

# Technik für *Senioren in spe* im Bremen Ambient Assisted Living Lab Technology for *Seniors to Be* in the Bremen Ambient Assisted Living Lab

Prof. Dr. Bernd Krieg-Brückner, Dr. Bernd Gersdorf, Mathias Döhle, Prof. Dr. Kerstin Schill  
Sichere Kognitive Systeme, DFKI Bremen und SFB/TR 8 Spatial Cognition, Universität Bremen, Deutschland  
{Bernd.Krieg-Brueckner, Bernd.Gersdorf, Mathias.Doehle}@DFKI.de, kschill@informatik.uni-bremen.de

## Kurzfassung

Im BAALL sollen neu entwickelte AAL-Techniken erprobt und bis zur Alltagstauglichkeit hin evaluiert werden. Im Zentrum steht die (natürlich-sprachliche) Interaktion der Nutzer des Rollstuhls ROLLAND oder der Gehhilfe INTELLIGENTWALKER mit der intelligenten Umgebung (Steuerung von Raumautomation, intelligenten Möbeln, etc.); darauf aufbauend sollen höhere Assistenzszenarien realisiert werden.

## Abstract

In BAALL, new AAL-technology will be tested and evaluated for everyday usability. The focus is on (natural language) interaction between users of the wheelchair ROLLAND or the INTELLIGENTWALKER with an intelligent environment (room automation, intelligent furniture control, etc.); on this basis, higher assistance scenarios shall be realised.

## 1 Motivation und Zielsetzung

### 1.1 Bremen Ambient Assisted Living Lab

Das BREMEN AMBIENT ASSISTED LIVING LAB, BAALL, soll zur experimentellen Erprobung von neu entwickelter Technik zur *Assistenz für das Wohnen in gewohnter Umgebung (Ambient Assisted Living, AAL)* sowie zur Evaluation der Alltagstauglichkeit dienen. Es umfasst alle gängigen Wohnbereiche (Ankleide-, Schlaf-, Wohn-, Esszimmer, Küche, Bad/Sanitär, Heimbüro) auf ca. 60 m<sup>2</sup> Grundfläche (vgl. Bild 1) und ist für das Probewohnen von 2 Personen voll funktionsfähig. Architektonisches Vorbild ist die *Casa Agevole* [1] im Forschungshospital Sta Lucia, Rom.

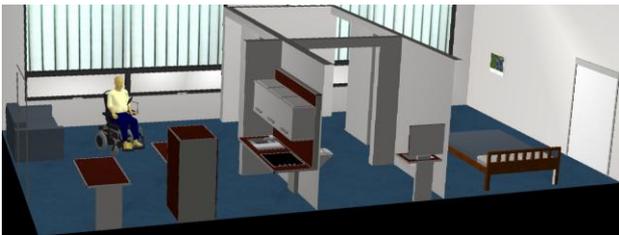


Bild 1 Wohnbereiche von BAALL (Simulation)

### 1.2 Technik für Senioren in spe

Die Anmutung von BAALL ist die eines Apartments der gehobenen Klasse; die Technik ist zurückhaltend, wenn überhaupt sichtbar. Ziel ist, zu untersuchen, welche Infrastruktur für technische Assistenz, die in Zukunft vielleicht einmal nötig wird, heute realisiert werden sollte, so dass die Nachrüstung später Schritt für Schritt nach Bedarf erfolgen kann, ohne größere Umbau- oder Anpassungsmaßnahmen. *Senior* und *Seniorin in spe* (also die aktiv ihre Zukunft planenden Senioren) sollen sich eine ansprechende Wohnsituation gestalten, in der sie später möglichst lange wohnen bleiben können, und zwar schon heute, in

einer möglichst frühen Lebensphase. Diese Gesichtspunkte erscheinen uns in der Diskussion über AAL besonders relevant: zum einen können die Nutzer beruhigt mit einer weit reichenden Perspektive, sowohl gestalterisch als auch finanziell, planen und vermeiden womöglich einen Umzug in einer schwierigen Lebensphase; zum anderen ist aus der Sicht der öffentlichen Hand ein längeres Wohnen in der häuslichen Umgebung wahrscheinlich, ggf. mit externen Betreuungsdienstleistungen.

## 2 Assistenz

Es gilt daher, Szenarien für das Wohnen mit verschiedenen altersbedingten physischen und kognitiven Einschränkungen zu antizipieren und ihre Kompensationsmöglichkeiten durch Assistenz zu planen.

### 2.1 Mobilitätsassistenz

Eine Herausforderung in bestehenden Gebäuden ist die Mobilitätsassistenz auf beschränktem Raum. Nur zu oft werden Neubauten gepriesen als „barrierefrei“ oder „rollstuhlgerecht“; sie sind dann in der Regel für handbetriebene Rollstühle geeignet – aber wie ist es mit Elektrorollstühlen? Welche intelligente Zusatzkomponente erleichtert die Navigation und Umgebungssteuerung?

#### 2.1.1 Rollstuhl ROLLAND

ROLLAND [2, 3, 4] ist ein elektrischer Rollstuhl (Bild 2, 3), der durch zwei Laserscanner (rotierende Laser-Entfernungsmesser) ergänzt wurde, so dass zusätzliche Funktionalität entwickelt werden konnte: der *Sicherheitsassistent* erkennt automatisch Hindernisse in der Umgebung und hält den Rollstuhl rechtzeitig an; der *Fahrassistent* weicht Hindernissen aus und erleichtert das Fahren in engen Räumen, z.B. durch eine Tür. In der Entwicklung sind außerdem ein *Navigationsassistent*, der den Weg leitet oder au-

tomatisch fährt, sowie vielseitige Interaktionen über natürliche Sprache oder einen berührungsempfindlichen Bildschirm [2]. Ein Kopfjoystick [5] ermöglicht bereits die Steuerung des Rollstuhls durch Neigen des Kopfes.

ROLLAND nimmt seine Umgebung durch Laserscanner wahr, einer den Frontbereich, einer den rückwärtigen Bereich. Erkannt werden alle undurchsichtigen Hindernisse in einer Höhe von etwa 12cm; sie werden in eine lokale Karte eingetragen. Bei Bewegung des Rollstuhls ergeben die verschiedenen Perspektiven schnell ein vollständiges Abbild der Umgebung, so dass auch die sonst nicht abgedeckten seitlichen Bereiche berücksichtigt werden können. Für die genaue Platzierung in der Umgebung wird die Eigenbewegung des Rollstuhls (Odometrie) durch Sensorik an den Hinterrädern vermessen.

Die verschiedenen Assistenten dienen der Kompensation von spezifischen physischen und kognitiven Einschränkungen der Nutzer bei gleichzeitiger Ausnutzung der verbliebenen Fähigkeiten. Der *Sicherheitsassistent* bildet die erste Stufe der Assistenz, indem das Fahrkommando vom Joystick im Normalfall unverändert an den Rollstuhl weitergeleitet wird. Das Fahrkommando wird erst dann unterbrochen, wenn der Rollstuhl unter Berücksichtigung aller technischen und physikalischen Randbedingungen nur durch eine Vollbremsung einer Kollision entgehen kann. Kann der Joystick nicht mehr sicher geführt werden (z.B. Tremor), oder bei eingeschränkter Wahrnehmungsfähigkeit (z.B. Gesichtsfeldverengung, Hemiagnosie), hilft der *Fahrassistent* durch frühzeitiges Eingreifen in das Fahrkommando. Er reduziert die Fahrgeschwindigkeit in der Nähe von Hindernissen und verändert die Fahrtrichtung, um Hindernissen auszuweichen. Ähnlich wie bei dem Sicherheitsassistenten wird aus der momentanen Bewegung und dem Fahrkommando der voraussichtliche Weg des Rollstuhls mit der lokalen Karte abgeglichen. Die vollständige Entlastung bietet der *Navigationsassistent*, der den Rollstuhl ohne Zutun des Nutzers zu einem vorgegebenen Ziel bringt.



**Bild 2** ROLLAND 3 (MEYRA [7]) mit Routengraph

Für die globale Positionsbestimmung benutzt ROLLAND eine Karte seiner Umgebung, in die sich die gerade gemessenen

Entfernungs-Daten einpassen müssen. In dieser Karte sind fahrbare Routen, Entscheidungspunkte für Alternativen, Landmarken etc. im *Routengraphen* eingetragen. Das von dem Nutzer ausgewählte Ziel wird hier gesucht; anschließend wird eine Route geplant. In Bild 2 sieht man ROLLAND im Korridor fahren: der Sichtbereich des vorderen Laserscanners ist durch Strahlen angedeutet, der Routengraph mit Knoten für Entscheidungspunkte ist auf dem Boden eingezeichnet.

### 2.1.2 Gehhilfe INTELLIGENTWALKER

Die Fähigkeiten von ROLLAND werden derzeit auf die Gehhilfe (den „Rollator“) INTELLIGENTWALKER übertragen [6]. Dazu wurde ein klassischer Rollator mit elektrisch regelbaren Nabenmotoren an der Hinterachse, mit einem Laserscanner für den Frontbereich sowie Steuerungsrechner ausgerüstet. Auch er leitet, durch sanftes Abbremsen einzelner Räder, auf bekannten Wegen, in der Wohnung, aber auch zu Freunden in einem anderen Gebäudeteil, und wieder zurück (!), künftig auch zum Supermarkt um die Ecke. In der Wohnung führt er zum Sessel, so dass der Nutzer sich in Ruhe hinsetzen kann; er soll künftig dann auch selbsttätig auf einen freien „Parkplatz“ fahren und auf Geheiß wieder zurückkommen. Wie ROLLAND weicht er Hindernissen aus; das klingt überflüssig, da der Nutzer ja schließlich selbst fährt, wird aber relevant, wenn das Sehvermögen nachlässt.



**Bild 3** Links: Rollstuhl ROLLAND 4 (OTTO BOCK [6])  
Rechts: Prototyp des INTELLIGENTWALKER

In Zukunft sorgen die elektronisch gesteuerten Motoren auch dafür, dass die Gehhilfe zunächst fest steht, während der Nutzer aufsteht – das sonst oft unkontrollierte Wegrutschen hat schon manchen Sturz verursacht. Die Motoren erhöhen durch ihr Gewicht die Standfestigkeit, sollen im Gegenzug aber auch an Rampen aktiv mithelfen, hinauf, herab und in Kurven, ohne störend zu wirken.

### 2.2 Assistenz bei der Umgebungssteuerung

Sowohl ROLLAND als auch der INTELLIGENTWALKER sind jederzeit unmittelbar in der Nähe des Nutzers; damit eignen sie sich besonders als „Mittler“ für die Interaktion (vgl. Abs. 2.3), insbesondere mit der intelligenten Umgebung. Sonst sind die Interaktionsmedien verteilt (Schalter, Bedienfläche) oder werden mitgeführt (PDA, Handy).

### 2.2.1 Raumautomation

Die derzeit verfügbare Raumautomation beschränkt sich im wesentlichen auf die Steuerung von Licht und Klima, evtl. gekoppelt mit der Zugangskontrolle/Gebäudesicherheit [9, 10], so dass bei Betreten einer Wohnung oder eines Raumes ein nutzerspezifisches Profil geschaltet werden kann; sie wird ergänzt durch die Kontrolle und Steuerung von Haushaltsgeräten [11] über Standards wie EIB/KNX, LON oder Powerline sowie Mediengeräten über UPNP. Eine wichtige Entwicklungstendenz ist, die gesamte Steuerung der Umgebung zusammenzuführen und über herstellerspezifische Treiber und universelle Ein/Ausgabegeräte zu koordinieren [12]; wir bringen die Feldbus-unabhängige Gebäudeautomation ein, mit nutzerspezifischen Profilen für Licht-Szenarien etc.

In diesen Kontext fällt auch die Steuerung von (Schiebe-)Türen [13], die sich für Rollstuhl- oder Rollator-Nutzer auf Anforderung öffnen bzw. schließen; sie können Schalter schlecht erreichen, Annäherungsschalter sind in komplexen Szenarien und engen Räumlichkeiten auch nicht zielführend. So kann im BAALL durch ein ausgeklügeltes System von Schiebetüren im Badezimmer und Ankleidebereich der Platzbedarf variabel gestaltet werden – es entsteht eine großzügige Ankleidezone, außerdem wird den unterschiedlichen Anforderungen von Rollstuhlfahrern beim Aussteigen auf die Toilette (von rechts, links, vorne) auf minimalem Raum Rechnung getragen.



**Bild 4** Küchenzeile von PRESSALITCARE im BAALL

### 2.2.2 Intelligente Möbel

Ähnlich ist die Steuerung von „intelligenten“ Möbeln, die sich an die Nutzer anpassen und „mitdenken“. Ein gutes Beispiel ist die Küchenzeile von PRESSALITCARE [14] (vgl. Bild 4), die in der derzeit verfügbaren Variante durch Schaltleisten vorne an der Arbeitsplatte gesteuert werden kann: *auf/ab* für die Arbeitsplatte (damit die gesamte Küchenzeile) und *auf/ab* einzeln für die Hängeschränke (damit auch das Mikrowellengerät). Diese Funktionen können nun ferngesteuert werden, ferner soll die geeignete Arbeitshöhe für jede Person spezifisch gespeichert werden und abrufbar sein. Dies ist nicht nur für Rollstuhl- oder Rollator-Nutzer von Interesse, auch Kinder können so ge-

zielt entweder noch nicht oder schon die Arbeitsplatte erreichen.

Analog soll sich das intelligente verstellbare Bett [15] an den Nutzer anpassen, ebenso bestimmte Szenarien wie „Lesen im Bett“ abrufen können, wobei sich gleichzeitig die entsprechende Lichtstimmung einstellen sollte.

Ein weites Feld für künftige Entwicklungen ist das Thema „Ablage und Finden(!)“ von Gegenständen, z.B. Kleidung, in Schränken, Beratung bei der Auswahl und Kombination von Kleidungsstücken, etc., verwandt mit dem Thema „Organisation und Verwaltung des Kühlschranks“.

## 2.3 Interaktion

Ein wichtiger Aspekt von AAL ist die natürliche Interaktion zwischen Nutzer und intelligenter Umgebung, um die Sicherheit und Effizienz des Umgangs mit der Umgebung zu gewährleisten [20]. Die rasante Entwicklung der Technologie bringt immer mehr intelligente Systeme und Geräte in unser Leben, z.B. die steuerbare Küche oder das verstellbare Bett im BAALL. Herkömmliche Bedienmethoden, wie Knöpfe, Drehschalter oder Fernbedienung (und ihre Nutzer) sind mit der Steuerung solcher Systeme oft überfordert. Der Navigationsassistent von ROLLAND kann zwar auf bekannten Routen autonom fahren, aber über den Joystick kann der Nutzer mit ROLLAND schlecht eine Route vereinbaren, dafür sind natürliche Sprache oder berührungsempfindlicher Bildschirm besser geeignet.

Andererseits wird es immer schwieriger, das Verhalten eines komplizierten Systems zu überblicken, insbesondere für ältere und pflegebedürftige Menschen. Diskrepanzen zwischen der Erwartung der Nutzer und dem Verhalten eines intelligenten Systems können die Nutzer verunsichern. In solchen Fällen sind Klärungsdialoge erforderlich, um Nutzer beim Umgang mit dem System zu leiten. Ferner wird daran gearbeitet, die Intention eines Nutzers aus seinen sprachlichen Äußerungen zu erkennen, um ihn in einer natürlichen, effizienten und sinnvollen Weise zu bedienen; vgl. „ich möchte einen Tee kochen“ im Szenario 3.1; ein anderes Beispiel wäre „Ich brauche den Schneebesen“ – daraufhin fährt der entsprechende Schrank herunter. Die Ableitung und das Verstehen der Intention eines Nutzers sind die größte Herausforderung in der AAL-Forschung.

Über einfache Sprachkommandos zur Steuerung [16] hinaus ist der vom System *semantisch* verstandene, natürlich-sprachliche Dialog derzeit Gegenstand der Grundlagenforschung [17, 18]: bei Missverständnissen und Unklarheiten werden auch Rückfragen und Klärungsdialoge von Seiten des Systems generiert. In spezialisierten Bereichen sollte diese Technologie in den nächsten Jahren marktfähig werden können. Für einige Nutzer mit eingeschränkten Fähigkeiten ist die Interaktion über gesprochene Sprache notwendig und wird derzeit für die Mobilitätsassistenten erprobt [19] – aber auch der Normalnutzer würde sicher gerne manche komplexe Interaktion (z.B. das Abrufen von Musiktiteln oder die legendäre Videorecorder-Programmierung) über einen Sprachdialog ausführen.

## 2.4 Adaptive Assistenz

Eine Stärke von professionellen Betreuungsdienstleistungen, also menschlicher Assistenz, ist es, den Grad der Unterstützung in alltäglichen Lebenssituationen an den Zustand des Menschen so anzupassen, dass er weder über- noch unterfordert wird. Abhängig von unterschiedlichsten Faktoren (psychische und physische Allgemeinverfassung, tagesabhängige Schwankungen, Nachlassen der Medikation etc.) variieren diese Fähigkeiten sowohl inter- wie auch intra-individuell. Ein entscheidendes Indiz für die Grenze zur Überforderung ist die Veränderung des *Stresszustandes*.

In unseren Ansätzen wird hierzu ein auf Biosensoren basierendes Modul entwickelt, das ständig Messungen zur Herzfrequenz und ihrer Veränderung, der Temperatur, des Hautwiderstandes und der körperlichen Aktivität misst. Die gewonnenen Biosensordaten werden miteinander verknüpft; über automatisch erlernte Muster können dann individuelle Veränderungen des Stresszustandes festgestellt werden. Diese Veränderungen bestimmen den Grad der autonomen Steuerung des Rollstuhls und sind somit ein Beispiel für adaptive Assistenz.

## 3 Assistenz-Szenarien

Im vorigen Abschnitt wurden verschiedene Assistenzsysteme vorgestellt, die derzeit in Entwicklung sind und im BAALL erprobt werden sollen. Die Zahl der Basisdienste (Geräte, Sensorik/Aktorik) steigt, ihr Zusammenwirken und ihre *Interdependenz* werden komplexer, es kommen höhere Dienste („Agenten“) hinzu; die instrumentierte Umgebung wird auch selber (pro-) aktiv, erinnert z.B. an Medikamenteneinnahme und überwacht bestimmte Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs), z.B. das Trinken von ausreichend Flüssigkeit. Im Folgenden wollen wir einige Szenarien vorstellen, die künftig abgedeckt werden sollen.

### 3.1 Mario hat Fußball gesehen...

Mario (Rollstuhlfahrer, 65) hat sich beim Fernsehen über den schlechten Ausgang eines Fußballspiels geärgert; er teilt ROLLAND mit: „ich möchte mir (zur Beruhigung) einen Tee kochen“ (2.3). Aufgrund der Stresssituation schaltet ROLLAND auf den Navigationsassistenten (Automatik) um (2.4) und fährt Mario in die Küche (2.1). Dabei werden im Voraus Schiebetüren geöffnet (2.2.1), die Küchenzeile stellt sich auf Marios Höhe ein (2.2.2), etc. Dieses Szenario ist im BAALL bereits Realität.

### 3.2 Frau Apfelbaum vergisst...

Frau Apfelbaum (79) vergisst manchmal etwas – natürlich nur Kleinigkeiten... Neulich aber, als sie ihre Freundin Frau Pffirsich in der Residenz besuchte, wo sie beide ihre Wohnungen haben, konnte sie kaum in ihr eigenes zurückfinden und musste Herrn Busch nach dem Weg fragen – wie peinlich, er könnte herumerzählen, dass sie alt wird!

Frau Apfelbaum hat auch immer mal wieder einen schlechten Tag, an dem sie Gefahr läuft zu stolpern und zu

fallen; nur gelegentlich... Da war es wie ein kleines Wunder, als ihr ihre Tochter Heide diesen besonderen Rollator kürzlich schenkte, als persönlichen Assistent: sie kann ihn nicht nur nutzen, um ihren Gang zu stabilisieren, er führt sie auch in der Wohnung und in der Residenz herum, entlang ihrer besonders geliebten Wege, zu von ihr gewählten Zielen (und zurück!), sogar draußen im Park, wo es so schwierig ist, einen Baum vom anderen zu unterscheiden; er weiß immer, wo sie sind und verläuft sich nie!

Frau Apfelbaum hat sich entschieden, ihr neues kleines Helferlein „Max“ zu nennen; er ist wie ein Freund, mit dem sie reden kann, er antwortet, gibt Auskünfte und Ratschläge, stellt klärenden Rückfragen und ergreift sogar gelegentlich die Initiative und erinnert sie daran, Frau Pffirsich um 5 Uhr zu besuchen, wie sie es versprochen hat. Und als ihr Lieblingsweg im Park letzte Woche durch einen umgestürzten Baum blockiert war, hat er ihr einen neuen Weg gezeigt, den sie noch nie vorher gegangen war, mit dem sie trotzdem den Pavillon am See erreichte.

Max hilft ihr auch im Ladenzentrum nebenan. Wie verwirrend, dass neue Geschäfte anscheinend alle zwei Wochen kommen und alte gehen! Und in ihrem Supermarkt: wie schwierig ist es doch, Dinge zu finden (und wie peinlich, immer fragen zu müssen). Max führt sie zu den Waren im richtigen Regal, er nimmt sogar einen besonders kurzen Weg, den er mit der Einkaufsliste berechnet hat, die sie vorher zusammengestellt haben, so dass sie nicht unnötig viel laufen muss (mit ihrem schwachen Knie!); er erinnert sie an ihre Kaffee-Liebingsmarke (wie ähnlich sich die Packungen doch sind, und sie hat gerade ihre Lesebrille vergessen). Und Max hat einen Korb, um die Einkäufe nach Hause zu tragen, auf ihren (seinen) eigenen Rädern!

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Der Einsatz von Robotik im häuslichen Umfeld wird in der deutschen Gesellschaft, im Gegensatz zur japanischen, mit Recht oft skeptisch gesehen: es wir befürchtet, dass ein Roboter Menschen bzw. deren Zuwendung ersetzen soll; Roboterhunde gelten als Spielerei und sind natürlich keine Konkurrenz für das lebendige Haustier.

Die Haltung zu Assistenzsystemen ändert sich allerdings schlagartig, wenn es um die Ergänzung bzw. den Ersatz von Kompetenzen geht, die durch Alter oder Krankheit verloren gegangen sind. Sowohl physische als auch kognitive Fähigkeiten können und sollten durch Assistenzsysteme kompensiert werden; sie werden akzeptiert, wenn sie physisch und *kognitiv adäquat* konstruiert sind und die geschwundenen Fähigkeiten abdecken (aber nicht überkompensieren). Menschliche Hilfe, so notwendig und willkommen die Zuwendung ist, kann bei ständiger Präsenz auch als Übermaß empfunden werden; man muss leider feststellen, dass sie im Kontext des öffentlichen Gesundheitswesens bzw. schwindender Rente zu oft schlicht nicht finanziert werden kann.

Das „kleine Helferlein“, das uns möglichst alles im Haushalt abnimmt, wird es vielleicht einmal geben; wir konzentrieren uns auf Assistenz, die sich in gängigen Geräten

und der Umgebung versteckt und sie „intelligenter“ macht, sich immer mehr an den Nutzer anpasst und auch von sich aus (pro)aktiv wird.

Unsere Prognose ist, dass manches „Abfallprodukt“ der Entwicklung von Assistenzsystemen zu einem Produkt werden wird, dass wir alle nicht mehr missen wollen: wer würde nicht gerne die Aufnahme seiner Lieblingssendung durch einen Sprachdialog steuern können? Ganz zu schweigen vom Staubsaugerroboter, wenn er wirklich einmal intelligent und nicht nur zufallsgesteuert herumfährt ... Daher ist *“design for all”* angesagt: Mario könnte auch 18 sein; die Küchenzeile ist auch kindersicher, usw.

Die gesprochene *natürlich-sprachliche Interaktion* scheint uns besonders relevant zu sein, nicht nur vom bzw. über den Mobilitätsassistenten als Mittler, sondern auch frei z.B. „direkt mit der Küche“: dem Nutzer bleiben so die Hände frei, die für Transport oder andere Arbeiten benötigt werden, evtl. gerade mit Kuchenteig verklebt sind, usw. Die Interaktion bezieht sich dabei sowohl auf die Steuerung der Küchenelemente (z.B. Vorheizen des Herds), das Suchen und Finden in Schränken, Nachschlagen im Kochbuch, als auch ggf. die Steuerung des Rollstuhls in die gewünschte Positionierung; hierzu kann andererseits auch zusätzlich der Kopf-Joystick helfen, der eigentlich für Querschnittsgelähmte entwickelt wurde.

Im Übrigen ist uns im BAALL der Aspekt der wissenschaftlich begleiteten *Evaluation* besonders wichtig, sowohl durch erste Experimente als auch Langzeitevaluation der *Alltagstauglichkeit*, als Basis für die Produktentwicklung. Im BAALL können die entwickelten Assistenzsysteme in realistischen Szenarien getestet und evaluiert werden. Dabei sollen unterschiedliche Messinstrumente eingesetzt werden, die u.a. den kognitiven Zustand der Probanden messen, die Lebensqualität, die aber auch spezielle Daten erheben, wie die zeitliche Dauer, die notwendig ist, um eine gewünschte Aktion im BAALL auszuführen. Die Ergebnisse der Evaluation fließen in die Modellierung ein.

Wichtig ist, dass bei Forschung und Entwicklung die Technik im engeren Sinn durch Kooperation mit weiteren Disziplinen wie Kognition, Künstliche Intelligenz, Computerlinguistik und Informatik ergänzt wird; nur so können auch die Herausforderungen an geeignete und individuell anpassbare Schnittstellen für die Mensch-Maschine-Interaktion im multi-modalen Dialog gemeistert werden.

Zur Semantik-gesteuerten Interoperabilität der über die Geräte angebotenen Basis-Dienste sowie höherer Dienste über autonome virtuelle „Agenten“ ist es allerdings noch ein weiter Weg (einen Anfang will [19] machen).

## Dank

Diese Arbeit wurde teilweise von der EU im FP-6 im Projekt *SHARE-it* gefördert [6], ferner in Kooperation in den Projekten *i2home* [12] und *OASIS* [19].

Wir danken unseren Sponsoren und Kooperationspartnern OTTO BOCK HEALTHCARE [6], MEYRA [7], MIELE [11], MIDITEC [10], PRESSALIT CARE [14], RAUMPLUS [13], und MÖBELWERKSTÄTTEN SCHRAMM [15].

## Literatur

- [1] Vescovo, F. et al.: <http://www.progettarepertutti.org/progettazione/casa-agevole-fondazione>
- [2] Krieg-Brückner, B., Shi, H., Fischer, C., Röfer, T., Cui, J., Schill, K.: Welche Sicherheitsassistenz brauchen Rollstuhlfahrer? 2. *Deutscher AAL-Kongress 2009*, VDE-Verlag Berlin-Offenbach (dieser Konferenzband), 2009
- [3] Lankenau, A., Röfer, T.: A Safe and Versatile Mobility Assistant. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 1, 2001
- [4] Mandel, C., Huebner, K., Vierhuff, T.: Towards an Autonomous Wheelchair: Cognitive Aspects in Service Robotics. *Proceedings of Towards Autonomous Robotic Systems (TAROS 2005)*, 2005
- [5] Mandel, C., Röfer, T., Frese, U.: Applying a 3DOF Orientation Tracker as a Human-Robot Interface for Autonomous Wheelchairs. *Proceedings of the IEEE 10<sup>th</sup> International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR 2007)*, 2007
- [6] <http://www.ottobock.de/>
- [7] <http://www.meyra.de/>
- [8] EU-Projekt SHARE-it. <http://www.ist-shareit.eu>
- [9] Krieg-Brückner, B., Krüger, A., Hoffmeister, M., & Lüth, C. (2007). Kopplung von Zutrittskontrolle und Raumautomation – Eine Basis für die Interaktion mit einer intelligenten Umgebung. 8. *Fachtagung Gebäudesicherheit und Gebäudeautomation – Koexistenz oder Integration?* VDI Berichte 2005. VDI Verlag, Düsseldorf, 37-48, 2007
- [10] <http://www.miditec.de/>
- [11] <http://www.miele.de/>
- [12] EU-Projekt i2home. <http://www.i2home.org>
- [13] <http://www.raumplus.de/>
- [14] <http://www.pressaliticare.de/>
- [15] <http://www.schramm-werkstaetten.de>
- [16] Ploennigs, J., Jokisch, O., Kabitzsch, K., Hirschfeld, D.: Generierung angepasster, sprachbasierter Benutzerinterfaces für die Heim- und Gebäudeautomation. 1. *Deutscher AAL-Kongress 2008*, VDE-Verlag Berlin-Offenbach. 427-432, 2008
- [17] Shi, H., Tenbrink, T.: Telling Rolland Where to Go: HRI Dialogues on Route Navigation (Chapter 13). *Spatial Language and Dialogue*, Oxford University Press (erscheint demnächst)
- [18] Shi, H., Ross, R., Bateman, J.: Formalising Control in Robust Spoken Dialogue Systems. *Proceedings of Software Engineering and Formal Methods 2005*, IEEE, 2005
- [19] EU-Projekt OASIS. <http://www.oasis-project.eu>
- [20] Augusto, J. C., McCullagh, P.: Ambient Intelligence: Concepts and Applications. *Computer Science and Information Systems*, Vol. 4 No. 1, 2007