

Nutzerzentrierte Gestaltung telematischer Dienstleistungen: Entwurfsmuster für barrierefreien Zugriff auf IT-Systeme für körperlich beeinträchtigte und ältere Menschen

Alexander Mertens

Institut für Arbeitswissenschaft
RWTH Aachen University
Bergdriesch 27
52062 Aachen
A.Mertends@iaw.rwth-aachen.de

Abstract

Die Benutzung von IT-Systemen durch Menschen mit kognitiven oder motorischen Defiziten verläuft häufig unzufriedenstellend, da die spezifischen Anforderungen der Benutzer nicht adäquat unterstützt werden. Um diesem Problem zu begegnen, werden zwei Benutzungskonzepte in Form von Entwurfsmustern vorgestellt, mit deren Hilfe zielgruppenspezifische Assistenz während der Interaktion mit telemedizinischen Systemen realisiert werden kann.

Das hierbei verwendete Rahmenwerk APAAAL (A Pattern Approach for Ambient Assisted Living) ermöglicht die

semiformale Spezifikation von Lösungsmustern für wiederkehrende Probleme bei der Interaktion von körperlich beeinträchtigten und älteren Menschen mit telemedizinischen Systemen und Diensten. Die Verwendung wird beispielhaft an Hand eines Interaktionskonzepts für Menschen mit starkem Muskelzittern (Tremor) sowie Menschen mit kognitiven Einschränkungen umgesetzt. Hierbei liegt der Fokus auf den Anforderungen an die Mensch-Rechner Schnittstelle, die sich aus dem Einsatz im medizinischen Kontext ergeben.

Keywords

Mensch-Rechner Interaktion (MRI), Interaktionskonzept, Touchscreen, Ältere Menschen, Tremor, AAL

1.0 Einleitung

Für Menschen mit altersbedingten Einschränkungen der Leistungsfähigkeit bieten elektronische Assistenzsysteme und telemedizinische Überwachung häufig die einzige Möglichkeit für ein eigenständiges und selbstbestimmtes Leben in den eigenen vier Wänden (Eberspächer et al., 2006). Speziell für Menschen mit motorischen Störungen und kognitiven Einschränkungen, die somit in vielen alltäglichen Dingen auf Unterstützung angewiesen sind, verläuft jedoch die Interaktion mit IT-Systemen häufig sehr unbefriedigend (Mertens et al., 2009). Der Grund hierfür liegt in der mangelnden Kompensation spezifischer Defizite, die bei Verwendung von „Standardtechnologien“ nicht adäquat realisiert werden können (Monesko et al., 2009). Neben Einschränkungen kogniti-

ver Prozesse (z.B. Kurzzeitgedächtnis) und sensumotorischer Vorgänge (Hand-Auge-Koordination) ist in vielen Fällen auch der Mangel an Erfahrung im Umgang mit digitalen Geräten Grund für die schlechte Benutzbarkeit (Sommerlatte, 2008).

Durch den demographischen Wandel erhält diese Zielgruppe auch in wirtschaftlicher Hinsicht eine bedeutende Rolle (AAL, 2006). Da die altersbedingten Leistungsveränderungen immer häufiger nicht mehr selbstständig kompensiert werden können, nehmen die hiermit verbundenen Gesundheits- und Pflegekosten immer weiter zu (Statistisches Bundesamt, 2008). Am Beispiel der häufiger werdenden Tremorerkrankungen (Muskelzittern) von 0,4% im Bevölkerungsdurchschnitt auf 5,6% bei Personen über 65 Jahren (Klaffke et al., 2009; Deuschl, 2006)

wird der Entwicklungsbedarf deutlich. Speziell für diese Zielgruppe ist der Umgang mit handelsüblichen Systemen stark erschwert, da Tasten und Regler häufig zu klein gestaltet sind, um tremorbedingte Abweichungen bei Eingaben zu kompensieren oder ein sicheres Greifen zu gewährleisten. Für den effektiven Einsatz in der (tele) medizinischen Versorgung, ist dies jedoch Voraussetzung um sicherzustellen, dass in vermeintlichen Notsituation die benötigten Interaktionen (z.B. Wahl des Notrufs) zuverlässig ausgeführt werden können (Wahl et al., 2004).

Die in diesem Beitrag vorgestellten Einsatzszenarien wurden im Forschungsprojekt MeDiNa konzipiert und evaluiert (Mertens et al., 2009). Ziel dieses Projekts ist es, die medizinisch relevanten Vitalparameter älterer kardiologischer Patienten in der häuslichen Nachsorge

von diesen selbstständig erfassen zu lassen und allen medizinischen Akteuren innerhalb eines Portals „medienbruchfrei“ zur Verfügung zu stellen. Unter Einsatz moderner Sensorik ist es gelungen, eine kurzzyklische und kontinuierliche Überwachung sowie Anpassung des Rehabilitationsprozesses zu etablieren und eine Verfügbarkeit der Patientendaten über die jeweiligen Versorgungsphasen hinaus zu ermöglichen. Der Austausch mit den älteren Patienten und die jeweilige Messung geschehen hierbei ausschließlich mit Hilfe der „MeDiNa-Homebox“, die aus einem mobilen Touchscreen-PC mit UMTS-Datenverbindung besteht. Um den selbstständigen Umgang der älteren Menschen mit der MeDiNa-Homebox zu gewährleisten, wurden entsprechende Assistenzsysteme, visuelle Hilfen und Eingabetechniken konzipiert, die den Umgang auch für Menschen ohne IT-Erfahrung und trotz Behinderungen ermöglichen (Plumb et al., 2006). Speziell in Regionen mit schwacher Infrastruktur entstehen hierdurch neue Potentiale für ältere Menschen, in ihren eigenen vier Wänden zu genesen, wodurch die Lebensqualität gesteigert werden kann und die Versorgungskosten reduziert werden können.

1.1 Anforderungsdimensionen an altersgerechte Technologien

Mit steigendem Alter nimmt die Anzahl körperlicher Einschränkungen signifikant zu. In Kombination mit dem heterogenen Know-How über Interaktion mit technischen Systemen dieser Zielgruppe wurden innerhalb des MeDiNa-Forschungsprojekts folgenden Faktoren identifiziert, die die Anforderungen an Assistenz und Unterstützung im Umgang mit telemedizinischen Funktionen bestimmen (Mertens et al., 2009):

- Kognitive Leistungsfähigkeit eingeschränktes Erinnerungsvermögen, Verständnis von Wörtern

und Symbolen und Fähigkeit zur selbständigen Entscheidung

- Perzeption und Motorik Bewegungsapparat, Reaktionszeit, Sensumotorische Wahrnehmungsverarbeitung
- Erfahrung in der Bedienung

2.0 Formalisierung altersgerechter Interaktionstechniken als Entwurfsmuster

Die Gestaltung von Assistenzfunktionen für den selbstständigen Umgang der älteren Benutzer mit dem System bedarf eines interdisziplinären Teams, das medizinische Rahmenbedingungen festlegen kann und sowohl die IT-Sicht als auch psychosozialologische Anforderungen der Mensch-Rechner Interaktion vertritt. Als Lingua Franca wurde zu diesem Zweck das APAAAL-Rahmenwerk zur Formulierung von Konzepten entwickelt, das diese Sichten konsolidiert. Hiermit soll die Verständigungskluft zwischen System-Entwicklern, Designern und medizinischen Anwendern, die jeweils eine eigene Vorstellung von Prioritäten bzgl. der Komponenten haben, überbrückt werden (Borchers, 2001). Durch die semiformale Syntax innerhalb der Entwurfsmustersprache wird ein konsistentes Verständnis erzeugt, das hilft Missverständnisse über die verschiedenen Projektphasen hinaus zu verhindern.

2.1 Aufbau eines Entwurfsmusters

Für den Austausch mit den bei der Entwicklung involvierten Akteuren, werden Entwurfsmuster verwendet, die jeweils aus elf Elementen bestehen. Diese Elemente decken die für eine Implementierung und Realisierung relevanten Bereiche ab.

Folgende Elemente enthält jedes Entwurfsmuster des APAAAL Rahmenwerks:

- *Name*
- *Lösungsmuster*
- *Gewichtung*
- *Illustration*
- *Kontext*
- *Einschränkungen*
- *Zielgruppe*
- *Richtlinien*
- *Einsatzort*
- *Referenzen*
- *Problem*

Elementarer Bestandteil ist der **Name**, der die Idee übermittelt und die Bildung eines domänenspezifischen Vokabulars ermöglicht. Hierbei sollte grundsätzlich auf Fachbegriffen verzichtet werden. Die **Gewichtung** geschieht durch die Angabe von null bis drei Sternen. Diese repräsentieren die Überzeugung des Autors, inwieweit das Entwurfsmuster die einzige mögliche Lösung darstellt oder es auch Varianten gib bzw. das Muster nur ein erster Ansatz ist, der im spezifischen Fall angepasst werden muss. Der **Kontext** ermöglicht es dem Leser zu entscheiden, inwieweit das Entwurfsmuster für die Problemstellung und die Lebensumstände der älteren Benutzer im konkreten Anwendungsfall geeignet ist. Hierzu werden die Entwurfsmuster in einem übergeordneten topologischen Rahmen eingeordnet, der die typischen Phasen des altersgerechten Lebens bzgl. Betreuung, Pflege, medizinischer Versorgung und Förderung abbildet. Die **Zielgruppe** definiert den Personenkreis, der mit dem System interagiert. Hierbei ist zwischen älteren Benutzern mit Einschränkungen, medizinischem Personal, Pflegeeinrichtungen und technischen Akteuren zu unterscheiden. **Einsatzort** definiert die lokalen Rahmenbedingungen des AAL-Szenarios, die für die Anwendung des Entwurfsmusters erfüllt sein müssen. Verursacht durch die vielfältigen Lebensbedingungen der älteren Zielgruppen (Korhonen et al., 2003) und durch die mit steigendem Alter zunehmende Zahl an Klinikaufenthalten, müssen spezifische Konstellationen definiert werden. Hierbei können durch Faktoren wie Sterilität,

Datenschutz von Patienteninformationen, (Funk)strahlung, Geräuschlevel und Sicherheit die Anforderungen an die Lösungskonzepte für Intensivstationen, Pflegeeinrichtungen, zuhause oder den mobilen Einsatz stark variieren.

In der **Problem**beschreibung werden die sich widersprechenden Einflüsse abgegrenzt, die im Hinblick auf die AAL-Domäne relevant sind. Faktoren können hierbei vom Benutzer ausgehen, von medizinischen Erfordernissen oder von den Prozesssituationen, in denen das Szenario begründet ist. Zusätzlich werden technische, regulatorische oder ethische Bedingungen berücksichtigt, die die widersprüchlichen Einflüsse auf medizinische Erfordernisse, physische Einschränkungen, kognitive Vorgänge, soziale und ökonomische Themen sowie persönliche Vorlieben ausmachen. Quintessenz jedes Entwurfsmusters ist das **Lösungsmuster**. Dieses liefert konstruktive und generische Lösungsschablonen, die es ermöglichen, die konkurrierenden Einflüsse des Problems innerhalb des AAL Szenarios auf erprobte Art und Weise zu vereinbaren und zu priorisieren. Um einen maximalen Anwendernutzen zu erreichen, wird hierzu das gesamte (medizinische) Equipment beschrieben, das bei der Umsetzung involviert ist. Zusätzlich sollen als Referenz die Ergebnisse durchgeführter Evaluationen, die Dauer der Anwendungserprobung sowie die bereits erfolgte Integration in den klinischen Alltag dargestellt werden.

Die **Illustration** kann in Form eines Fotos, Ablaufdiagramms, technischen Entwurfs oder eines Bildschirmfotos eine Vorstellung der Umsetzung vermitteln. Hierbei werden speziell Aspekte der Visualisierung und Gestaltung verdeutlicht, die durch eine textuelle Beschreibung nicht beschrieben werden können. In einigen Entwurfsmustern kann es nötig sein, **Einschränkungen** für den Einsatz zu definieren. Durch den Einsatz im medizinischen Kontext, können mög-

liche Nebenwirkungen und Kontraindikationen den Einsatz unterbinden oder einschränken. Zusätzlich sind manche Entwurfsmuster nur bei spezifischen Krankheitsbildern zweckmäßig, da spezielle Symptome der anvisierten Benutzergruppe kompensiert oder therapiert werden sollen.

Durch Angabe der medizinischen, technischen und ergonomischen **Richtlinien**, die bei der Umsetzung berücksichtigt wurden, wird die Integration in neuen Projekten und Systemen unterstützt. Die Angabe, inwieweit das Lösungsmuster den rechtlichen Anforderungen des jeweiligen Projekts bzgl. Erfüllung von Normen (z.B. Gebrauchstauglichkeit DIN EN ISO 9241), Richtlinien (z.B. CE-Kennzeichnung) und gesetzlichen Vorgaben (z.B. Medizinproduktegesetz (MPG), Arzneimittelgesetz (AMG)) entspricht, hilft die Aufwände für eine Zulassung zu planen und auf bereits zertifizierte Bestandteile zurückzugreifen. Komplettiert wird jedes Entwurfsmuster durch **Referenzen**. Diese organisieren die Muster zu einer Entwurfsmustersprache. Es wird auf weiterführende Elemente verwiesen, die potentielle Folgeprobleme behandeln, Teilaspekte weiter spezifizieren oder verwandte Entwurfsmuster angeben. Auf die Anwendung der vollständigen Systematik wird hier verzichtet, da der Fokus auf der Darstellung ergonomischer Konzepte liegen soll und nicht auf der Beschreibungssprache.

2.2 Wischtechnik

Das „Wischtechnik“-Entwurfsmuster beschreibt ein Eingabekonzept für Menschen mit motorischen Einschränkungen der oberen Extremitäten, bei dem zielgerichtete Bewegungen zu Kontrollelementen durch Wischbewegungen auf einem Touchscreen ersetzt werden:

KONTEXT: Für Menschen, die auf Grund von starkem Muskelzittern (Intentionstremor) bzw. Willkürbewegungen der Extremitäten unfähig sind, exakte Eingaben zu vollziehen, ist die Fehlerquote bei der Benutzung von technischen Systemen häufig sehr hoch. Hierdurch wird der selbstständige Umgang mit den Hilfsmitteln erschwert

ZIELGRUPPE: Dieses Entwurfsmuster ermöglicht Menschen, die Einschränkungen bzgl. koordinierter und exakter Bewegungen haben, Eingaben unter Zuhilfenahme eines Touchscreens durchzuführen (Schneider et al., 2007). Dieses Prinzip gilt unabhängig vom Alter. Basierend auf der Interaktionstechnik kann auf die Unterstützung von Pflegepersonal bei der Bedienung der Systeme verzichtet werden.

PROBLEM: Grundsätzlich kann das Problem der Ungenauigkeit bei einer zielgerichteten Bewegung kompensiert werden, indem die intendierte Eingabefläche entsprechend groß gestaltet wird. Dieses Verfahren stößt bei starkem Tremor jedoch an seine Grenzen, wenn die Fläche nicht ausreicht, um alle Wahlalternativen auf dem Bildschirm zu platzieren. Hier besteht dann nur die Möglichkeit die Anzahl der Alternativen zu beschränken oder kleinere Zielflächen zu verwenden, wodurch jedoch die Fehlerwahrscheinlichkeit ansteigt.

LÖSUNG: Um der beschriebenen Zielgruppe den eigenständigen Umgang mit technischen Hilfsmitteln zu ermöglichen, wird die zur Verfügung stehende Benutzungsoberfläche des jeweiligen Eingabegeräts fiktiv vergrößert, um so eine ausreichend große Zielfläche für die Eingaben zu gewährleisten. Das dahinter stehende Prinzip basiert auf Fitts' Law, da die Tiefe der Kontrollelemente deutlich vergrößert wird (Fitts, 1954; MacKenzie et al., 1992). Die Eingabebewegung des Nutzers wird nicht durch die Bildschirmränder begrenzt, sondern Wischbewegungen werden über den

Rand hinaus vollzogen. Das Tracking geschieht nur auf der Touchoberfläche, jedoch können für fließende Bewegung zusätzliche Parameter, u. a. Ausrichtung, Geschwindigkeit und Startpunkt, erfasst werden, wodurch der anvisierte Zielpunkt deutlich genauer errechnet wird als bei traditioneller Punkteingabe. Eine zusätzliche Steigerung der Genauigkeit wird durch den durchgehenden Oberflächenkontakt des Fingers ermöglicht, da der Gleitreibungswiderstand als Dämpfungsglied für den Tremor wirkt.

ILLUSTRATION¹:

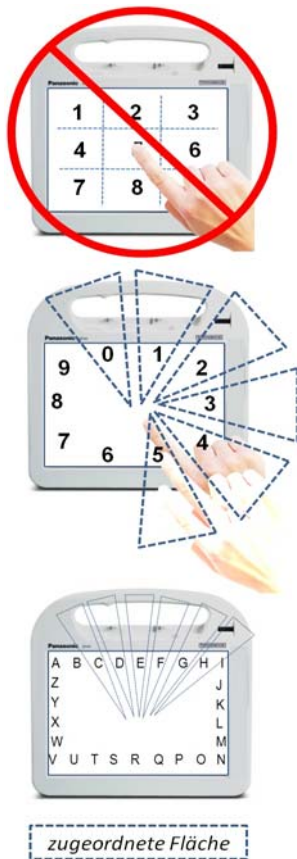


Abb 1: Funktion des Wischtechnik-Musters für unterschiedliche Symbolmengen

EINSCHRÄNKUNGEN: Ein Einsatznutzen für dieses Entwurfsmuster besteht

¹ Der abgebildete Touchscreen PC ist eine modifizierte Version des Panasonic Toughbook H1 Mobile Clinical Assistant (MCA) ©, welcher für das MeDiNa System verwendet wurde.

nur bei Personen, die kognitiv zu Interaktionsprozessen in der Lage sind und ein Verständnis der verwendeten Symbole, Zahlen oder Buchstaben haben. Die Genauigkeit des Trackings ist abhängig vom der verwendeten Touchscreentechnologie/-oberfläche und dem Algorithmus zur Bestimmung des Zielpunktes.

2.3 Drei Schritte

Die Interaktion mit IT-Systemen erfordert, dass dem Benutzer während des gesamten Prozesses die bereits durchgeführten Entscheidungen und das übergeordnete Ziel immer bewusst sind. Nur so kann er in der aktuellen Situation die korrekten Faktoren berücksichtigen und eine Entscheidung fällen. Speziell bei älteren Personen, denen der Computerumgang nicht vertraut ist, führt dies zu einer hohen mentalen Belastung und Angst vor Fehlern und Kontrollverlust. Um diese Belastung zu reduzieren, wird im „Drei Schritte“-Entwurfsmuster ein Konzept definiert, bei dem für strukturierte Prozesse diese Belastung durch Transparenz für die Vorgänge verringert wird:

KONTEXT: Die Bedienung eines Systems verlangt grundsätzlich Kenntnis von drei Dingen (Ulatowska, 1985):

- (1) Woher komme ich? (Historie)
- (2) Wo bin ich?
(Fokus der aktuellen Handlung)
- (3) Wo möchte ich hin?
(Ziel des Gesamtkonzepts)

Bei notwendigen Eingaben sollten ältere Benutzer nicht notwendigerweise hoch konzentriert sein müssen, um dem Interaktionsprozess folgen zu können (Gina et al., 1992).

ZIELGRUPPE: Das Entwurfsmuster ist für Benutzer anwendbar, die zu eigenständigen Entscheidungen fähig sind, deren Kurzzeitgedächtnis jedoch nicht den vollständigen Eingabeprozess reproduzieren kann.

PROBLEM: Komplexe Abläufe erfordern gewöhnlich eine sehr hohe mentale Beanspruchung der Benutzer (Raskin 2005). Dem Benutzer müssen die bereits abgeschlossenen Prozessschritte bewusst sein, um die aktuelle Situation korrekt zu beurteilen und den Zugang zu den angebotenen Diensten, Informationen und Gütern zu realisieren.

LÖSUNG: Durch die explizite Darstellung der im Kontext genannten Elemente kann der Zielgruppe ein Zugang auch für komplexe Systemfunktionen ermöglicht werden. Jeder Prozessschritt wird durch die Zustände der drei Abschnitte definiert, die im Gegensatz zu üblichen Systemen über den gesamten Verlauf angezeigt werden. Hierbei fließen bei einem Zustandsübergang die neuen Informationen der Benutzereingabe (zentrales Blickfeld) in die Historie (Faktoren, die zum gegenwärtigen Systemstatus geführt haben) und der neue Fokus ergibt sich aus den gewählten Optionen (nach Auswahl einer Option). Der Zustandsübergang findet als kontinuierlicher Vorgang statt, durch den der Benutzer den Informationsfluss nachvollziehen kann und somit das Gefühl der „Datenhoheit“ erhält. Die Visualisierung muss bei komplexen Prozessen zielgruppenspezifisch aufbereitet werden, damit die Informationsdichte nicht zu einer mentalen Beanspruchung führt.

ILLUSTRATION:



Abb 2: Flexible Partitionierung der graphischen Benutzeroberfläche in drei Bereiche

EINSCHRÄNKUNGEN: Der Einsatz ist nur bei strukturierten Prozessen mög-

lich, bei denen eine Sequenzialisierung im Voraus definiert werden kann. Eine zielgruppengerechte Aufbereitung der Historie sowie des Ziels ist für unstrukturierte Prozesse mit heutigen Technologien/Protokollen kaum implementierbar.

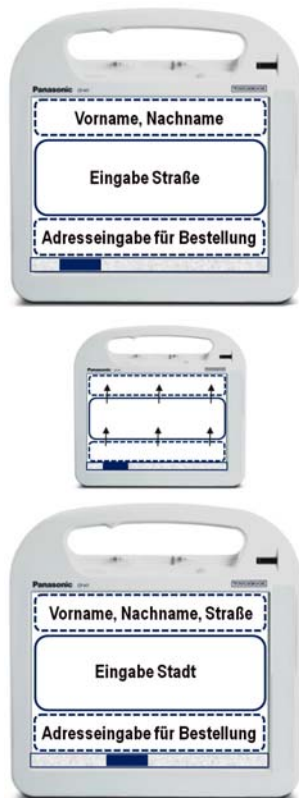


Abb 3: Visualisierung eines Eingabeprozesses gemäß dem Drei-Schritte-Muster

3.0 Fazit

Der Nutzen von Entwurfsmustern innerhalb einzelner Fachgruppen, und insbesondere als Lingua Franca zwischen verschiedenen Fachrichtungen, wird in vielen Domänen täglich bewiesen und gelebt. Trotz gewisser formaler Vorgaben müssen dennoch ausreichende Freiheitsgrade enthalten sein, um universell einsetzbar zu bleiben.

Die Anwendung innerhalb des Projekts MeDiNa hat gezeigt, dass die beschriebenen Elemente sowohl die Bedürfnisse der IT, der mikrosystemtechnischen

Implementierung, der Nutzerintegration sowie der Medizinbranche erfüllen und einen produktiven Ideenaustausch unterstützen.

Langfristiges Ziel ist es, das bereits vorhandene Wissen, neue Erfahrungen und evaluierte Konzepte im Sinne einer „GNU-Lizenz für freie Dokumentationen“ (Free Software Foundation, 2008) zu veröffentlichen.

4.0 Literaturverzeichnis

Ambient Assisted Living – European Overview Report: Europe Is Facing a Demographic Challenge: Ambient Assisted Living Offers Solutions, VDI/VDE 2006.

Borchers, J. (2001) A pattern approach to interaction design. Chichester: Wiley.

Deuschl, G. & Reichmann, H. (2006): Gerontoneurologie, Thieme Verlag, Stuttgart.

Eberspächer, J. & Reden, J. von, ed. (2006) Umhegt oder abhängig: Der Mensch in einer digitalen Umgebung. Springer, Heidelberg.

Fitts, Paul. M. (1954) The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. Journal of Experimental Psychology, volume 47, number 6.

Free Software Foundation (2008): GNU Free Documentation License 1.3.

Gina, M.J. & Sherry, L. W. (1992) Influence of Direct Computer Experience on Older Adults' Attitudes Towards Computers, In: Journal of Gerontology: Psychological Science, Vol. 47, no 4, pp. 250-257.

Klaffke, S. & Trottenberg, T. (2009) Essentieller Tremor, www.Charite-Berlin.de.

Korhonen, P. & Paavilainen, A. (2003) Application of ubiquitous computing technologies for support of independent living of the elderly in real life settings; Ubicomp 2003 UbiHealth workshop.

MacKenzie, I.S. & Buxton, W. (1992) Extending Fitts' Law to two-dimensional tasks. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems 1992, P. Bauersfeld, J. Bennett, G. Lynch, Eds. ACM, New York.

Mertens, A. Przybysz, P. Kausch, B. Dünnebacke, D. & Schlick, C. (2009) Adequate assistance for elderly people in Homely Rehab. In: Proceedings of intelligent interactive assistance and mobile multimedia computing conference 2009, Communication in Computer and information science (CCIS), Springer.

Mertens, A. Kausch, B. Dünnebacke, D. & Laing, P. (2009) Adequate Requirements Analysis in Homely Rehab. In: eChallenges e-2009 Conference Proceedings, Paul Cunningham and Miriam Cunningham (Hrsg.), IIMC International Information Management Corporation.

Mertens, A. Dünnebacke, D. Kausch, B. Laing, P. & Schlick, C. M. (2009) Innovation of homely rehab with help of telemedical services. In: IFMBE Proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Dössel, Schlegel (Hrsg.), Munich, Springer.

Monekosso, D. Remagnino, P. & Kuno, Y., ed. (2009): Intelligent Environments – Methods, algorithms and applications. London: Springer.

Plumb, M. Bain, P. (2006) Essential Tremor: The Facts, Oxford Univ. Pr.

Raskin, J. (2005) The Humane Interface, New Directions for Designing Interactive Systems. Addison – Wesley.

Schneider, N. Schreiber, S. Wilkes, J. Grandt, M. & Schlick, C. (2007) Investigation of Adaptation Dimensions for Age-Differentiated Human-Computer Interfaces, In: Stephanidis, C, (ed.) Universal Access in HCI, Part I, HCII 2007. Springer, Berlin.

Sommerlatte, T. (2008) Technikgestaltung aus Sicht des Nutzers, Digitale Visionen, Springer, Berlin Heidelberg.

Statistisches Bundesamt, ed. (2008) Demografischer Wandel in Deutschland - Heft 1: Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung im Bund und in den Ländern, Online.

Ulatowska, H.K.: Ageing Brain: Communication in the Elderly, Taylor & Francis Ltd, 1985.

Wahl, H. & Naegele, G. (2004) Zukunft des Alters in einer alternden Gesellschaft: Szenarien jenseits von Ökonomie und Demografie. Sozialer Fortschritt, 53