

Ambient Intelligence in Raum und Bau

Innovative Technikassistenz für Facility Management und Anwendung

K. Scherer, V. Grinewitschus, Fraunhofer-IMS und inHaus-Innovationszentrum Duisburg
Finkenstr. 61, 47057 Duisburg, klaus.scherer@ims.fraunhofer.de
www.fraunhofer.de, www.inhaus-zentrum.de

Keywords: Ambient Intelligence, Intelligent Home, Intelligent Building, smart home, networked building

1 Ambient Intelligence

Karl Steinbuch schrieb schon 1966 in seinem vielbeachteten Klassiker „Die informierte Gesellschaft“ [1]: *“Es wird in wenigen Jahrzehnten kaum mehr Industrieprodukte geben, in welche die Computer nicht hineingewoben sind, etwa so, wie das Nervensystem in Organismen hineingewoben ist“*. Für viele Produktbereiche wie z.B. den Automobilssektor ist dies bereits normaler Alltag, für den Immobiliensektor nur beschränkt und teilweise. Besonders eine ganzheitlich und integriert geplante und realisierte technische Ausstattung mit einer im Hintergrund wirkenden Assistenzfunktionalität, z.B. zum Energiesparen oder zur Erhöhung der Sicherheit, ist kaum anzutreffen. In der Phase 1 (2001-2005) des inHaus-Innovationszentrums konnten einige erste Schritte in diese Richtung im Bereich der Wohnimmobilien gegangen werden [9], [10], [12].

1.1 Die Aml-Grundidee

Jari Ahola versucht in [2] aus Sicht der Forschungsförderung der EU eine Definition der als Assistenz wirkenden Ambient Intelligence:

„Defined by the EC Information Society Technologies (IST) Advisory Group in a vision of the Information Society, Ambient Intelligence emphasises on greater user-friendliness, more efficient services support, user-empowerment, and support for human interactions. In this vision, people will be surrounded by intelligent and intuitive interfaces embedded in everyday objects around us and an environment recognising and responding to the presence of individuals and objects in an invisible way by year 2010.“

Demnach geht es schlicht in erster Linie um die einfachere Unterstützung des Menschen durch die von ihm selbst geschaffenen technischen Umgebungen, z.B. in Automobilen, aber auch in Räumen und Gebäuden.

Ahola sieht drei Grundtechnologien als Basis für Aml-Systemlösungen:

- Ubiquitous Computing,
- Ubiquitous Communication,
- Intelligent User Interfaces (z.B. Sprache, Gesten).

Diese Grundtechnologien müssen durch weitere Technologiekomponenten getragen werden, wie in Kap. 2 gezeigt.

1.2 Internet der Dinge – Objekte im Internet

Ambient Intelligence meint bestimmte, integriert geplante intelligente technische Ausstattungen in Umgebungen, z.B. in Räumen. Smarte Dinge oder Objekte sind Alltagsgegenstände, die mit Elektronik und Informationstechnik zum Sammeln, Speichern, Verarbeiten und Kommunizieren von Daten aufgewertet worden sind. Sie erhalten damit über ihren ursprünglichen Verwendungszweck z.T. erheblich hinausgehende Eigenschaften und Funktionalitäten [6]. Beispiele sind Autoreifen, die den Fahrer und/oder eine Servicezentrale bei nachlassendem Luftdruck alarmieren, oder Medikamente und Lebensmittel, die sich bei Herannahen des Ablaufdatums bemerkbar machen. In vollständigen Ausbaustufen können solche smarten Dinge mit Menschen und mit anderen smarten Dingen kommunizieren, feststellen wo sie sich befinden, welche anderen smarten Objekte in der Nähe sind und was in der Vergangenheit mit ihnen geschah und was gerade in der Umgebung los ist, z.B. in einem Raum oder Gebäude.

Schaut man genauer hin, benötigen diese smarten Dinge eine umfängliche Vernetzungs-Infrastruktur im lokalen Bereich und meist eine Unterstützung durch die Anbindung an Services des Internet. Insofern ist das Konzept der smarten Objekte eine logische Erweiterung des Ambient Intelligence Ansatzes.

In herausragender Weise zeigt sich dies im gerade in der Version 1.0 standardisierten Electronic-Product-Code-System (Abk. EPC, [13]). Hierbei wird an durch mit dem Internet vernetzten Lesegeräten ein auf irgendwelchen Produkten und Objekten angebrachtes RFID-Label gelesen und identifiziert. Anschließend erfolgt die Verlinkung mit einem EPC-Server und nachgelagerten Hersteller-Servern, um zu diesem Produkt alle gewünschten Zusatzinformationen zu bekommen. Hierbei könnte es sich auch um ein System der Bauindustrie zur elektronischen Kennzeichnung von Baukomponenten und zur informationslogistischen Unterstützung des Bausprozesses auf der Baustelle handeln. Derartigen Überlegungen laufen bereits. Dieses Konzept kann dann auf das Facility-Management mit der Gebäudewartung, auf die Unterstützung der Gebäudeanwendung und auf die Entsorgung des Gebäudes nach Ablauf der Lebensdauer ausgeweitet werden.

2 Technische Plattformen für Ambient Intelligence

Die technischen Grundlagen der Ambient Intelligence sind sehr vielfältig und sollen hier nur kurz skizziert werden.

2.1 Intelligente User- und Umgebungs-Schnittstellen

Sensoren und Aktoren

Heute können enorm viele physikalische und chemische Parameter durch elektronische Sensoren mit Datenvernetzung erfasst und zur Verarbeitung weitergeleitet werden. Bekannte Standardbeispiele sind Bewegungs-, Brand- und Glasbruchmelder, Videokameras und Temperatursensoren. Hochinnovative Sensorik ist mittlerweile in der Lage z.B. die Behaglichkeitswerte eines Raumklimas zu bewerten.

Bei den Aktoren sollen hier beispielhaft Jalousiemotoren, motorische Heizkörperventile und motorische Türschlösser genannt werden. Zu den innovativen Aktoren können auch die Roboter gezählt werden, z.B. zur Fassaden- oder Bodenreinigung.

Mensch-Technik-Schnittstellen

Die bekanntesten Beispiele sind aktuell Fernsteuereinheiten aller Art (meist Hersteller spezifisch), Schalter und Anzeigen aller Art in Geräten oder auch Raumwänden.

Bei den hochinnovativen Schnittstellen gibt es eine Vielzahl von Lösungsansätzen von der schon lange verfolgten Steuerung durch Sprache oder Gesten bis hin zur Authentifizierung von Menschen durch biometrische Daten mit Iris- oder Fingerprint-Scannern.

Ein Beispiel aus dem inHaus-Innovationszentrum ist eine durch Handgesten gesteuerter Jalousien-Antrieb. Einige grundlegende Überlegungen zur Mensch-Technik-Interaktion finden sich in [11].

2.2 Ubiquitous und Pervasive Computing

In Gegenstände und Geräte eingebettete Elektroniksysteme (embedded computing) sind die Vorläufer des Ubiquitous Computing. Sie sind heute fast in allen Geräten und Komponenten des technischen Umfelds des Menschen anzutreffen.

Die Konzepte von Ubiquitous und/oder Pervasive Computing gehen noch einen Schritt weiter und postulieren die völlige datentechnische Vernetzung dieser eingebetteten Elektroniksysteme. Hierdurch sollen Mehrwerte entsprechend der Vernetzung in der „großen“ Computerwelt mit PCs und Servern im Inter- oder Intranet generiert werden [4].

2.3 Vernetzungstechnologien inkl. Internet und Intranet

Die Welt der Vernetzungstechnologien ist heute außerordentlich komplex und vielfältig. Hier sollen nur einige Technologien aus dem Gebäudebereich aufgelistet werden:

- EIB – Europäischer Installationsbus für die einfache Gebäudeautomation,
- LON – Local Operating Network für die komplexe Gebäudeautomation,
- LAN/WLAN mit Ethernet zur Computer- und Gebäudevernetzung,
- BlueTooth/ZigBee zur Nahbereichs-Funkvernetzung,
- GSM/GPRS/UMTS zur Daten-, Sprach-, Bild-Televernetzung inkl. Internet per Mobiltelefon,

- ISDN/DSL zur Daten-, Sprach-, Bild-Televernetzung inkl. Internet per Festnetz,
- Satellit, DVB-T, Breitband-Koaxkabel zumeist zur Vernetzung für TV.

Für das Inter-Intranet kommen weitere Software-Technologien hinzu wie: Server für email, HTML/XML, TCP/IP-Protokoll.

2.4 Middleware-Plattformen

Die Steuerungen von eingebetteten Elektronik-Systemen sind heute bereits so komplex, dass sie ein eigenes eingebettetes Betriebssystem wie der PC eben Windows oder Linux benötigen. Beispiele sind Windows CE, embedded Linux oder auch Sprachplattformen wie embedded JAVA (z.B. in Mobiltelefonen). Diese Systeme müssen soweit abgespeckt und reduziert sein, dass sie noch in den miniaturisierten und eingebetteten Mikroelektronik-Knoten („Milliwatt-Knoten“) des Netzwerks energetisch versorgt werden können.

Eine offene Integration heterogener Datenquellen der Sensor-Aktor-Ebene mit ihren unterschiedlichsten Datenbus-Standards erlauben mittlerweile Middleware-Frameworks, das sind zumeist auf die Betriebssysteme aufgesetzte Software-Schichten, die heterogene und verteilte Aml-Netzwerkknoten dem Programmierer als eine transparente Programmierumgebung erscheinen lassen. Beispiele hierfür sind OSGI [7] in Kombination mit der JAVA-Virtual Machine auf einem Betriebssystem wie embedded Linux oder .NET von Microsoft. Weitere Informationen hierzu finden sich z.B. in [6].

2.5 Intelligente Steuer-Algorithmen und Systemintelligenz

Diese Algorithmen und Software-Lösungen bringen die eigentliche technische Intelligenz in die Aml-Systeme hinein. Es geht hierbei in den Grundlagen von aus dem Bereich der größeren Computer bekannten Mechanismen wie Fuzzy Logic oder Neuronale Netzwerke. Es können aber auch einfachere Auswerte- und Interaktionsalgorithmen für die Programmierung der zentralen Auswerte-knoten der Aml-Systeme gewählt werden.

Nehmen wir das Beispiel des Aml-Notfall-Raumsystems für Pflegeheime. Algorithmen der Fuzzy Logic versuchen die menschliche Vorgehensweise bei der Interpretation von Informationen aller Art nachzuvollziehen. Dazu ordnen sie bestimmte Daten in sogenannte Unschärfe-Relationen ein, z.B. eine Information, dass eine Seniorin im Pflegeheim um 8 Uhr morgens noch nicht aufgestanden ist wird zu einem Prozentsatz von 60% der Erkennung eines Notfalls mit Alarm zugewiesen, zu 20% einer unklaren Lage mit Voralarm und zu 20% einer normalen Lage ohne Alarm und Voralarm. Werden nun weitere Informationen hinzugenommen, z.B. TV läuft noch morgens um 8 Uhr, Toilettentür bis 8 Uhr noch nicht betätigt, so steigt die akkumulierte Wahrscheinlichkeit eine Notfalls z.B. auf 90%, was damit automatisch zu einer Notfallmeldung führen würde.

3 Anwendungsbeispiele für Ambient Intelligence in Raum und Bau

3.1 Lokalisierung und Indoor-Navigation

Damit Raum- und Gebäudesysteme sich personen- und situationsgerecht verhalten können, gehören zu den wichtigsten Informationen in Räumen und Gebäuden der momentane Aufenthaltsort von Objekten und Personen. In [5] werden hierzu div. Lösungsansätze beschrieben. Eine einfache aber ungenaue Methode besteht in der Bestimmung von Funksignalfeldstärken bekannter in Gebäuden verteilter Funksender, z.B. eines WLAN-

Netzwerkes (wireless local area network). Ein präziseres, aber aufwändigeres Konzept misst und verrechnet die Laufzeiten der Funksignale zu Abstandsinformationen z.B. zu drei bekannten Funkseindern im Gebäude. Ähnlich arbeiten die nur im Freien einsetzbaren Positionierungssysteme GPS (global positioning system) und das europäische GALILEO. Im Handy-Funknetz GSM kann eine Position bis auf ca. 300 m und im engmaschigeren Breitbandnetz UMTS bis auf ca. 30 m Genauigkeit bestimmt werden.

Eine andere Möglichkeit besteht in der Auswertung von Signalen von an Objekten oder Personen angebrachten RFID-Chips oder aktiven Mikrotranspondern, z.B. in Zugangskontroll-Plastikkarten. Entsprechende Lösungen finden sich auch in Uhren oder Armbändern. Weitere Ansätze nutzen Ultraschall- oder Infrarot-Wellen.

Im Wohnlabor der inHaus1-Forschungsanlage für Wohnimmobilien ist 2004 die Lokalisierung von Gegenständen und die Umgebungs-Orientierung des vom Fraunhofer IPA entwickelten Pflegeroboters Care-O-Bot entwickelt und getestet worden. Nachfolgende Bilder 1a/1b zeigen den Roboter in der Wohnraum-Umgebung, seine Orientierungs-Karte im

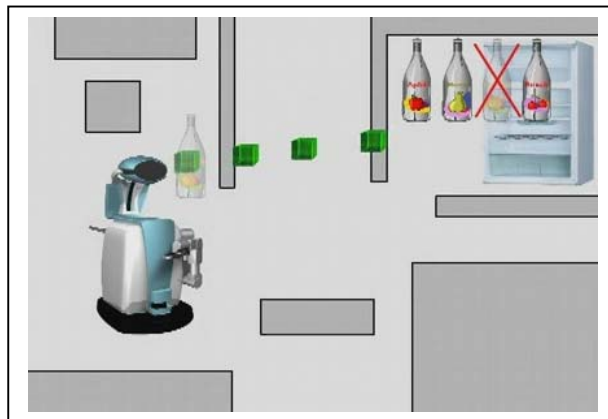
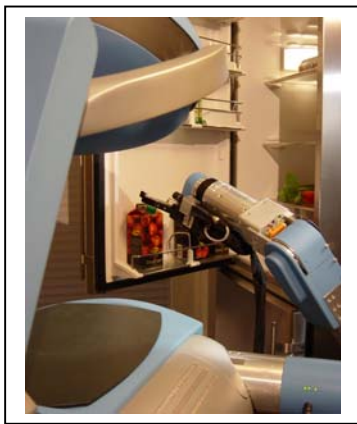


Abb. 1a / 1b Fraunhofer IPA Serviceroboter Care-O-Bot im Wohnlabor der inHaus1-Anlage

Eine auf der Lokalisierung und Identifizierung von Hausgeräten basierende Aml-Funktion im inHaus-Zentrum verwendet die Erkennung von z.B. auf Waschmaschinen oder Heizungsanlagen angebrachten RFID-Chips durch einen über das WLAN-vernetzten PDA (personal digital assistant) mit RFID-Mini-Reader. Das inHaus-Aml-System erkennt dabei automatisch die Position des Nutzers im Nahbereich des Gerätes und schleust dann über WLAN die zum Gerät passende Software-Bedienoberfläche in den PDA. Der Nutzer erhält dann Informationen über das Gerät und dessen Bedienung und kann über den Touch-Screen des PDA das Gerät direkt bedienen.

3.2 Assistive Raumklima- und Lichtsteuerung

Diese Aml-Systemlösung haben diverse Fraunhofer-Institute in ihrem Office-Innovation-Center in Stuttgart entwickelt und getestet. Dabei wird ein aktiver RFID-Transponder in einer am Körper getragenen Zugangskontrollkarte durch eine Leseschleuse im Türrahmen eines Büroraumes erkannt, identifiziert und durch den Aml-Systemcontroller einer Person mit dazugehörigem Raumklima- und Beleuchtungsprofil zugeordnet. Anschließend wird über das

Gebäudenetzwerk ein Bündel von Befehlen zur Einstellung von Heizkörpern, Lüftern, Fensterstellungen, Abschattungseinrichtungen und Raumbeleuchtungen gesendet. Außerdem kann noch eine entsprechende personenorientierte Freischaltung des Telefons und des PCs inkl. Email- und Internetzugriff erfolgen.

Durch dieses System erfolgt eine das Wohlbefinden und die Arbeitsproduktivität steigernde und die mobile Arbeitsweise der Mitarbeiter unterstützende technische Assistenz.

3.3 Intranet der Dinge auf der Baustelle

Diese Anwendung zeigt die Potenziale der Aml-Technologie auch für bisher durch die Informationstechnik kaum tangierte Bereiche. Es geht um die komplette informationstechnische Unterstützung des Bauprozesses, beispielsweise durch eine Electronic-Product-Code-System (EPC). Die Zulieferer von Bauelementen müssen hierzu ihre Produkte nach der EPC-Norm codieren lassen und auf ihrem Firmen-Internet-Server Informationen aller Art zu diesen Produkten hinterlegen. Auf dem Rechnerserver des Generalunternehmers können diese Daten gebündelt werden, zumindest durch eine Verlinkung. Die Bauelemente müssen dann noch mit einem EPC-Label versehen werden (in der Produktion). Zunächst kann nun eine elektronisch unterstützte Kommissionierung der Auslieferung und eine Nachverfolgung der Lieferung bis zur Zielbaustelle der Projekts erfolgen. Auf der Baustelle erfassen RFID-EPC-Leseschleusen oder Hand-Lesegeräte die Bauteile und lösen damit einen Informationstransfer bzgl. Daten zu den gelesenen Bauteilen auf die PC-Laptops, die PDAs oder anderer internetfähiger Geräte auf der Baustelle aus. Es kann nun ein direkter Vergleich der Einbauorte der Bauteile mit den in der elektronischen Planung festgelegten Einbauorten erfolgen. Zusätzlich können von den Servern des Generalunternehmers oder der Hersteller weitere Informationen wie z.B. Einbauanleitungen elektronisch zu den Akteuren auf der Baustelle weitergeleitet werden. Eine erste Variante einer Aml-unterstützten Baustelle der nächsten Generation ist entstanden.

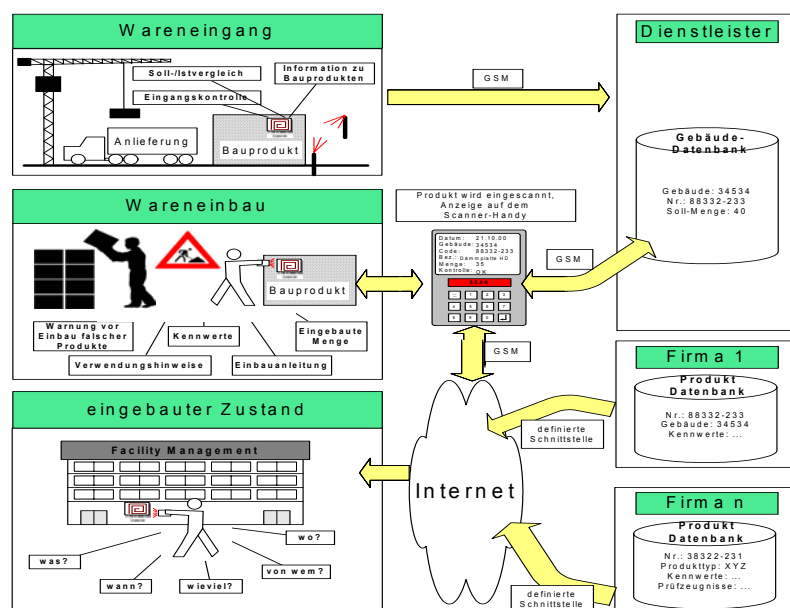


Abb. 2 Aml-System für Baustellen (Fraunhofer IBP, Ausschnitt)

3.4 Raum-Notfallerkennungssystem

An dieser Aml-Systemlösung (Abb. 3) wird z.Z. im inHaus-Zentrum mit Partnern intensiv gearbeitet. Es geht um die Verbesserung bisheriger Notfallerkennungs- und -meldungssysteme in Nutz- und Wohngebäuden, z.B. in Pflege- und Seniorenheimen, Hotels und Büros.

Beispielsweise kann ein Aml-Auswertungsmodul die Daten mehrerer vernetzter Brandmelder in einem Gebäude oder einer Wohnung miteinander vergleichen und noch weitere Informationen wie die Raumtemperatur oder die Lichtstärke hinzuziehen. Hierdurch soll die Fehlalarmquote von z.Z. ca. 80% signifikant gesenkt werden. Ähnliche Ansätze werden hinsichtlich der Erkennung von Einbrüchen verfolgt.

Besonders interessant dürfte die Aml-Notfallerkennung für Senioren-Wohnräume in Privatwohnungen, Seniorenheimen oder auch Pflegeheimen sein. Ein System von unterschiedlichen Sensoren und Daten wie Bewegung, Uhrzeit, Lichtschalter- oder Toiletten-Betätigung, TV- und Telefon-Aktivität wird dabei durch ein Aml-Auswertemodul interpretiert (z.B. mit Fuzzy-Logic-Algorithmen). Wird ein Notfall vermutet, erfolgt automatisch vom Aml-System eine Meldung an eine vorprogrammierte Stelle z.B. den Nachbarn, die Kinder (SMS auf Handy) oder eine Notfallzentrale wie sie heute auch für den Hausnotruf existiert.

Ein derartiges System hat gegenüber dem herkömmlichen Hausnotruf mit Funkknopf am Körper der Senioren den erheblichen Vorteil, dass die Alarmierung nicht von der

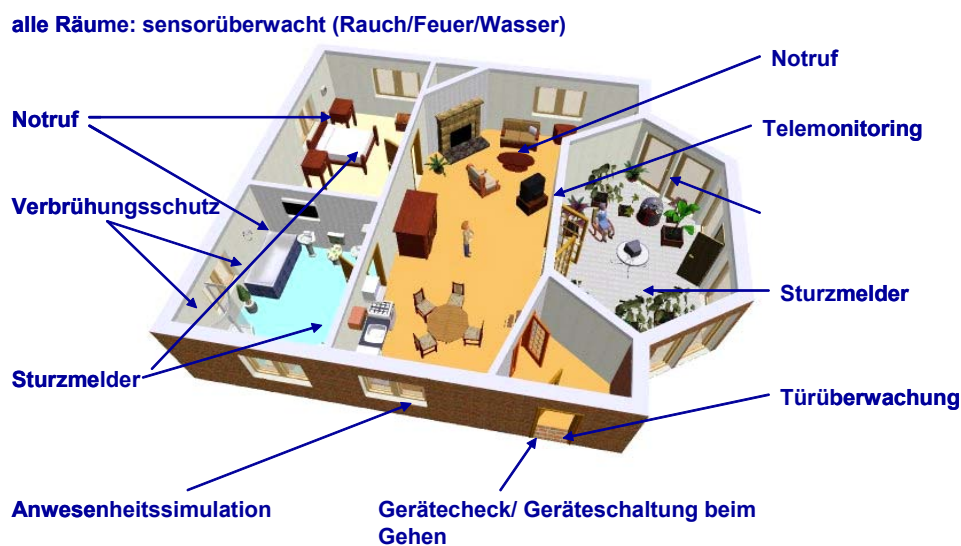


Abb. 3 Aml-Raumsystem zur Notfallerkennung mit vernetzten Sensoren

4 Fazit und Ausblick

Die durch den Fortschritt der Informationstechnologie angetriebenen Veränderungen, auch im Bereich der technischen Ausstattung von Räumen und Gebäuden, geschehen schleichend

und nicht über Nacht, sind aber trotzdem unaufhaltsam und nachhaltig. Der Trend geht dabei hin zu einer umfassenden Informatisierung des Alltagslebens. Im Immobiliensektor zeigt sich dieser Trend von der unverzichtbaren Computernutzung beim Gebäudeentwurf bis hin zur technischen Assistenz bei der Gebäudenutzung und beim Gebäudebetrieb.

Einige der langfristigen Überlegungen zur Ambient Intelligence finden sich in [3]. Mike Kuvivsky schreibt dort:

„Once these technologies are widely distributed in everyday objects, the environment they create will become too difficult for us to explain in purely functional ways. When we don't have a good functional model to explain how things work, we anthropomorphize them. And when enough things around us recognize us, remember us, and react to our presence, I suspect we'll start to anthropomorphize all objects. In other words, because we have no other way to explain how things work, we will see the world as animist. Animism is, in its broadest definition, the belief that all objects have intelligence and memory and that they interact with and affect our lives in a deliberate, intelligent and (in a sense) conscious way“.

Selbst wenn z.Z. nur kleinere Schritte in diese Richtung gegangen werden, sind die Folgen gewaltig, speziell im nicht-technischen Bereich. Besonders der Datenschutz und der Schutz der Privatsphäre dürften vor großen Herausforderungen stehen [4].

Für den Gebäudebetrieb und die Anwendungsnutzung in Gebäuden könnten die Herausforderungen speziellerer Art sein, da hier bisher die Informationstechnik kaum in ganzheitlicher und systematischer Weise eingeplant wurde, von einigen Großprojekten abgesehen. Es fehlte hier bisher besonders die integrierte Sicht von technischer Ausstattung für den reinen Gebäudebetrieb, von Facility-Management und der höchst unterschiedlichen Anwendungsprozesse. Es besteht damit die große Gefahr, dass die Räume und Gebäude den Trends der Informationsgesellschaft nicht einmal durch Basisinfrastrukturen wie z.B. geeignete Netzwerke oder Middleware-Plattformen auf den Gebäudeservern folgen. Dies kann in schon naher Zukunft zu ganz erheblichen Nutzungsproblemen für die entsprechenden Immobilien führen.

Hier will die in 1/2006 gestartete Phase 2 des inHaus-Innovationszentrums mit einem modellhaften integrierten Vorgehen von Entwurf, Errichtung, Gebäudebetrieb und Anwendungsnutzung in div. Anwendungsbereichen (z.B. Büro, Health- und Senior-Care, Konferenzhotel) unter Kooperation von Forschung, Technikern und Endanwendern neue Lösungen für die Nutzimmobilien der nächsten Generation konzipieren, erproben und in den Markt transferieren.

5 Literatur

- [1] Steinbuch, K.: Die informierte Gesellschaft – Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik. DVA, 1966
- [2] Aarts, E., Harwig, R., Schuurmans, M.: Ambient Intelligence in: Denning PJ (Hrsg.) The invisible future – the seamless integration of technology in everyday life. McGraw-Hill, 235-250 ff.
- [3] Chai, Y. (Hrsg.): Ambient Intelligence for Scientific Discovery. Springer Verlag, Berlin 2005
- [4] Burkhardt, J.; Henn, H.; Hepper, S.; Rindtorff, K.; Schaeck, T.: Pervasive Computing. Addison Wesley. 2001
- [5] Hightower, J.; Borriello, G.: Location Systems for Ubiquitous Computing. IEEE Computer Magazine, August, 57-66, 2001

- [6] Schoch, T.: Middleware für Ubiquitous-Computing-Anwendungen. In: Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.) Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. S. 119-140. Springer-Verlag 2005.
- [7] Open Service Gateway Framework, Version 1.1, Release 2. Specification, The Open Services Gateway Initiative, Oktober 2001, <http://www.osgi.org>
- [8] Langheinrich, M.; Mattern, F.: Wenn der Computer verschwindet – Was Datenschutz und Sicherheit in einer Welt intelligenter Alltagsdinge bedeuten. Digma – Zeitschrift für Datenrecht und Informationssicherheit. 2002; 2(3); S. 128-142
- [9] Scherer, K.; Grinewitschus, V.: Das intelligente Haus: Vernetzung im Bereich Wohnen und Arbeiten, 2. Eutelis Fachtagung Smart Living, Potsdam, Tagungsband SmartLiving Konferenz, 2002
- [10] Scherer, K.; Grinewitschus, V.: Integrierte Haussysteme für ressourcenschonendes Wohnen (IHS-ReWo), In: Das Intelligente Haus, Pflaum Verlag 2001
- [11] Lohrum, M.: Normung zur Produktgestaltung im Design for All; DIN Mitteilungen 7, S.22 ff.; 2005
- [12] AMIGO-Projekt der EU: <http://www.hitech-projects.com/euprojects/amigo/>
- [13] Electronic-Product-Code, EPC; www.epcglobalinc.org