

Ein persönliches Assistenzsystem für ältere Nutzer mit chronischen Herzerkrankungen

A Personal Assistance System for Older Users with Chronic Heart Diseases

Lars Klack¹, Kai Kasugai¹, Carsten Röcker¹, Martina Ziefle¹, Christian Möllering¹, Thomas Schmitz-Rode², Eva-Maria Jakobs³, Peter Russell⁴, Jan Borchers⁵

¹Human Technology Centre (HumTec), RWTH Aachen University, {klack, kasugai, moellering, roecker, ziefle}@humtec.rwth-aachen.de

²Lehrstuhl für Angewandte Medizintechnik, Helmholtz-Institut, RWTH Aachen University, smiro@hia.rwth-aachen.de

³Textlinguistik & Technikkommunikation, RWTH Aachen University, e.m.jakobs@tk.rwth-aachen.de

⁴Computer Aided Architectural Design, RWTH Aachen University, russell@caad.arch.rwth-aachen.de

⁵Media Computing Group, RWTH Aachen University, borchers@cs.rwth-aachen.de

Kurzfassung

Dieser Beitrag beschreibt das Programm „eHealth – Enhancing Mobility with Aging“, ein interdisziplinäres Forschungsprojekt an der RWTH Aachen, dessen Schwerpunkt auf der Konzeption, Entwicklung und dem Design adaptiver, in das häusliche Umfeld integrierbarer medizinischer Assistenzsysteme liegt. Die Vision des Projektes ist die eines umfassenden, vielschichtigen, persönlichen Assistenzsystems, welches Patienten mit zunehmendem Alter in die Lage versetzen soll, ihre Mobilität und Unabhängigkeit auch im hohen Alter und trotz chronischer Erkrankungen (Fokus auf Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems) beizubehalten. Ziel des Projektes ist die systematische Analyse und Optimierung einer technischen Systemlösung, bei der medizinische, technische, aber auch kommunikative, psychologische, soziale und architektonische Komponenten gleichermaßen berücksichtigt werden und in ihren Auswirkungen auf die Anforderungen für das Design, die Nutzung und Akzeptanz medizinischer Assistenzsysteme untersucht werden.

Abstract

The paper describes the program ‘eHealth – Enhancing Mobility with Aging’, an interdisciplinary research project at RWTH Aachen University, which aims at designing adaptive immersive interfaces for personal healthcare systems. The vision of the project is the development of holistic, multi-level, personal assistance system, which enables elderly patients to maintain their mobility and independence despite their chronic diseases (focus on heart related diseases) and advanced age. The main issues addressed within the project are the systematic evaluation and consecutive optimization of the interrelation of medical, environmental, technical, communicative, psychological, and social factors and their consequences for the design, architecture, use and acceptance of personal healthcare systems.

1 Motivation und Vision

Das Forschungsprogramm eHealth ist Bestandteil des Human Technology Centre (HumTec), einem neugegründeten Projekthaus an der RWTH Aachen (www.ehealth.rwth-aachen.de), finanziert aus Mitteln der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Ziel des Programms ist es, unter Verwendung eines multidisziplinären Modells medizintechnische Assistenzsysteme nutzerzentriert zu entwickeln und in eine altersgerechte, an das spezifische Krankheitsbild angepasste Wohnumgebung zu integrieren. Das Projekt vereint Kompetenzen aus den Disziplinen Architektur, Maschinenbau, Medizin, Informatik, Psychologie und Kommunikationswissenschaft.

Im Dezember 2008 hat die eHealth-Gruppe ihre Arbeit aufgenommen und verfolgt einen auf drei Jahre konzipierten Forschungsplan. Untersucht werden primär Patienten

mit chronischen Herzkrankheiten. Diese Art der Erkrankung zählt zu den zentralen westlichen Zivilisationserkrankungen, deren Prävalenz durch den demographischen Wandel deutlich zunehmen wird. Sie gehen mit regelmäßigen und langen Krankenhausaufenthalten einher und sind als die häufigste Todesursache in industrialisierten Ländern zu benennen [12].

Die Vision des Projektes ist die Entwicklung eines umfassenden, personalisierbaren Assistenzsystems, welches Patienten mit zunehmendem Alter in die Lage versetzt, ihre Mobilität und Unabhängigkeit auch im hohen Alter und trotz chronischer Erkrankung beizubehalten.

Zielsetzung des Projektes ist die systematische Analyse und Optimierung einer technischen Systemlösung, bei der medizinische, technische [12], aber auch kommunikative, psychologische, soziale und architektonische Komponenten gleichermaßen berücksichtigt werden. Die Auswirkungen der einzelnen Bestandteile werden analysiert und miteinander verzahnt, um darauf aufbauend Anforderun-

gen an das Design medizinischer Assistenzsysteme abzuleiten und so die Akzeptanz der Nutzer zu erhöhen [19].

Die Komplexität des Themas erfordert ein Forschungsrationale, das eine spezifische und einzigartige, multidisziplinäre Vorgehensweise beinhaltet, welche sich in iterativen Entwicklungsschleifen vollzieht und sich eines konsequent partizipativen Vorgehens bedient: Nutzer werden in alle Phasen des Entwicklungsprozesses eingebunden. Medizintechnische Anwendungen werden nacheinander implementiert, in eine Wohnumgebung integriert und mit Nutzern verschiedenen Alters und unterschiedlichen Erkrankungszuständen bezüglich Benutzbarkeit und Akzeptanz abgestimmt [2, 3, 16, 17, 18]. Das Projekt befindet sich aktuell im ersten Zyklus des iterativen Designprozesses.

2 Integrierte Medizintechnik

Aus medizintechnischer Perspektive werden zwei zentrale Forschungsfragen verfolgt: Welche Technologien sind für die Vitalparameteraufzeichnung bei Herzpatienten im häuslichen Umfeld anwendbar? Wie können diese Technologien in die Wohnumgebung integriert werden, um sowohl den Therapieerfolg als auch Akzeptanz durch den Nutzer sowie optimale Ergonomie des Systems zu gewährleisten?

Im Fokus steht die Entwicklung eines flexiblen, in das häusliche Umfeld integrierten Therapieunterstützungssystems für Menschen in sehr unterschiedlichen Gesundheits- und Lebensbedingungen. In der ersten Phase ist das Projekt auf Patienten mit chronischen Herzkrankheiten ausgerichtet. Berücksichtigt wird das gesamte Spektrum an Herzkrankheiten, angefangen bei Patienten mit leichten Herzkrankheiten (z.B. beginnender koronarer, ischämischer oder hypertensischer Herzkrankheit, Herzinsuffizienz) bis hin zu High-Urgency-Transplantationspatienten, die mit mechanischen Herzunterstützungssystemen (VAD) oder auch totalen Kunstherzen (TAH) ausgestattet sind. Abbildung 1 zeigt das am Helmholtz-Institut Aachen entwickelte Kunstherz „ReinHeart“ [11].



Bild 1 Kunstherz „Reinheart“

Obwohl das im eHealth-Programm entwickelte Assistenzsystem auf Herzpatienten ausgerichtet ist, kann es auf ein viel größeres Patientenspektrum angewendet werden. Eine breite Verwendung könnte zum Beispiel die Präventionstherapie für ältere Menschen im Allgemeinen sein.

2.1 Systemkomponenten

Das technische System besteht aus drei wesentlichen Komponenten: einem sensorischen, einem softwarearchitektonischen (Middleware-Framework) und einem aktorischen Teil. Der sensorische Teil besteht aus verschiedenen Bio-Sensoren, die Vitaldaten des Patienten aufzeichnen. Die Middleware-Komponente führt die verschiedenen Datenströme zusammen und analysiert sie auf einer zentralen Rechneinheit. Der aktorische Teil könnte dem Patienten auf Basis dieser Daten beispielsweise therapeutische Anweisung geben oder, im Fall von Patienten mit Herzunterstützungssystemen, die Optimierung der Leistungseinstellungen dieser Geräte übernehmen (angepasst an die aktuellen Vitalbedingungen).

Unsere Feldstudien an führenden Herzzentren, wie dem Herz- und Diabeteszentrum in Bad Oeynhausen und der Universitätsklinik in Löwen (Belgien) haben gezeigt, dass die Überwachung von nur vier prominenten Vitalparametern (Blutdruck, Blutgerinnungswert, Körpergewicht, Körpertemperatur) ausreicht, um das gesamte avisierte Patientenspektrum zu unterstützen. Sie liefern einen adäquaten Überblick über den allgemeinen Gesundheitszustand des Patienten und speziell über seinen Herz-Kreislaufzustand.

Als Voraussetzungen für den Therapieerfolg und die Akzeptanz durch Nutzer sind eine hohe Zuverlässigkeit und eine einfache Handhabung der Vitaldatenüberwachung zu benennen. Um beides zu gewährleisten, werden im eHealth-Labor verschiedene „State-of-the-Art“-Sensortechnologien evaluiert.

2.2 Sensorik

Angestrebtes Ziel ist eine kontaktlose und für den Patienten unsichtbare Messung der Vitalparameter, was allerdings nicht für alle vier Werte realisierbar ist. Für die Bestimmung des Blutgerinnungswertes (INR-Wert) wird ein Tropfen Blut zur Laborauswertung benötigt. Um die Unannehmlichkeiten für den Patienten möglichst gering zu halten, wird das CoaguChek-Gerät der Firma Roche eingesetzt, das eine INR Bestimmung innerhalb weniger Sekunden vor Ort ermöglicht. Ferner wird auch die Blutdruckmessung im ersten Projektschritt nicht kontaktlos, sondern mittels Armmanschette durchgeführt. In der Weiterentwicklung des prototypischen Systems wäre es denkbar, eine kontinuierliche Überwachung über implantierte Sensoren zu realisieren.

Temperatur- und Gewichtsmonitoring hingegen erfordern im eHealth-System kein aktives Handeln des Patienten und geschehen weitgehend unsichtbar im Hintergrund.

Die Temperaturmessung erfolgt über eine hochauflösende Infrarotkamera, die die Körperkerntemperatur über sogenannte „Hot Spots“ im Augen-, Ohren- und Mundbereich bestimmt. Das Gewichtsmonitoring wird zunächst über ein Waagensystem im Boden realisiert, im weiteren Verlauf des Projektes über ein Piezosensornetz, das gleichzeitig Bewegungsmuster des Patienten erkennen und auswerten kann.

2.3 Middleware

Als Middleware wird ein abstraktes, OSGi basiertes Framework verwendet, das die informationstechnische Verbindung zwischen Ein- und Ausgabegeräten, Patient und Geräten bildet und sich bereits in verschiedenen Kontexten etabliert hat [10, 15]. Diese Form der Software-Architektur basiert auf der Organisation von Diensten. Es wird nicht nur eine nahtlose technische und informationstechnische Integration angestrebt, sondern auch die strukturierte Bündelung ganz unterschiedlicher Dienste.

Die benötigten Dienste können in vier Kategorien eingeteilt werden: (1) *Eingabe*: z. B. Schalter, mobile Eingabegeräte, drucksensitive Oberflächen; (2) *Sensoren für Vitalparameter*: z. B. Blutdruck-, Gerinnungs-, Temperatur- oder Gewichtsmessung; (3) *Verarbeitung*: z. B. Algorithmen zur Analyse der Vitaldaten; (4) *Ausgabe*: z. B. akustisches oder visuelles Feedback (kontextsensitiv). Die Middleware stellt eine einheitliche Infrastruktur für die oben genannten Dienste zur Verfügung.

2.4 Aktorik

Die mit dem Middleware-Framework zusammengeführten Datenströme können auf zwei Schienen genutzt werden. Zum einen grafisch aufbereitet zur Therapieunterstützung für den behandelnden Arzt und den Patienten selbst. Bei Herzpatienten kann so beispielsweise durch Auswertung der Langzeitverlaufskurven der Blutwerte eine optimale Anpassung der Medikation vorgenommen werden. Ebenso können auch tägliche Hinweise zur Ernährung oder Bewegung (Unterstützung rehabilitativer Maßnahmen) gegeben werden.

Die zweite Schiene betrifft Patienten mit mechanischen Herzunterstützungssystemen. Hier ist es möglich, auf Basis der aufgezeichneten Vitalparameter über einen längeren Zeitraum eine Optimierung der Steuerungsgrößen der Geräte vorzunehmen. Die Erfahrungen in den von uns besuchten Herzzentren zeigen, dass schon sehr geringe Modifikationen in diesem Bereich für die Patienten eine erhebliche Steigerung ihrer Lebensqualität bedeuten und eine wichtige Rolle für den gesamten Therapieverlauf spielen.

3 Räumliche Integration

Im Zentrum der Interaktion des Menschen mit dem System steht das multitouchfähige Display. Durch seine Er-

richtung wird die in 10-15 Jahren als etabliert erwartete OLED-Technologie (organic light emitting diode) simuliert, mit der es möglich sein wird, selbstleuchtende Displays mit einer Bautiefe von wenigen Millimetern herzustellen. Die OLED-Technologie könnte beispielsweise als digitale Tapete in einer Wohnung ohne Raumverlust nachgerüstet werden.

Das Display erstreckt sich mit 4,8 x 2,4 m über den Großteil der Längsseite des Labors. Spezielles Plexiglas wird als Mattscheibe für eine Rückprojektion eingesetzt; der direkte Kontakt mit der Wand ist ohne Verschattung möglich. Fingerberührungen werden durch im Infrarotbereich sensible Kameras detektiert und in Steuerbefehle umgesetzt.

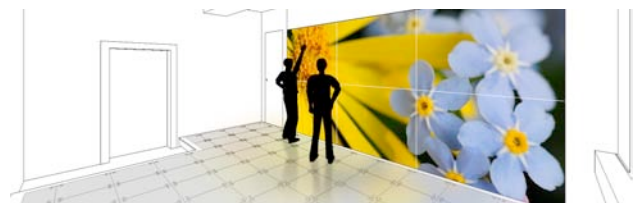


Bild 2 Konzeptskizze interaktive Wand

Die Wand wird durch ihre Funktion als Bild- und Informationsträger zum primären Raumelement und erscheint für den Menschen in einem neuen Kontext. Durch ihre Berührungssensitivität dient sie als eines von mehreren Eingabemedien, die im Raum integriert und in Anwenderstudien untersucht werden.

Durch die ungewohnt große Dimension der Bildebene werden die von herkömmlichen Bildschirmgrößen bekannten Interaktions-, Nutzungs- und Anwendungsoberflächenkonzepte obsolet. So sind neben der direkten Berührung der Wand andere Eingabegeräte und -methoden, wie durch Beschleunigungssensoren oder Gyroskope gesteuerte Mäuse oder Gesten, Gegenstand der Untersuchung und des qualitativen Vergleichs.

In ihrer Eigenschaft als Bildschirm fungiert die Wand als farbige Flächenlichtquelle. Die Lichttemperatur und Beleuchtungsstärke wird so dynamisch veränderbar. Verschiedene Lichtszenarien oder Tageslichtsituationen können simuliert werden. Zudem können in Abhängigkeit der Vitalparameter des Bewohners Bilder eingeblendet werden, die beruhigend oder stimulierend auf ihn wirken.

Die Sensorik, die die Vitalparameter des Patienten misst, wird funktional in den Raum integriert. Um einerseits eine Stigmatisierung des Patienten zu vermeiden und andererseits das Wohnklima nicht zu beeinträchtigen, werden Messgeräte in Möbel und Raum eingebunden. Sie sind unsichtbar für Fremde, gleichzeitig aber gut erreichbar und benutzbar für den Bewohner.

Die Waage zur Gewichtsmessung wird ebenerdig in den Fußboden integriert und nur durch leichte Materialunterschiede der Oberfläche in Erscheinung treten. Falls Sichtbarkeit eine Rolle spielt, kann die Position, die der Be-



Bild 4 Gewichtsmessung im Boden integriert

wohner beim Messen einnehmen soll, durch Licht akzentuiert werden. Die Entscheidung für eine dedizierte Messposition gegenüber einer über den gesamten Boden funktionierenden Gewichtsmessung verspricht den Vorteil, dass der Bewohner sich bewusst für eine Messung entscheiden kann. Er hat somit nicht das Gefühl permanenter Gewichtskontrolle, was er unter Umständen als eine Verletzung seiner Intimsphäre bewerten könnte.

Ob tatsächlich die aktiv gesteuerte oder die unsichtbare Messung im Hintergrund angenehmer für den Patienten ist, wird Gegenstand von Akzeptanzstudien in unserem Living Lab sein.

Die kontaktlose Messung der Temperatur wird über die Installation einer Wärmebildkamera der Firma FLIR möglich, die an die Wand gekoppelt wird. Der Bewohner kann während oder nach dem Messen seines Gewichts durch Öffnen des Mundes (einer Geste, die er vom Arztbesuch kennt) seine Körpertemperatur messen lassen. Alternativ kann die Messung für den Patienten unsichtbar über die bereits erwähnten „Hot Spots“ vorgenommen werden, sofern diese nicht durch Gegenstände wie Brille oder Hörgerät verdeckt werden.

Die Messungen des Blutgerinnungswertes und des Blutdrucks sind nur über Körperkontakt möglich. Der Blutdruck sollte darüber hinaus sitzend gemessen werden. Koagulations- und Blutdruckmessgerät werden daher in ein Möbelstück integriert, das erst im Bedarfsfall die Konsolen und Messsonden freigibt. Die interaktive Wand kann den Benutzer schrittweise bei der Durchführung der Messung instruieren, was dem Bewohner zusätzlich ein Gefühl der Sicherheit vermittelt.

Es ist zu vermuten, dass die Akzeptanz mit dem Zurücktreten der sensorischen Technik, die den Bewohner als „krank“ kennzeichnet, sowie der Integration von Objekten, die von Jüngeren als attraktiv empfunden wird, zunimmt. Resultat dieser Akzeptanzsteigerung unter den Nutzern ist die tatsächliche (regelmäßige) Verwendung der Geräte. Das Empfinden über die Sichtbarkeit der Messgeräte wird in Nutzerstudien überprüft.

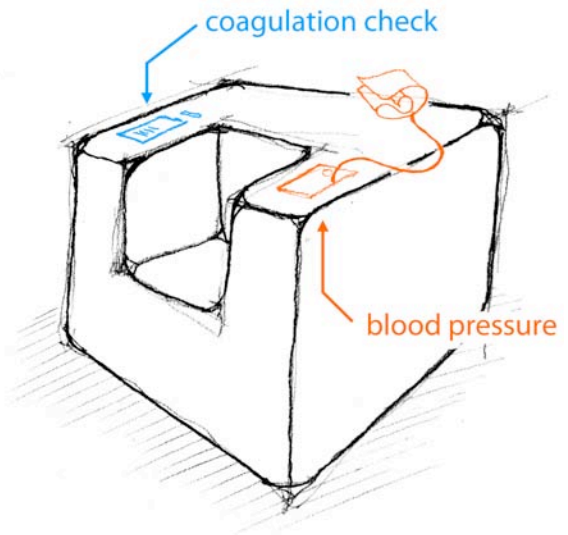


Bild 3 Im Möbelstück integrierte Sensorik

Displays der Größe der im eHealth-Labor eingesetzten interaktiven Wand werden bislang hauptsächlich im urbanen Kontext (Werbe- und Informationsdisplays) oder bei Großveranstaltungen eingesetzt. Sie sind Nutzern nur in diesem Zusammenhang bekannt. Die Interaktion mit dem Display ist daher für Testpersonen eine neue Erfahrung, an die sie langsam herangeführt werden müssen. Small Screen Devices hingegen sind Nutzern spätestens seit der Verbreitung des Mobiltelefons bekannt. Ein Fokus der Untersuchung wird in der Verbindung der Small Screen Devices mit der interaktiven Wand liegen – in dem Herausarbeiten der jeweiligen Eigenschaften und in der anwenderfreundlichen Verknüpfung und Steuerung beider Displaygrößen.

4 Nutzerakzeptanz

Medizintechnische Investitionen und Entwicklungen werden bislang stark produktorientiert getätigt, wobei die technischen Machbarkeit sowie die medizinischen Notwendigkeit im Vordergrund stehen. Aktuelle Studien belegen jedoch [2, 3, 5, 6, 8], dass der Erfolg und die Nachhaltigkeit insbesondere von medizintechnischen Produkten in starkem Maß davon abhängt, inwieweit individuelle Nutzungsmotive und Akzeptanzbarrieren, die Nutzer medizintechnologischen Entwicklungen gegenüber zeigen, berücksichtigt werden. Ferner ist die Akzeptanz technischer Entwicklungen entscheidend davon abhängig, inwiefern sich medizintechnische Produkte in das häusliche Umfeld von Patienten integrieren lassen [7, 9, 13, 14]. Bisher fehlen holistische Konzepte für eine systematische Integration der Nutzerperspektive in den Produktionsprozess sowie eine interdisziplinäre, nutzerzentrierte und technologische Entwicklung.

Aufgrund dieses Bedarfes werden neue integrative Modelle für das Design nutzerzentrierter Assistenzsysteme

erwartet. Dies beinhaltet die intelligente Einbettung neuer medizinischer Monitoring-Systeme in Wohnumgebungen, die in der Lage sind, Patienten individuell (ausgerichtet an Nutzerprofilen) [4], adaptiv (dem Krankheitsverlauf angepasst) [1, 5] und sensitiv (situationsbedingt und den Lebensbedingungen angepasst) [18] zu versorgen.

Parallel zur technischen Realisierung werden Nutzer unterschiedlichen Alters, Technikgeneration, Bildung, technischer Vorerfahrung und Gesundheitszustand im Hinblick auf Bedürfnisse, Nutzungsmotive und Akzeptanzbarrieren untersucht. Die Ergebnisse werden iterativ in die technische Entwicklung integriert.

5 Literatur

- [1] Alagöz, F., Wilkowska, W., Roefe, D., Klack, L., Ziefle, M. & Schmitz-Rode, T. (2009). Technik ohne Herz? Nutzungsmotive und Akzeptanzbarrieren medizintechnischer Systeme aus der Sicht von Kunst-Herzpatienten. 3rd Ambient Assisted Living (AAL) Conference 2010.
- [2] Arning, K. & Ziefle, M. (2009). Different perspectives on technology acceptance: The role of technology type and age. In: A. Holzinger et al. (Eds.): HCI for eInclusion, 20-41. Springer.
- [3] Arning, K. & Ziefle, M. (2007). Understanding differences in PDA acceptance and performance. *Computers in Human Behaviour*, 23(6), 2904-2927.
- [4] Arning, K. & Ziefle, M. (2007). Barriers of information access in small screen device applications: The relevance of user characteristics for a transgenerational design. In: C. Stephanidis and M. Pieper (Eds.). *Universal Access in Ambient Intelligent Environments* (pp. 116-136) LNCS 4397. Heidelberg: Springer.
- [5] Calero-Valdez, A.; Ziefle, M.; Schroeder, U. Horstmann, A. & Herding, D. (in press). Effects of aging and domain knowledge on usability in small screen devices for diabetes patients. *USAB 09*.
- [6] Gaul, S. & Ziefle, M. (2009). Smart home technologies: Insights into generation-specific acceptance motives. In: A. Holzinger et al. (Eds.): *HCI for eInclusion*. Berlin: Springer (2009) 312-332.
- [7] Gaul, S.; Ziefle, M., Wilkowska, W., Arning, K., Kasugai, K.; Röcker, C. & E.-M. Jakobs (2009). Technikakzeptanz als integraler Bestandteil der Entwicklung medizintechnischer Produkte. 3rd Ambient Assisted Living (AAL) Conference, 2010.
- [8] Jakobs, E.-M., Lehnen, K., & Ziefle, M. (2007): Alter und Technik. Eine Studie zur altersbezogenen Wahrnehmung und Gestaltung von Technik. *Aprimus*.
- [9] Jakobs, E.-M. & Ziefle, M. (2008). What is the problem - Age or Technology? *International Conference on Health Care Systems, Ergonomics, and Patient Safety (HEPS)*.
- [10] Kistler, R., Knauth, S. & Klapproth, A. (2009). An Adaptive Network Architecture for Home- and Building Environments. *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, Hamburg: 2009, S. 295-302.
- [11] Klack, L. (2009). Neukonstruktion sowie in-vitro und in-vivo Studien der Pumpkammern des Aachener Kunstherzen ACCor. Diplomarbeit, RWTH Aachen University.
- [12] Mahnken, A. H., Urban, U., Fassbender, H., Schnakenberg, U., Schoth, F., Schmitz-Rode, T. (2009). Telemetric catheter-based pressure sensor for hemodynamic monitoring: experimental experience. *Cardio-Vascular and Interventional Radiology 2009*. Epub 2009.
- [13] Röcker, C. (2009). Acceptance of Future Workplace Systems: How the Social Situation Influences the Usage Intention of Ambient Intelligence Technologies in Work Environments. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Work With Computer Systems*, Beijing, China.
- [14] Röcker, C., Feith, A. (2009). Revisiting Privacy in Smart Spaces: Social and Architectural Aspects of Privacy in Technology-Enhanced Environments. In: *Proceedings of the International Symposium on Computing, Communication and Control (ISCCC'09)*, Singapore, October 9 -11, 2009, 201 - 205.
- [15] Schmidt, A., Wolf, P., Klein, M. & Balfanz, D. (2009) SOPRANO Ambient Middleware: Eine offene, flexible und markt-orientierte semantische Dienstplattform für Ambient Assisted Living. 2. Deutscher Kongress Ambient Assisted Living, Berlin, Januar 2009, VDE Verlag, 2009.
- [16] Wilkowska, W. & Ziefle, M. (2009). Which factors form older adults' acceptance of mobile information and communication technologies? In: A. Holzinger and K. Miesenberger (Eds.): *HCI for eInclusion*. Berlin: Springer (2009) 81-101.
- [17] Wirtz, S., Ziefle, M. & Jakobs, E.-M. (2009). Auto-pilot versus hearing aid – domain- and technology type-specific parameters of older people's technology acceptance. *9th International Conference on Work With Computer Systems Beijing, China*, in press.
- [18] Ziefle, M. (2008). Age perspectives on the usefulness on e-health applications. *International Conference on Health Care Systems, Ergonomics, and Patient Safety (HEPS)*.
- [19] Ziefle, M., Röcker, C., Jakobs, E.-M., Schmitz-Rode, T., Russell, P., Borchers, J. (in press). eHealth – Enhancing Mobility with Aging. To appear in: *Proceedings of the Third European Conference on Ambient Intelligence (AmI'09)*, November 18 - 21, 2009, Salzburg, Austria.