen von automatisierten Vorgängen zu festen Zeiten sowie das Programmieren von Szenarien, die das Schalten unterschiedlicher Komponenten beinhalten können.

[Giersiepen GmbH & Co. KG 2008]

■ 3.1.4.1.2 Raumcomputer

Raumcomputer stellen ein System zur Steuerung von Gebäudeautomatisierungssystemen dar. Als zu Grunde liegendes Gebäudeautomatisierungssystem kann dabei theoretisch jedes System eingesetzt werden, das über eine TCP/IP Schnittstelle gesteuert werden kann. Feldbussysteme wie Dali und EIB/KNX werden somit unterstützt. Das zur Steuerung nötige Automationswerkzeug wurde in OSGI implementiert und ermöglicht das Erstellen von Benutzerschnittstellen als Internetseiten. Hierdurch ist es möglich, das Gebäudeautomatisierungssystem über das Intranet und/oder das Internet zu steuern.

[RaumComputer Entwicklungs- und Vertriebs GmbH 2008]

■ 3.1.4.1.3 MacMyHome

MacMyHome (auch bekannt als m..myhome) stellt eine Steuerungssoftware für den „Apple Mac mini“ dar. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Steuerung von Multimediafunktionen. Die Software unterstützt darüber hinaus das BAOS- (Bus Access and Objekt Server) Protokoll, was die Ansteuerung von bis zu 256 KNX Komponenten ermöglicht. Auf diesem Weg kann die Multimediasteuerung des „Apple mac mini“ in das Gebäudeautomatisierungssystem integriert werden. Als physikalische Schnittstelle zum KNX Bus dient dabei eine spezielle KNX Komponente, die den Zugriff per TCP/IP auf den KNX Bus erlaubt.

[myhome 2008]

■ 3.1.4.1.4 ERGO3 myHomeBox

myHomeBox ist ein von der Firma ERGO3 entwickeltes und vertriebenes Gerät zur Steuerung von Gebäudeautomatisierungssystemen. Dabei wird besonderer Wert auf die Gestaltung von benutzerfreundlichen Schnittstellen zur Steuerung gelegt. Da diese Benutzerschnittstellen webbasiert sind, kann die Steuerung problemlos über das Intranet und/oder das Internet realisiert werden. Darüber hinaus können Szenen definiert und zeitlich gesteuerte automatisierte Ansteuerungen programmiert werden. Als Gebäudeautomatisierungssystem kann EIB/KNX eingesetzt werden. Die Steuerung ist über jeden Browser möglich.

[ergo3 2008]

■ 3.1.4.1.5 EisBär KNX

EisBärKNX ist eine Visualisierungssoftware, die es dem Benutzer ermöglicht, ein auf EIB/KNX basierendes Gebäudeautomatisierungssystem darzustellen und zu steuern. Zur Visualisierung können die Projektdateien der KNX Planungs- und Konfigurationssoftware ETS verwendet werden. Als Betriebssystem werden Windows sowie das .Net Framework von Microsoft vorausgesetzt. Zur Kommunikation zwischen den KNX-Bus und dem zur Visualisierung nötigen PC muss eine spezielle KNX-Komponente am Bus installiert werden, die eine Kommunikation über TCP/IP ermöglicht. Durch so genannte „Extensions“ können der Visualisierung selbst programmierte Softwarekomponenten hinzugefügt werden.

[Alexander Maier GmbH 2008]

3.1.4.2 Opensource

■ 3.1.4.2.1 MisterHouse

MisterHouse ist ein offenes Programm zur Heimautomation. Es unterstützt unterschiedliche Methoden zur Steuerung, wie beispielsweise über Webseiten, Sprachbefehle oder zeitlich gesteuerte Ereignisse. Es ist sowohl für Windows, als auch für die meisten Unix Distributionen erhältlich. Untere anderem sind Funktionen zur Kommunikation mit X10 Geräten, unterschiedlichen

Infrarot-Empfängern, verschieden Displays, Internetdiensten (u. a. mail, http und ftp) sowie Instant Messenger-Anwendungen implementiert worden.

[MisterHouse 2008]

■ 3.1.4.2.2 LEIBnix

LEIBnix ist ein offenes Projekt, in dessen Rahmen eine Software für Linux Distributionen entwickelt wird, die das Senden und Empfangen von Daten auf einem EIB-Bus erlaubt. Dabei wird großen Wert auf die Tatsache gelegt, dass die Software auf Systemen mit minimaler Ausstattung lauffähig ist. LEIBnix bietet darüber hinaus die Möglichkeit, automatisiert zeitlich gesteuert Komponenten am EIB-Bus anzusteuern. Die flexible und offene Programmierung des Systems erlaubt es, weitere System zu integrieren.

[LEIBnix 2008]

3.1.5. Eingabe-/Bediengeräte

Zur Steuerung eines Gebäudeautomatisierungssystems durch den Anwender stehen unterschiedliche Geräte zur Verfügung. Im Folgenden soll ein Überblick über die am häufigsten verwendeten Bedienelemente gegeben werden.

3.1.5.1 Schalter

Schalter bieten dem Anwender eine simple Möglichkeit, Einfluss auf das Gebäudeautomatisierungssystem zu nehmen. Beim Betätigen eines Schalters wird dem System mitgeteilt, dass der Schalter gedrückt wurde und auf welche Position er gestellt wurde. Dieser Aktion kann eine beliebige, durch das System definierte Reaktion folgen.

3.1.5.2 Taster

Taster funktionieren vom Prinzip her wie Schalter, mit der Ausnahme, dass ein Taster nicht auf eine bestimmte Position gestellt werden kann. Es wird lediglich die Information übermittelt, dass ein Schalter betätigt wurde. Das Gebäudeautomatisierungssystem reagiert daraufhin mit der entsprechend programmierten Funktion.

3.1.5.3 Displays

Displays bieten durch geringe Abmessungen und häufig umfangreiche Anschlussmöglichkeiten eine ideale Möglichkeit, unauffällig in ein Gebäude integriert zu werden. Nachrichten des Automatisierungssystems können so auf eine komfortable Art dargestellt werden.

3.1.5.4 Touchpanel

Touchpanels bieten eine komfortable und umfangreiche Möglichkeit zur Steuerung eines Gebäudeautomatisierungssystems. Da sie in den meisten Fällen über einen Anschluss zu einem (ggf. eingebetteten) Rechner verfügen, der die Steuerung der Komponenten sowie die Visualisierung des Systems übernimmt, kann eine komplexe Regelung an einfache und intuitive Bedienanweisung geknüpft werden. Da Touchpanels Berührungen auf der Oberfläche des Displays erkennen können, kann die Bedienung ohne zusätzliche Eingabegeräte erfolgen.

3.1.5.5 Fernbedienung

Fernbedienungen funktionieren üblicherweise mittels der Übertragung von Infrarotlicht. Dabei wird ein kodiertes Signal durch das Ein- und Ausschalten einer Infrarotdiode erzeugt. Spezielle Module sind in der Lage, diese Signale zu erkennen und an ein Gebäudeautomatisierungssystem weiterzugeben. Dies geschieht häufig in Verbindung mit einem Homeserver. Mittlerweile sind diverse Fernbedienungen erhältlich, die Informationen über Funkverbindungen übermitteln. Darüber hinaus existieren programmierbare Varianten mit (Touch-) Displays, bei denen sich Funktionen und Aussehen frei definieren lassen.

3.1.5.6 PDA / Telefon

Da PDAs und Mobiltelefone immer leistungsstärker und bedienungsfreundlicher werden, lassen sich bestimmte Geräte sehr gut zur Steuerung von Gebäudeautomatisierungssystemen einsetzen. Beliebte Technologien zur Kommunikation sind dabei Bluetooth, WLAN und Infrarot sowie Datenübertragungsdienste wie beispielsweise GPRS oder UMTS. Da neue Mobiltelefone häufig über einen Internetbrowser verfügen und die genannten Technologien Zugang ins Internet/Intranet bieten, kann auf diese Weise auf Benutzerschnittstellen zugegriffen werden. Darüber hinaus existieren spezielle Anwendungen, die auf Mobiltelefonen installiert werden können und Zugriff auf die Gebäudesteuerung erlauben.

3.1.5.7 Visualisierung

Visualisierungen des Gebäudeautomatisierungssystems, sowie der vom System erzeugten Daten, sind eine gute Grundlage zur Steuerung des Systems durch den Benutzer. Mittlerweile existieren Systeme, die die notwendigen Funktionen auf eine leicht verständliche Weise darstellen, so dass keine Einarbeitung in das System nötig ist. Die Visualisierung erfolgt im Normalfall über ein Webinterface, so dass mit unterschiedlichen Systemen auf die Schnittstelle zugegriffen werden kann.

■ 3.2 Weiße Ware

Weiße Ware bezeichnet elektrische Haushaltsgeräte – u. a. Geräte aller Art zur Erledigung von Hausarbeit wie Kochen, Backen, Waschen, Reinigen und auch Körperpflege. Weißwaren sind unterteilt in die Gattungen Groß- und Kleingeräte. Zu den Großgeräten gehören hier insbesondere Kühlschrank, Gefrierschrank, Gefriertruhe, Elektroherd, Waschmaschine, Geschirrspülmaschine und Wäschetrockner. Kleingeräte sind zum einen thermische Geräte wie Toaster, Haartrockner, Mikrowellenherd und Kaffeemaschine mit entsprechend hoher Leistungsaufnahme (ca. 500–2500 W), zum anderen motorische Geräte wie Handrührgerät, Pürierstab und Handstaub-

sauger. Die Bezeichnung hat ihren Ursprung in der klassischen Farbe Weiß bei Wasch- und Küchengeräten.

Für eine Einbindung in eine Gebäudesystemtechnik ist entscheidend, ob sich die entsprechenden Geräte von Außen steuern lassen. In Deutschland werden solche Geräte z. Zt. von den Firmen Miele und BSH vertrieben. Beide Hersteller setzen dabei auf eine Vernetzung der Geräte über KNX über Powerline, d. h. über die existierenden Stromleitungen. Im Inneren der Geräte ist jeweils ein OSGi-Server zu finden, der die notwendigen Softwaremodule enthält. Es existieren jeweils eigene Bediengeräte, aber auch Gateways zu KNX oder zum LAN, so dass diese Geräte in ein übergeordnetes System integrierbar sind.

■ 3.3 Medizinische Geräte

3.3.1 Pulsoxymeter

Die Sauerstoffsättigung (sO_2) gibt an, wie viel Prozent des gesamten Hämoglobins im Blut mit Sauerstoff beladen ist. Dieses kann entweder invasiv mit einer Blutprobe bestimmt werden, oder nicht invasiv mit Hilfe eines Pulsoxymeters. Diese Messung bestimmt jedoch die quasi-arterielle Sauerstoffsättigung (SpO_2). Die Technik der nichtinvasiven Pulsoxymetrie beruht auf zwei Prinzipien: Zum einen wird die durch die Sauerstoffsättigung beeinflusste Farbe des Blutes auf zwei Wellenlängen bestimmt. Zum anderen verändert sich die Menge des Blutes im Gewebe und damit die Menge des absorbierten Lichtes.

Anbieter: z. B. Corsience, Nonin, Weinmann

3.3.2 Blutdruckmessgerät

Blutdruck ist der Druck des Blutes in einem Gefäß. Normal wird hier von dem arteriellen Druck in den großen Schlagadern auf Herzhöhe gesprochen. Gebräuchliche Abkürzungen sind: BD (Blutdruck), BP Blood pressure und RR (Riva-Rocci). Der Wert wird in einem Zahlenpaar systolisch / diastolisch angegeben. Die Bestimmung kann zum einen invasiv erfolgen mit Hilfe eines Druckfühlers in einem Blutgefäß (blutige Messung). Es ist auch möglich den Blutdruck nichtinvasiv (indirekte Messung) zu bestimmen. Dabei wird meistens das auskultatorische Messverfahren verwendet. Wird zusätzlich noch ein EKG und/oder eine SpO₂-Messung durchgeführt, besteht die Möglichkeit auf Messung des relativen Blutdruckes (Puls Transit Time, PTT). Bei den automatischen (digitalen) Blutdruckmessern ist zu unterscheiden zwischen der Oberarm- und der Handgelenkmessung. Die Geräte für die Handgelenkmessung sind kleiner und damit komfortabler beim Tragen. Jedoch sind die Werte wesentlich ungenauer und es muss bei der Messung beachtet werden, dass das Messgerät auf Herzhöhe sein sollte.

Anbieter: z. B. Corsience, Weinmann, BoSo

3.3.3 Waagen

Mit Waagen können das Gewicht, aber auch der Wasser-, Muskel- und Fettanteil einer Person bestimmt werden.

Anbieter: z.B. Corsience, Soehnle

3.3.4 Pulsmesser

Die Bestimmung der Herzfrequenz mit einem Pulsmesser kann an unterschiedlichen Stellen am Körper erfolgen. Bei dem stationären Einsatz (z. B. auf Ergometern) kann dies über die Hände (Extremitäten verallgemeinert) erfolgen. Jedoch hat sich der Einsatz von Brustgurten bewährt und liefert die genauesten Werte.

Durch Verfahren mit unterschiedlichen Frequenzen, auf denen die gemessenen Werte übertragen werden,

lassen sich diese Brustgurte auch in größeren Anzahlen in einem Raum betreiben. Nur wenige Hersteller haben das Protokoll, mit dem die Daten übertragen werden, offen gelegt.

Anbieter: z. B. Polar, Corsience, Blatand

3.3.5 Stresssensoren

Es gibt invasive und nichtinvasive Verfahren der Stressmessung. Invasive Verfahren gehen über die Bestimmung eines Proteins. Nichtinvasive Verfahren bestimmen den Stress mit der Messung des Hautwiderstandes. Da in Stresssituationen der Körper die Schweißabgabe steigert, wird der Hautwiderstand verringert.

Anbieter: z. B. Daum (am Ergometer)

3.3.6 EKG

Das Elektrokardiogramm misst die elektrischen Aktivitäten aller Herzmuskelfasern. Aus dem EKG können Herzfrequenz, Herzrhythmus und der Lagetyp (elektrische Herzachse, vgl. Cabrerakreis) bestimmt und die elektrische Aktivität von Herzvorhöfen und Herzkammern abgelesen werden. Diese können in unterschiedlichen Ausprägungen abgenommen werden. Der einfachste Fall ist ein 1-Kanal EKG (ähnlich einem Pulsmesser), weiter gibt es das 3-Kanal EKG und das 6-Kanal EKG, welches auch als Extremitäten Ableitung bekannt ist. Darauf folgt das 12-Kanal EKG welches zusätzlich die sechs Brustwandableitungen enthält.

Anbieter: z. B. Corsience

3.3.7 Temperaturmesser / Thermometer

Diese Geräte dienen der Bestimmung der Körpertemperatur. Dabei wird die Körpertemperatur, also die Temperatur der lebenswichtigen Organe und nicht die Hauttemperatur gemessen. Die Messung geschieht rektal, oral oder im Ohr.

Anbieter: z. B. Medisame

3.3.8 Spirometer

Mit einem Spirometer können neben der Atemfrequenz, das Atemvolumen und die Gaszusammensetzung bestimmt werden.

3.3.9 Peak Flow Meter

Diese Geräte bestimmen die Geschwindigkeit, mit der eine Person Luft aus ihrer Lunge blasen kann.

Anbieter: z. B. Corsience

4 Spezifische Standards und Technologien

Wichtige europäische Normierungsgremien sind die CEN⁷, die CENELEC⁸ und die ETSI⁹. Alle diese Organisationen haben Unterausschüsse, die sich mit Gebäudetechnik beschäftigen. Das bedeutendste unter ihnen ist CENELEC Technical Committee TC 205 Home and Building Electronic Systems (HBES), welches u. a. an der Erstellung Norm EN 50900 beteiligt war.

Bussysteme für Gebäudetechnik sind in Europa nach der Norm für EN 50900 und weltweit nach ISO/IEC 14543 normiert. Der offene europäische Standard Konnex hat mit KNX diese Norm bereits umgesetzt.

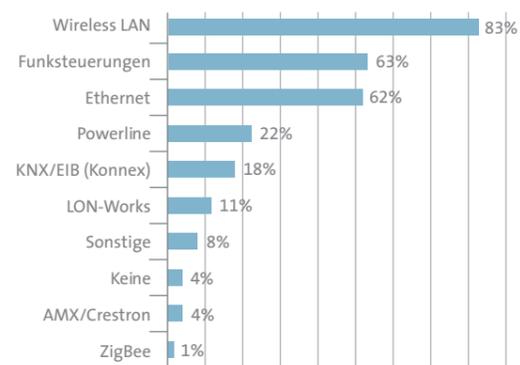


Abbildung 11 Eingesetzte Kommunikationsstandards in der Gebäudeautomation [GNI 2006]

Die Verbreitung von Kommunikationsstandards für die Gebäudeautomation ist sehr unterschiedlich (Abbildung 11). Für Entertainment und Internet ist WLAN nach 802.11 am meisten verbreitet. In der Gebäudeautomation stehen proprietäre Funksteuerungen an erster Stelle.

4.1 Bustechnik

Bustechnologien sind in der Gebäudeautomatisierung weit verbreitet. Je nach Hersteller können dabei

unterschiedliche Standards sowie Übertragungsmedien verwendet werden. Im Folgenden wird ein Überblick über die bekanntesten offenen Standards, die den Vorteil bieten, dass Dritthersteller Produkte für das jeweilige System anbieten können, sowie die am häufigsten verwendeten proprietären Systeme gegeben.

4.1.1 Offene Standards

4.1.1.1 X10

X10 ist ein Industriestandard zur Kommunikation von Geräten zur Gebäudeautomatisierung. Die meisten X10-Geräte verwenden Powerline als Übertragungsmedium. Das Protokoll wurde aber ebenfalls für eine funkbasierte Variante umgesetzt. X10 wurde 1975 von der Firma Pico Electronics in Schottland mit dem Ziel entwickelt, ein System für Hausgeräte fernzusteuern. Die verfügbaren Produkte für das X10 Protokoll umfassen Heimautomatisierungssysteme, Sicherheitssysteme, Unterhaltungssysteme sowie unterschiedliche Kameraüberwachungssysteme. Ebenfalls ist ein umfangreiches Angebot an Software zur Konfiguration und Steuerung von X10 Komponenten erhältlich. [X10 2008], [Wikimedia Foundation Inc. 2008c]

4.1.1.2 LON

Das Local Operating Network (LON oder LonWorks) ist ein Protokoll für Automatisierungnetzwerke und wurde von der Echelon Corporation, Palo Alto, USA, entwickelt. Das von LON verwendete Kommunikationsprotokoll LonTalk ist offen und darf daher von Drittanbietern implementiert werden. Die LON-Technologie ist als internationaler Standard genormt (EIA-709 / EIA-852 bzw. EN 14908). Überall dort, wo Ein- und Ausgabe stattfindet, können dezentrale und intelligente Erfassungs- und

Steuergeräte platziert werden. Die Integration dieser Geräte in die Netzebene erfolgt dabei durch einen speziellen Mikroprozessor namens Neuron, der nach derzeitigem Stand nur noch von Motorola hergestellt wird. Echelon ist wiederum eine Tochter von Motorola. Prinzipiell könnte das LonWorks-Protokoll natürlich auch in Software auf einem Prozessor implementiert werden. Allerdings bedürfte es dafür einer gebührenpflichtigen Lizenzierung durch die Firma Echelon. Für LonWorks-Netze kann jede beliebige Topologie gewählt werden (Stern-, Ring-, Baum- oder klassische Linienstrukturen sind möglich). Auf jedem Neuron-Chip können die Funktionen für anfallende Automatisierungs- und Steuerungsaufgaben konfiguriert und programmiert werden. Jeder Neuron-Chip erhält bei der Herstellung eine festgelegte einmalige Identifikationsnummer (48 Bit). Weiterhin enthält der Neuron-Chip Hilfsmittel zur Unterstützung der Installation und Wartung (Dokumentation, Konfiguration sowie Statistikzähler und Diagnosezellen). Ein LonWorks-Netz kann aus bis 10^{21} Knoten bestehen. LonWorks wird überwiegend in größeren Gebäuden (z. B. neuer Terminal 2 in München) eingesetzt. Abbildung 12 zeigt einen typischen Ausschnitt eines LON-Netzwerks.

4.1.1.3 KNX

Der KNX Standard wurde 2002 auf technischer Grundlage des Bussystem EIB (Europäische Installationsbus), EHS (European Home Systems) und BatiBUS entwickelt und erfüllt die europäische Norm EN 50900. Durch diesen Umstand ist KNX kompatibel zu EIB Geräten. Das von KNX verwendete Kommunikationsprotokoll ist offen und darf daher von Drittanbietern implementiert werden. KNX wurde entwickelt, um alle wichtigen Anlagen in der Gebäudetechnik anbinden zu können. Damit kann gewerkübergreifend („integral“) geplant und ausgeführt werden. Jeder Hersteller muss seine Geräte zertifizieren lassen, so dass alle Geräte zueinander kompatibel sind.

Das KNX-System besteht aus Sensoren, die Telegramme senden, Aktoren, die die empfangenen Telegramme in Aktionen umsetzen, und einem Bus, der alle Sensoren und Aktoren für den Telegrammverkehr verbindet. Der KNX-Standard spezifiziert folgende Übertragungsmedien: Twisted Pair (TP), Powerline (PLC) oder Radio Frequency (RF).

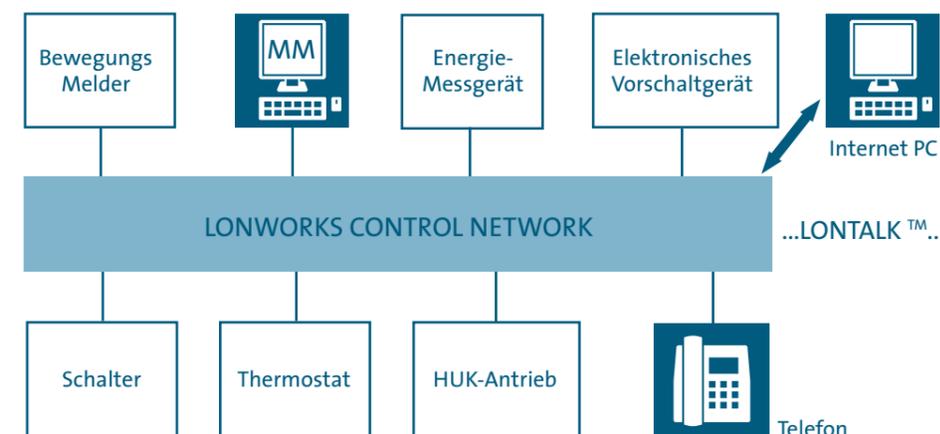


Abbildung 12 Ausschnitt LON-Netzwerk [LonMark Deutschland e.V. 2008a] [LonMark Deutschland e.V. 2008]

7 European Committee for Standardization, www.cen.eu
 8 European Committee for Electrotechnical Standardization www.cenelec.eu
 9 European Telecommunications Standards Institute www.etsi.org

Die Sensoren kommunizieren mittels Telegrammen, die auf dem Bus übertragen werden, mit den Aktoren. Es wird keine zentrale Stelle zur Steuerung benötigt, da die Logik zur Steuerung in den Busteilnehmern gespeichert wird. Die Topologie zum Aufbau eines EIB/KNX Systems wurde so konzipiert, dass das System sowohl für Einzelösungen, als auch für komplexe Gebäudesteuerungen eingesetzt werden kann. Durch die Möglichkeit, einen „Homeserver“ als Busteilnehmer hinzuzufügen, können selbst sehr komplexe Regelungen realisiert werden.

Die Topologie von KNX unterteilt den Bus in Bereiche und Linien. An einer Linie können bis zu 64 Busteilnehmer angeschlossen werden. Mittels Linienverstärkern kann eine Linie um weitere 3 Linien erweitert werden. Durch Linienkoppler können bis zu 15 Linien zu einem Bereich zusammengeschlossen werden. Bereichskoppler ermöglichen es bis 15 Bereiche miteinander zu verbinden. Daraus ergibt sich eine theoretischen maximal Anzahl von 57.600 Busteilnehmern.

Die Programmierung der Busteilnehmer erfolgt mittels einer Software, die es ermöglicht, die Busteilnehmer zunächst entsprechend ihres Platzes in der Bustopologie (Bereich, Linie, ...) zuzuordnen. Darüber hinaus kann eine zweite Zuordnung Auskunft über den tatsächlichen Standort des Busteilnehmers (Etage, Büro,...) geben. Ebenfalls kann die Sensor/Aktor Steuerung definiert werden. Durch dieses Konzept erhält man ein sehr flexibles und komplex einsetzbares System. Abbildung 13 zeigt einen typischen Ausschnitt eines KNX-Netzwerks.

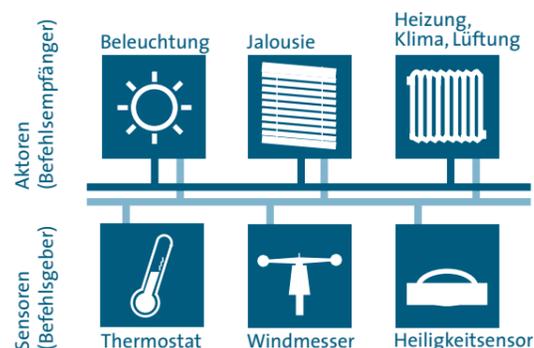


Abbildung 13 Ausschnitt KNX-Netzwerk [KNX Deutschland 2008b]

[Richter, Edwin 2006, 26f], [KNX Deutschland 2008], [KNX Deutschland 2008a]

4.1.1.4 Powerline

Powerline beschreibt das Übermitteln von Daten über das 230V Stromnetz. Dabei stellt Powerline selbst keinen Gebäudeautomatisierungsstandard dar, sondern eine alternative Bustechnologie. Gebäudeautomatisierungsstandards wie KNX und LON bieten spezielle Busteilnehmer für Powerline an. Der Vorteil von Powerline ist, dass keine Busleitung im Gebäude verteilt werden müssen, da die Sensoren und Aktoren das 230V Stromnetz als Bus verwenden. [das Elko 2008]

4.1.1.5 Ethernet

Das Ethernet Protokoll wurde ca. 1973 am Xerox Palo Alto Research Center entwickelt und später als offener Standard zur drahtgebunden Kommunikation von der IEEE Arbeitsgruppe 802 weiterentwickelt. Mittlerweile ist Ethernet das Standard-Kommunikationsprotokoll für Netzwerkverbindungen zwischen Computern. Der CSMA/CD-Algorithmus kann die gemeinsame Nutzung des Mediums koordiniert sowie die Kollision von Paketen erkannt werden. Verschiedene andere Protokolle benutzen den Ethernet-Standard auf unterster Ebene zur Kommunikation. In der Gebäudeautomatisierung wird Ethernet häufig von einzelnen Komponenten zur Kommunikation eingesetzt. Dabei werden standardisierte Protokolle wie beispielsweise TCP/IP oder UDP zur Kommunikation verwendet, was die Konfiguration bzw. Ansteuerung der Komponenten erheblich vereinfacht, da dies über einen Computer mit Anschluss an das Ethernet geschehen kann. [Wikimedia Foundation Inc. 2008d]

4.1.1.6 Profibus

Profibus (Process FieldBus) beschreibt ein zur Prozessautomatisierung entwickeltes Kommunikationssystem. Entwickelt wurde Profibus in der 80er Jahren auf Grundlage eines BMBF Förderprojektes. Das System zeichnet

sich durch die Möglichkeit aus, sowohl zeitkritische als auch sehr komplexe Systeme realisieren zu können. Dies wird durch das erweiterbare Kommunikationsprotokoll, die große Anzahl von applikationsorientierten Profilen, sowie die hohe Nummer von Profibuskomponenten realisiert. Durch den modularen Aufbau des Systems können unterschiedliche Technologien zur Übertragung und Kommunikation eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird Profibus hauptsächlich in der Fabriken- und Prozessautomatisierung eingesetzt. Abbildung 14 zeigt einen typischen Ausschnitt eines PROFIBUS-Netzwerks.

4.1.2 Proprietäre Systeme

4.1.2.1 LCN

LCN (Local Control Network) ist ein von der Firma Issendorf entwickeltes Installationsbus-System zur Gebäudeautomatisierung. LCN ist ein proprietäres System, d.h. das zugrunde liegende System darf nur von der Firma Issendorf vertrieben werden. Die Programmierung des Systems erfolgt über die Busteilnehmer, daher ist keine zentrale Stelle zur Steuerung notwendig. Die maximale Anzahl der Busteilnehmer liegt bei 30.000 Modulen. Als Bus wird im Normalfall eine freie Ader des NYM-Kabels, mit dem die Busteilnehmer mit Strom versorgt werden, verwendet. Die Topologie des Systems unterteilt den Bus dabei in Segmente, die maximal 250 Module beinhalten dürfen. Insgesamt können bis zu 120 Segmente mit einander verbunden werden. Abbildung 15 zeigt einen typischen Ausschnitt eines LCN-Netzwerks.

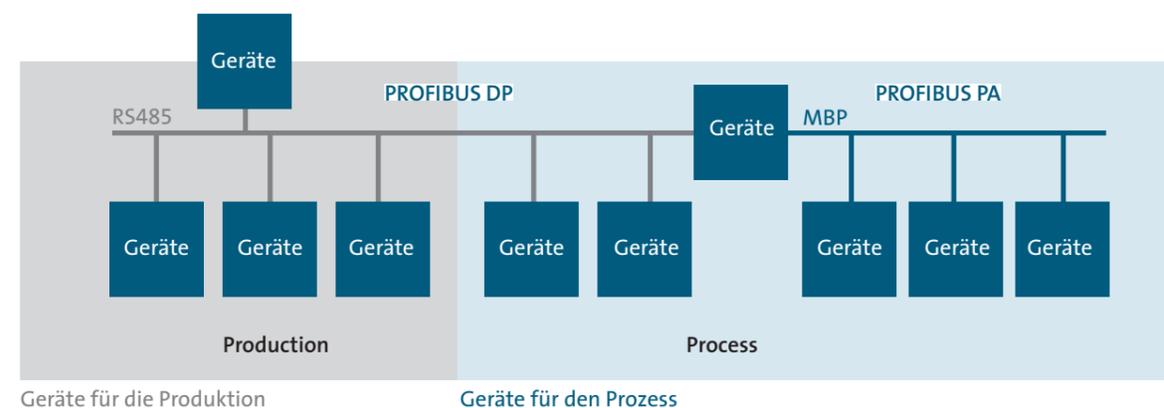


Abbildung 14 Ausschnitt PROFIBUS-Netzwerk [PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2008] [PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2008], [Wikimedia Foundation Inc. 2008e]

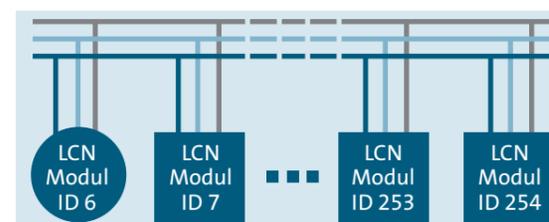


Abbildung 15 Ausschnitt LCN-Netzwerk [Issendorf KG 2008b] [Issendorf KG 2008], [Issendorf KG 2008a]

4.1.2.2 HS485 Bus-Haussteuerungs-System

Das HS485 Bus-Haussteuerungs-System ist ein Heimautomatisierungssystem, das von der Firma ELV entwickelte und vertrieben wird. Das System nutzt zur Kommunikation den RS485-Bus. Dieser Bus basiert auf einer seriellen Kommunikation über 2 Datenleitung. Zur Stromversorgung der Komponenten werden zwei zusätzliche Adern benötigt. Das System ermöglicht 127 Endgeräten über den Bus zu kommunizieren. Die Programmierung der Komponenten kann über Taster an Sensoren und Aktoren realisiert werden. Neben verschiedenen Sensoren und Aktoren umfasst das Produktsortiment auch eine spezielle Komponente, die die Konfiguration des Systems über den PC ermöglichen. [ELV Elektronik AG 2008a]

4.2 Drahtlose Systeme

Da drahtlose System in der Gebäudeautomatisierung, aufgrund der leichten Nachrüstbarkeit, sehr beliebt sind, wird im Folgenden ein Überblick über die am häufigsten eingesetzten offenen sowie proprietären Systeme gegeben.

4.2.1 Offene Standards

4.2.1.1 WLAN

WLAN (Wireless Local Area Network) bezeichnet ein nach der IEEE-802.11 Familie standardisiertes Funknetzwerk. Ein WLAN wird üblicherweise von einer zentralen Stelle (Access Point) aus koordiniert. Da WLAN sich im OSI-Modell auf der gleichen Ebene ansiedelt wie Ethernet, kann ein Access Point problemlos eine Verbindung zum drahtgebundenem Netz herstellen. Die üblicherweise eingesetzten WLAN-Geräte (IEEE 802.11g) haben eine Übertragungsrate von maximal 54 Mbps. Nach 802.11n standardisierte Geräte können theoretisch eine Übertragungsrate von bis zu 300 Mbps erreichen. Bei den Angaben handelt es sich allerdings um theoretische Maximalwerte. Die tatsächlichen Übertragungsraten

liegen bei ca. 50% des angegebenen Wertes. [Wikimedia Foundation Inc. 2008f]

4.2.1.2 Bluetooth

Bluetooth ist ein in den 90er Jahren ursprünglich von der Firma Ericsson entwickelter Industriestandard (IEEE 802.15.1) zur Kommunikation über Funk. Da Bluetooth das lizenzfreie ISM-Band (2,402 GHz bis 2,48 GHz) verwendet, kann die Technologie weltweit ohne Zulassung eingesetzt werden. Da eine Bluetooth-Kommunikation durch Technologien wie beispielsweise WLAN gestört werden kann, wird zur Reduzierung von Störungen ein Frequenzsprungverfahren eingesetzt. Dabei wird das Frequenzband in 79 Stufen mit 1 MHz Abstand eingeteilt, die ca. 1600-mal pro Sekunde gewechselt werden. Bluetooth erreicht seit der Version 2.0 eine maximale Übertragungsrate von 2,1 Mbit/s. Bei Klasse 1 wird bei einer maximalen Leistung von 100 mW eine Reichweite von ca. 100m erreicht. [Wikimedia Foundation Inc. 2008g]

4.2.1.3 ZigBee

ZigBee beschreibt einen Kommunikationsstandard (basierend auf IEEE 802.15.4) zur Kommunikation mittels Funk über einen Entfernung von 10-100 m. Der Standard wurde von der ZigBee-Allianz, die mittlerweile aus ca. 230 verschiedenen Unternehmen besteht, entwickelt. ZigBee-Geräte zeichnen sich im Allgemeinen durch ihren niedrigen Stromverbrauch, sowie die niedrigen Anforderungen an Systemressourcen aus. ZigBee wird hauptsächlich in der Automatisierungstechnik, der Medizintechnik sowie in der Heim- und Gebäudeautomatisierung eingesetzt. [Wikimedia Foundation Inc. 2008h], [ZigBee Alliance 2008]

4.2.1.4 KNX/Rf

KNX/Rf erweitert den KNX-Standard um die Möglichkeit, Komponenten per Funk zu steuern. Die Daten werden dabei auf einer Frequenz von 868,3 MHz übertragen. Die Sendeleistung beträgt 1-25 mW. Der Standard

unterscheidet dabei Geräte, die nur senden können, und Geräte, die sowohl Daten senden, wie auch Daten empfangen können. Da Geräte, die nur Daten senden können, nicht durchgehend aktiv sein müssen, können sie energieeffizient realisiert werden und gegebenenfalls mittels einer Batterie mit Strom versorgt werden. Geräte, die ständig empfangsbereit sein müssen, sollten hingegen mit einer festen Stromversorgung versehen werden. [Weinzerl Engineering GmbH 2008]

4.2.1.5 Infrarot

Bei der Übertragung von Daten mittels Infrarot werden Lichtimpulse zur Kommunikation verwendet. Da das Infrarot-Spektrum für das menschliche Auge nicht sichtbar ist, wird die Datenübertragung nicht wahrgenommen. Der Nachteil dieser Technologie ist, dass zur Kommunikation einer Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger bestehen muss. Die IrDa (Infrared Data Association), bestehend aus ca. 30 Unternehmen, entwickelt und beschreibt seit 1993 Standards zur Übertragung von Daten mittels Infrarot. In der Version IrDa 1.1 können nach der Spezifikation „Very-Fast-Infrared“ Übertragungsraten bis zu 16 MBit/s erreicht werden. [Wikimedia Foundation Inc. 2008i], [Wikimedia Foundation Inc. 2008j]

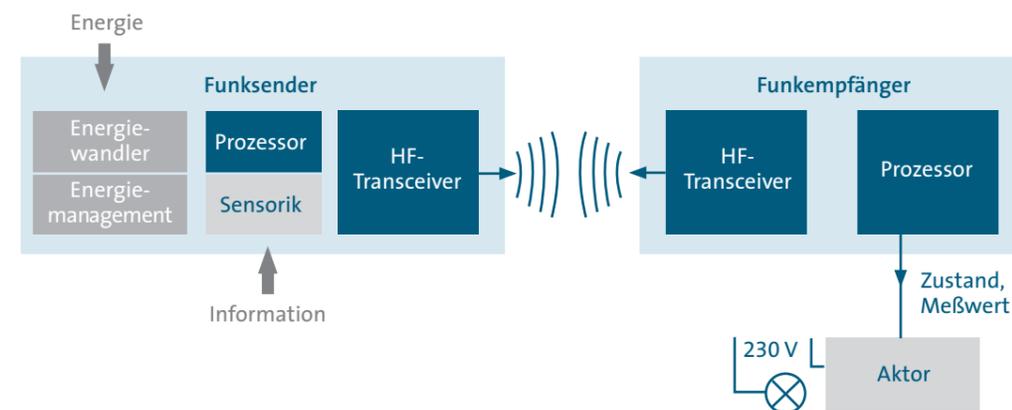


Abbildung 16 Ausschnitt eines EnOcean Netzwerks [EnOcean GmbH 2008a] [EnOcean GmbH 2008], [EnOcean GmbH 2008a]

4.2.2 Proprietäre Systeme

4.2.2.1 EnOcean

Die 2001 gegründete EnOcean GmbH entwickelt und vermarktet batteriefreie Funksensoren. Die entwickelten Lösungen sind wartungsfrei und benötigen, durch Einsatz miniaturisierter Energiewandler, keine zusätzliche Energieversorgung. Der benötigte Strom wird beispielsweise mittels der Temperaturveränderung, Solarzellen oder der Energie, die durch das Drücken eines Schalters erzeugt wird, generiert. Dabei werden die Schlüsseltechnologien Energy Harvesting, Energiemanagement sowie der Einsatz von intelligenten Software-Stacks vereint. Das Produktangebot umfasst Lösungen zur Beleuchtung, Beschattung, Anwesenheitsprüfung, Fensterüberwachung, Raumtemperaturerfassung, Messdatenerfassung sowie Subsysteme zu Gebäudeautomatisierungssystemen wie KNX und LON. Module sind sowohl für eine Frequenz von 868 MHz wie auch für 513 MHz erhältlich. Abbildung 16 zeigt einen typischen Ausschnitt eines EnOcean-Netzwerks.

4.2.2.2 Z-Wave

Z-Wave beschreibt einen Funkstandard, für den über 150 Hersteller Produkte zur Gebäudeautomatisierung herstellen. Systeme unterschiedlicher Hersteller können durch den Z-Wave Standard mit einander kommunizieren. Der Z-Wave Standard wurde 2005 von der Z-Wave Alliance, die sich aus Herstellern von Gebäudeautomatisierungstechnik zusammensetzt, entwickelt. Die verfügbaren Produkte enthalten System zur Steuerung der Beleuchtung, der Heizung, der Lüftung sowie der Kühlung. Darüber hinaus werden unter anderem Sicherheits- und Überwachungssysteme, Home Entertainment Lösungen und Entwicklungsplattformen angeboten. [Z-Wave Alliance 2008], [Z-Wave Alliance 2008a]

4.2.2.3 FS20

FS20 ist eine von der ELV Elektronik AG entwickelte Funklösung zur Haussteuerung. Die Komponenten des Systems kommunizieren auf eine Frequenz von 868 MHz. Es sind unter anderem Lösungen zur Steuerung der Heizungen, der Beleuchtung, der Beschattung, der Steckdosen, zur Anwesenheitskontrolle, zum Erfassen des Außenklimas sowie Möglichkeiten zur Integration von Computern vorhanden. Mittels spezieller Komponenten könnten zum einen Sensorwerte gesammelt und ausgewertet und zum anderen Aktoren entsprechend geschaltet werden. [ELV Elektronik AG 2008a]

5 Integrative Standards und Technologien

■ 5.1 OSGi

Die Open Services Gateway Initiative (OSGi, <http://www.osgi.org>) wurde im März 1999 als unabhängige gemeinnützige Körperschaft (independent non-profit corporation) gegründet, um eine offene Plattform zur Verteilung und Verwaltung von sogenannten Services (Dienste) zu spezifizieren, zu erweitern und zu fördern. Bei der Gründung stand die Standardisierung einer Plattform zur Anbindung von Netzwerken in Haushalten im Vordergrund. Inzwischen wurde der Fokus erweitert, da erkannt wurde, dass eine standardisierte Service-Plattform überall von Vorteil ist, wo Anwendungen und Services über ein Netzwerk verteilt und verwaltet werden sollen. Heute werden auch Geräte wie Set-Top-Boxes, Kabel- oder DSL-Modems, PCs, Web-Phones, Automotive-Gateways, Multimedia-Plattformen, usw. als Zielgeräte für eine Service-Plattform gesehen.

Die OSGi-Service-Plattform stellt eine offene Softwarearchitektur für Service-Provider, Softwareentwickler, Softwarehersteller, Gateway-Betreiber und Gerätehersteller zur Verfügung, um Services in einer koordinierten Art und Weise zu entwickeln, zu verteilen und zu verwalten. Um ein reibungsloses Zusammenspiel zu erreichen, definiert die OSGi-Spezifikation eine standardisierte und komponentenbasierte Umgebung für Applikationen (die in der OSGi-Terminologie Bundles genannt werden). Den Kern der OSGi-Spezifikation bildet das OSGi-Framework, das als Laufzeitumgebung von Bundles in einem Gerät dient.

Das OSGi-Framework ermöglicht die Installation und Ausführung von verschiedenartigen Bundles auf einem Gerät. Die spezifizierten APIs definieren Funktionalitäten für das Lifecycle Management von Services, die Abhängigkeiten zwischen Services, die Daten- und Geräteverwaltung, den Zugriff auf Clients, die Verwaltung von Ressourcen und die Sicherheit. [OSGi Alliance 2008]

■ 5.2 UPnP

Universal Plug and Play (UPnP) ist eine Initiative von Industrieunternehmen, um die Verbindungen von verschiedenartigen Geräten verschiedener Hersteller und PCs zu vereinfachen. Die Entwicklung von UPnP wird durch das UPnP-Forum (<http://www.upnp.org>) vorangetrieben. Das UPnP-Forum wurde 1999 als „unincorporated entity“ gegründet – die Gründung geht auf die Initiative von Microsoft zurück. Das Forum es ist ein Zusammenschluss von Firmen und Personen aus den unterschiedlichsten Industriebereichen.

Aufbauend auf etablierten Internet-Standards (IP, TCP, UDP, HTTP, XML) sollen Protokolle definiert werden, so dass Peer-to-Peer-Verbindungen zwischen Geräten möglichst automatisch hergestellt werden können, ohne von zentralen Server abhängig zu sein. Die Geräte sollen dynamisch zu dem Netzwerk hinzugefügt und aus ihm entfernt werden können, wobei das Netzwerk sich automatisch auf die neuen Situationen einstellt und automatisch konfiguriert. UPnP soll unabhängig von Plattformen, Programmiersprachen und Netzwerktechnologien sein. UPnP unterstützt neben Unterhaltungselektronik auch intelligente Haushaltsgeräte und Gebäudeautomatisierungssysteme.

Die Basiskomponenten eines UPnP-Netzwerkes sind Geräte (Devices), Dienste (Services) und Kontrollpunkte (Control Points). Ein Gerät beinhaltet beliebig viele Services und evtl. eingelagerte Geräte. Beispielsweise besteht ein Videorecorder-Fernseher-Kombinationsgerät aus den eingelagerten Geräten Videorecorder und Fernseher, wobei das Videorecorder-Gerät wiederum aus Diensten für den Bandtransport, die Tunersteuerung sowie einem Uhrendienst bestehen könnte. Ein Gerät wird durch eine XML-Datei beschrieben, die in dem Gerät abgelegt wird und dort abgerufen werden kann. Ein Dienst löst bestimmte Aktionen des Gerätes aus und ist somit für die Funktion des Gerätes zuständig. Auch die Dienste eines Gerätes werden durch XML-Dateien in

dem Gerät hinterlegt und können ausgelesen werden. Jeder Dienst besteht wiederum aus einer Zustands-tabelle (State Table), einem Kontrollserver, sowie einem Ereignisserver (Event Server). In der Zustandstabelle sind Variablen abgelegt, durch die ein Dienst seine Zustände speichern kann. Der Kontrollserver empfängt Aktionsanforderungen anderer Geräte (z. B. set_time), führt sie aus und aktualisiert die Zustandstabelle. Bei dem Ereignis-server können sich interessierte Geräte anmelden, um bei Veränderungen von Zustandsvariablen benachrichtigt zu werden. Ein Kontrollpunkt kann andere Geräte in einem UPnP-Netzwerk aufspüren (discovery), kontrollieren und darstellen. Der Kontrollpunkt ist nach der Aufspürung eines Gerätes in der Lage:

- Die Gerätebeschreibung und eine Liste der enthaltenen Dienste auszulesen
- Die Beschreibung der Dienste auszulesen, die von Interesse sind
- Aktionen des Gerätes auszuführen, um einen Dienst zu kontrollieren
- Sich bei dem Ereignisserver eines Dienstes einzutragen, um in Zukunft über Zustandsveränderungen informiert zu werden

[UPnP Forum 2008]

5.3 JINI

Jini wurde ursprünglich von Sun Microsystems entwickelt. Die Weiterentwicklung findet vornehmlich im Rahmen der Jini Community (siehe unten) statt, ein von Sun Microsystems initiiertes Zusammenschluss von Jini-Lizenznehmern. Bei Jini handelt es sich um eine Infrastruktur, die es ermöglicht, Software und Hardware durch die Benutzung eines Netzwerkes zu integrieren, so dass Dienstnutzern bzw. Diensteanbietern eine vereinfachte Sicht auf das verteilte System geboten wird. Jini setzt direkt auf Java RMI auf. Die Zielsetzung dabei ist,

die Administration sowohl der Dienste und Ressourcen, als auch des Netzwerkes so gering wie möglich zu halten. Durch die Einführung einfacher Schnittstellen und eines einfachen Programmiermodells, ist es möglich, Systembausteine zur Laufzeit des Systems hinzuzufügen und wieder zu entfernen (Plug&Play). Ein weiterer wichtiger Aspekt der Jini Architektur ist die Nutzung eines Dienstes unabhängig von dessen Aufenthaltsort. Es gibt in einem Jini-System drei unterschiedliche Rollen, wobei eine einzelne Netzwerkressource gleich mehrere dieser Rollen gleichzeitig übernehmen kann: Diensteanbieter, ist eine Ressource, die eine spezielle Dienstleistung anbietet, z. B. das Drucken eines Bildes. Dienstvermittler, ist eine Einheit in einem Jini-Netzwerk, bei der sich Geräte, die neu zu einem Jini-Netzwerk hinzugefügt werden, zunächst anmelden müssen. Nutzer eines Dienstes, kann z. B. eine Digitalkamera sein, die ein von ihr gemachtes Foto auf einem anderen Gerät ausdrucken möchte.

Jini definiert eine Reihe von Diensten, die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen.

- **Lookup Service:** Möchte ein Diensteanbieter einen seiner Dienste einem Jini-System zu Verfügung stellen, so muss sich dieser Dienst zunächst bei einem Dienstvermittler (Lookup Service) anmelden. Nutzer von Diensten können dem Lookup Service eine parametrisierte Anfrage stellen, damit dieser ihnen einen passenden, bei ihm registrierten Dienst, vermitteln kann.
- **Java Remote Method Invocation (RMI):** Die Kommunikation zwischen einem Diensteanbieter und dem Nutzer eines Dienstes kann durch die Benutzung von Java RMI erfolgen
- **Security:** Bei den Sicherheitsdiensten in Jini handelt es sich hauptsächlich um eine sogenannte „Access Control List“, welche zur Zugangskontrolle benutzt wird. Andere Sicherheitsfunktionen wie Anonymität, Integrität und Vertraulichkeit müssen vom Benutzer selbst implementiert werden.

- **Leasing:** Der Zugriff auf bestimmte Dienste kann durch einen Leasing-Mechanismus gesteuert werden. Dabei werden Nutzungs-Zeiteinheiten zwischen dem Nutzer und dem Anbieter eines Dienstes ausgehandelt.
- **Transactions:** Eine Serie von Operationen kann zu einer atomaren Ausführungseinheit, einer sogenannten Transaktion zusammengefasst werden. Die Semantik einer Transaktion bleibt dabei der Implementierung des Benutzers überlassen.
- **Events:** Jini verfügt über eine verteilte Ereignisverarbeitung. Ein Objekt kann es anderen Objekten gestatten, sich für den Empfang gewisser Events bei ihm zu registrieren. Tritt dann ein bestimmtes Event auf, für das sich ein anderes Objekt registriert hat, so erhält dieses eine Benachrichtigung über das Auftreten dieses Ereignisses.

Im Zentrum eines Jini-Systems befinden sich drei Protokolle: Discovery, Join und Lookup. Das Protokollpaar Discovery und Join wird verwendet, um Dienste in ein Jini-System zu integrieren. Das Discovery-Protokoll wird benutzt, wenn ein Dienst nach einem Dienstvermittler (Lookup Service) sucht, das Join-Protokoll, wenn ein Dienst einen Dienstvermittler gefunden hat und sich bei ihm registrieren möchte. Das Lookup-Protokoll wird vom Nutzer eines Dienstes (Client) benutzt, um bei einem Lookup Service nach einem bestimmten Dienst anzufragen. Ist ein entsprechender Dienst beim Lookup Service registriert, so sorgt dieser für die Vermittlung des Dienstes an den Client, damit dieser den entsprechenden Dienst benutzen kann.

[JINI (2008)]

6 Zusammenfassung und Empfehlungen

Der Begriff Heimvernetzung kann auf verschiedene Arten interpretiert werden, nämlich als Anbindung des Hauses an das Internet über breitbandige Datenleitungen, als hausinterne Datenverkabelung oder als Vernetzung und Steuerung verschiedener Gewerke im Inneren eines Hauses im Sinne eines „Smarthomes“. Diese Studie befasst sich mit dem gesellschaftlichen Nutzen der Heimvernetzung im Sinne einer Kombination aus allen drei oben genannten Vernetzungsarten. Es werden also die Vorteile betrachtet, die sich ergeben, wenn sog. Smarthome-Technologie zum Einsatz kommt. Es lässt sich zeigen, dass neben der Erhöhung des Komforts (siehe dazu die Studie der TU Berlin) auch eine Steigerung der Energieeffizienz, sowie eine Verbesserung der Medizinischen Versorgung, der Lebensqualität und Sicherheit von – im speziellen – älteren Menschen (im Sinne des Konzeptes des Ambient Assisted Living) erreicht werden kann. Im Bereich der Gewerbeimmobilien sind diese Technologien seit Jahren im Einsatz, in Privathäusern ist aber z. Zt. nur ein geringer Prozentsatz der existierenden oder neu gebauten Häuser damit ausgestattet. Dies hat verschiedene Gründe: neben dem immer noch hohen Preis handelt es sich um komplexe und erklärungsbedürftige Technologien. Dazu fehlt teilweise das Wissen über die technologischen Potentiale beim Verbraucher teilweise aber auch bei Fachleuten.

Handlungsempfehlungen und konkrete Maßnahmen zur Förderung der Marktentwicklung & Konsumentenakzeptanz

- Etablierung industrieübergreifender Standards
- Einführung einer für den Verbraucher verständlichen Kategorisierung von Produkten, Diensten und auch ganzer Immobilien bezüglich Ihrer Heimvernetzungspotenziale

- Kooperative Förderung der Weiterbildung von Fachkräften, die mit der Installation und Wartung systemübergreifender Standards (IKT, Consumer Electronics, Elektrik, Klima, Heizung etc.) betraut sind
- Weitere Erhöhung der Breitbandpenetration in privaten Haushalten

Im Einzelnen:

Die Etablierung einer Reihe von industrieübergreifender, zukunftssicherer Standards soll gefördert werden, um Geräte auch unterschiedlicher Hersteller interoperabel und kompatibel zu gestalten. Standardkonforme Geräte sollten für den Verbraucher einfach erkennbar sein. Hierzu kann z. B. ein Qualitätssiegel oder eine einfache Kategorisierung dienen. Daneben müssen Weiterbildungsmaßnahmen im Handel, Handwerk und bei Diensteanbietern dafür sorgen, dass im Sinne und zum Wohle des Endkunden installiert und gearbeitet werden kann. Derzeit ist der Dienstleistungsmarkt rund um die Heimvernetzung stark fragmentiert und für den Kunden intransparent. Dem Endverbraucher soll daher mit geeigneten Maßnahmen verständlich gemacht werden, wo er geeignete Leistungen abfragen kann. Die Dienstleister haben dem Endverbraucher den Nutzen in Form klarer Mehrwert und auch den Installations- und Wartungsaufwand, sowie die anfallenden Kosten aufzuzeigen. Eine flächendeckende Breitbandversorgung ist als technologische Voraussetzung für alle genannten Projekte und Produkte von dringender Wichtigkeit.

Literatur

- AGEB (2008): AG Energiebilanzen e.V. (<http://www.ag-energiebilanzen.de/>, Zugriff am 19.10.2008 12.00)
- Alexander Maier GmbH (2008): EisBär KNX – EIB/KNX Visualisierung (<http://www.busbaer.de/modules/content/index.php?catid=4&id=5>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Armbrüster, Holger (2005): Neue Chancen durch Regelenenergiemärkte, Zehntes Kasseler Symposium Energie-Systemtechnik 2005, http://www.iset.uni-kassel.de:80/public/kss2005/KSES_2005.pdf
- Bendel, Christian; Nestle, David; Ringelstein, Jan (2006): Bidirektionales dezentrales Energiemanagement im Niederspannungsnetz auf Basis zentraler und dezentraler Informationen, 11th Kasseler Symposium Energy Systems Technology, 2006, http://www.iset.uni-kassel.de:80/public/kss2006/KSES_2006.pdf
- Brennan P, Safran C (2003): Report of conference track 3: patient empowerment. International Journal of Medical Informatics, Vol. 69, Nr. 2 – 3, S. 301 – 304.
- Brunner, Hubert (2008): Schöne neue Welt des Smart Metering? Möglichkeiten und Erfahrungen, Berliner Energie Tage 2008, http://www.berliner-impulse.de/fileadmin/Berliner_Energietage/2008/A12_Brunner_Berliner_EnergietageVo2.pdf
- das Elko (2008): Powerline-Kommunikation/Powerline Communications (PLC) (<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0310061.htm>, Zugriff am 29.08.2008 11.45)
- ELV Elektronik AG (2008): Bus-Haussteuerungs-System HS485 (http://www.elv-downloads.de/downloads/programme/HS485/Allgemeines_HS485.pdf, Zugriff am 29.08.2008 11.55)
- ELV Elektronik AG (2008a): FS20-Haussteuerungs-System (http://www.elv.de/FS20-Haussteuerungs-System/x.aspx/cid_74/detail_1/detail2_313, Zugriff am 29.08.2008 11.55)
- EnOcean GmbH (2008): Unternehmensprofil (<http://www.enocean.com/de/unternehmensprofil/>, Zugriff am 29.08.2008 11.50)
- EnOcean GmbH (2008a): EnOcean-Technologie (http://www.enocean.com/de/enOcean_technologie/, Zugriff am 29.08.2008 11.50)
- ergo3 (2008): myhomebox (<http://www.ergo3.ch>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Falck, Thomas; Espina, Javier; Ebert, Jean-Pierre; Dietterle, Daniel (2006): „BASUMA – The sixth sense for chronically ill patients“, Workshop on Body Sensor Networks, Cambridge, MA USA, April 3 – 5, 2006, to be published.
- Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH (2007): Gematik (cited; <http://www.gematik.de/>)
Letzter Zugriff: 2.10.2007

Gershenfeld N., Zimmerman T. G., und Allport D. (1995): Non-Contact System for Sensing and Signaling by Externally Induced Intra-Body Currents, U.S. Patent Application (May 8, 1995).

Giersiepen GmbH & Co. KG (2008): Gira HomeServer 3
(<http://www.gira.de/produkte/homeserver.html>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

GNI (2006): Marktstudie Intelligentes Wohnen Schweiz 2006 – 2008, Gebäude Netzwerk Institut, GNI-Fachgruppe „Intelligentes Wohnen, 2006“

Helleso R, Lorensen M. (2005): Inter-organizational continuity of care and the electronic patient record: A concept development. *International Journal of Nursing Studies* 2005;42:807 – 822.

HL7 (2007): Health Level Seven Inc. (<http://www.hl7.org>. Letzter Zugriff 2.10.2007)

IRON Study (2005): Integral Resource Optimization Network Study
(http://www.energiesystemederzukunft.at/fdz_pdf/endbericht_o642_integral_resource_optimization.pdf)

Issendorf KG (2008): Was ist LCN (<http://www.lcn.de/einleitung1.htm>, Zugriff am 29.08.2008 11.40)

Issendorf KG (2008a): Was ist LCN (<http://www.lcn.de/einleitung3.htm>, Zugriff am 29.08.2008 11.40)

Issendorf KG (2008b): Planung (<http://www.lcn.de/planung.htm>, Zugriff am 29.08.2008 11.40)

JINI (2008): Main Page (http://www.jini.org/wiki/Main_Page, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

King, Chris (2005): Advanced Metering Infrastructure, Overview of System Features and Capabilities, DRAM Coalition 2005, (http://www.oregon.gov/PUC/electric_gas/010605/king.pdf)

KNX Deutschland (2008): Wer ist die EIIBA?
(<http://www.knx.de/entwickler/weristeiba.html>, Zugriff am 29.08.2008 11.30)

KNX Deutschland (2008a): Was ist der EIB
(http://www.knx.de/global_content/wasistdereib_grundlagen.html, Zugriff am 29.08.2008 11.30)

KNX Deutschland (2008b): Was ist der EIB/KNX?
(<http://www.knx.de/bauherren/index.html>, Zugriff am 14.10.2008 12.30)

LEIBnix (2008): LEIBnix (<http://www.leibnix.de/index.htm>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

LonMark Deutschland e.V. (2008): Über LON (<http://www.lonmark.de/technik/>, Zugriff am 29.08.2008 11.30)

LonMark Deutschland e.V. (2008a): Offene Automationslösungen mit interoperablen Produkten
(http://www.lonmark.de/technik/ga/off_loesungen.asp, Zugriff am 15.09.2008 12.00)

MisterHouse (2008): MisterHouse (<http://misterhouse.sourceforge.net/>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

Nestle, David; Bendel, Christian; Ringelstein, Jan (2007): Bidirectional Energy Management Interface, Conference on Electricity Distribution, 2007, http://www.cired.be/CIREDO7/pdfs/CIREDO7_0520_paper.pdf

OSGi Alliance (2008): OSGi – The Dynamic Module System for Java
(<http://www.osgi.org/Main/HomePage>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (2008): Technical Description
(<http://www.profibus.com/pb/technology/description/>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

RaumComputer Entwicklungs- und Vertriebs GmbH (2008): Systemdesign
(<http://www.raumcomputer.com/gebaeudeautomation/systemdesign.html>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

Richter, Edwin (2006): Smart Home – so wird's gemacht – Ein Ratgeber für Fachleute und Bauherren, München

Rogai, Sergio (2007): Telegestore Project, Progress & Results, IEEE ISPLC 2007,
(<http://www.ieee-isplc.org/docs/keynotes/rogai.pdf>)

Schäffler, Harald (2006): Flexibilisierung der Verteilnetze durch Smart Metering und Lastmanagement, ZVEI-Fachkongress „Energie im Dialog“ 2006, (https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Fachverbaende/Energietechnik/Nachrichten/Eid_2006_-_Vortraege/Vortrag_6_-_Smart_Metering_-_Dr_Schaeffler.pdf)

UPnP Forum (2008): Welcome to the UPnP Forum! (<http://www.upnp.org/>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

Wansch, Rainer (2002,): „Small Antennas For Wireless Micro-Systems“, *Active and Passive Elec. Comp.*, 2002, Vol. 25, pp. 71–82

Weinzierl Engineering GmbH (2008): Konnex Funk (KNX-RF) (http://www.weinzierl.de/main/main_knxrf.html, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

Wikimedia Foundation Inc. (2008): Photovoltaikanlage
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Photovoltaikanlage>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

Wikimedia Foundation Inc. (2008a): Windkraftanlage
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Windkraftanlage>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

Wikimedia Foundation Inc. (2008b): Kraft-Wärme-Kopplung
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Kraft-Wärme-Kopplung>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)

- Wikimedia Foundation Inc. (2008c): X10 (industry standard)
([http://en.wikipedia.org/wiki/X10_\(industry_standard\)](http://en.wikipedia.org/wiki/X10_(industry_standard))), Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Wikimedia Foundation Inc. (2008d): Ethernet (<http://de.wikipedia.org/wiki/Ethernet>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Wikimedia Foundation Inc. (2008e): Profibus (<http://de.wikipedia.org/wiki/Profibus>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Wikimedia Foundation Inc. (2008f): Wireless Local Area Network
(<http://de.wikipedia.org/wiki/WLAN>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Wikimedia Foundation Inc. (2008g): Bluetooth (<http://de.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Wikimedia Foundation Inc. (2008h): ZigBee (<http://de.wikipedia.org/wiki/ZigBee>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Wikimedia Foundation Inc. (2008i): Infrared Data Association
(<http://de.wikipedia.org/wiki/IrDA>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Wikimedia Foundation Inc. (2008j): <http://de.wikipedia.org/wiki/Infrarotstrahlung> (<http://de.wikipedia.org/wiki/Infrarotstrahlung>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- X10 (2008): X10 Product Catalog (http://www.x10.com/catalog/cat_cameras.htm, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- ZigBee Alliance (2008): What are the IEEE 802.15.4 technical attributes on which ZigBee is based?
(<http://www.zigbee.org/en/about/faq.asp#16>, Zugriff am 02.10.2008 16.00)
- Zimmerman T. G. (1995): Personal Area Networks (PAN): Near-Field Intra-Body Communication, M.S. thesis, MIT Media Laboratory, Cambridge, MA (September 1995).
- Z-Wave Alliance (2008): Joining Together To Make Home Control A Reality
(<http://www.z-wavealliance.org/modules/AboutUs/>, Zugriff am 29.08.2008 11.55)
- Z-Wave Alliance (2008a): Initiated By Leading Home Control Product Manufacturers (<http://www.z-wavealliance.org/modules/AboutUs/?id=3&chk=88ccae75125118541e695799c5cdb5d5>, Zugriff am 29.08.2008 11.55)

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. vertritt mehr als 1.100 Unternehmen, davon 850 Direktmitglieder mit etwa 135 Milliarden Euro Umsatz und 700.000 Beschäftigten. Hierzu zählen Anbieter von Software, IT-Services und Telekommunikationsdiensten, Hersteller von Hardware und Consumer Electronics sowie Unternehmen der digitalen Medien. Der BITKOM setzt sich insbesondere für bessere ordnungspolitische Rahmenbedingungen, eine Modernisierung des Bildungssystems und eine innovationsorientierte Wirtschaftspolitik ein.



Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.

Albrechtstraße 10 A
10117 Berlin-Mitte
Tel.: 030.27576-0
Fax: 030.27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org