

Computergestützte Artikelsuche im Baumarkt – Formative Evaluation eines Artikelsuchsystems für mobile Shopping-Roboter

Sandra Pöschl, Nicola Döring,
Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft, TU Ilmenau

Hans-Joachim Böhme, Christian Martin
Fachgebiet Neuroinformatik / Kognitive Robotik, TU Ilmenau

Zusammenfassung: Vor dem Hintergrund des aktuellen Entwicklungs- und Forschungsstandes zu Shopping-Assistenten befasst sich die vorgestellte Studie mit der formativen Evaluation eines Artikelsuchsystems für einen interaktiven, mobilen Shopping-Roboter im Baumarkt. Untersucht wurden zum einen die Usability des Artikelsuchsystems und zum anderen die Akzeptanz eines zukünftigen Service-Roboters durch die Baumarkt-Kunden. Das Untersuchungsdesign beruhte auf den Basiskriterien Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit aus DIN EN ISO 9241-11, sowie auf fünf Usability-Grundsätzen nach DIN EN ISO 9241-10. Im Laufe eines iterativen Evaluations- und Implementierungsprozesses konnten mittels einer dreistufigen Messwiederholung an insgesamt $N = 210$ Probanden grundlegende Bedienprobleme identifiziert und behoben werden. Es zeigte sich, dass die zukünftige Nutzungsbereitschaft des Roboters durch die Kunden mit der Beurteilung der Usability des Artikelsuchsystems zusammenhängt, jedoch von anderen soziodemografischen Nutzermerkmalen unabhängig ist.

1. Einleitung

Seit den 1960er Jahren werden Roboter in der industriellen Fertigung eingesetzt, beispielsweise in der Automobilindustrie (vgl. Ichbiah 2005). Diese *Industrie-Roboter* operieren in umschriebenen und fest definierten Fabrikumgebungen und werden von Experten gewartet und bedient. Mittlerweile existieren jedoch auch so genannte *Service-Roboter*, die in Privathaushalten oder im Dienstleistungssektor eingesetzt werden sollen, z.B. als Tutoren im Kinderzimmer, als Museumsführer oder als Shopping-Assistenten in Geschäften. Im Gegensatz zu Industrie-Robotern müssen diese Dienstleistungs-Roboter in der jeweiligen Lebens- und Arbeitsumgebung der Nutzerinnen und Nutzer agieren und erfolgreich mit Laien interagieren. Daraus ergibt sich die Herausforderung, mobile Service-Roboter zu entwickeln, die sich im menschlichen Umfeld orientieren und mit Menschen kooperieren können (vgl. Bischoff/Graefe 2004).

Die technische Entwicklung von mobilen Service-Robotern ist sehr aufwändig. Ein Großteil der Forschung in der Robotik konzentriert sich auf die Lösung technischer Probleme. Doch ein zentrales Qualitätsmerkmal von Service-Robotern ist die *erfolgreiche Mensch-Roboter-Kommunikation*, womit sozialwissenschaftliche Fragen aufgeworfen werden: Sind Laien überhaupt bereit, im Alltag – beispielsweise in einem Geschäft – mit Service-Robotern zu interagieren? Und wenn konkrete Service-Roboter wie etwa Shopping-Roboter genutzt werden, wie soll dann die Mensch-Roboter-Kommunikation gebrauchstauglich gestaltet werden, damit der Roboter der Kundin oder dem Kunden – beispielsweise bei der Suche nach Wandfarbe im Baumarkt – wirklich helfen kann?

Der vorliegende Beitrag stellt eine interdisziplinäre, formative Evaluationsstudie vor: Von sozialwissenschaftlicher Seite wurden ausgewählte Aspekte der *Akzeptanz und Usability* eines mobilen Service-Roboters im allgemeinen – und im speziellen dessen Mensch-Roboter-Schnittstelle – untersucht, die anhand der Evaluationsergebnisse von technikwissenschaftlicher Seite fortlaufend weiterentwickelt wurde. Bei dem hier betrachteten Shopping-Roboter handelt es sich um eine praxisbezogene Entwicklung: Er soll voraussichtlich ab 2007 in einer Filiale einer bundesweiten Baumarktkette eingesetzt werden.

Der erste Abschnitt dieses Artikels stellt zunächst den aktuellen Entwicklungs- und Forschungsstand zu Service-Robotern und insbesondere zu Shopping-Robotern vor. Anschließend werden die Forschungsfragen der Evaluationsstudie behandelt und der Evaluationsgegenstand sowie Evaluationskriterien vorgestellt. Im dritten und vierten Abschnitt werden jeweils die Methodik und die Ergebnisse präsentiert. Der Beitrag endet mit einer Diskussion der Befunde und einem Ausblick auf die zukünftigen Phasen des vorgestellten Evaluations- und Entwicklungsprojektes.

2. Entwicklungs- und Forschungsstand zu Shopping-Robotern

In die Gruppe der persönlichen Service-Roboter (siehe Abs.2.1) sind auch die Shopping-Roboter einzuordnen. Sie sollen den Kundinnen und Kunden beim Einkauf helfen (2.2). Systematische Evaluationsstudien zu den aktuell entwickelten Shopping-Robotern sind bislang kaum publiziert worden (2.3).

2.1 Service-Roboter

Das Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) definierte Service-Roboter bereits 1994 folgendermaßen (vgl. Schraft/Hägele/Wegener 2004: 9):

“Ein Serviceroboter ist eine frei programmierbare Bewegungseinrichtung, die teil- oder vollautomatisch Dienstleistungen verrichtet. Dienstleistungen sind dabei Tätigkeiten, die nicht der direkten industriellen Erzeugung von Sachgütern, sondern der Verrichtung von Leistungen für Menschen und Einrichtungen dienen.”

Die Einsatzfelder mobiler Service-Roboter sind so vielfältig wie menschliche Umwelten. Entsprechend lassen sich verschiedene Typen von Service-Robotern differenzieren. Thrun (2003) beispielsweise unterscheidet nicht nur zwischen Industrie-Robotern und Service-Robotern, sondern unterteilt letztere nochmals in professionelle und persönliche Service-Roboter.

- *Professionelle Service-Roboter* manipulieren genau wie Industrie-Roboter ihre physische Umgebung und navigieren in derselben. Sie werden für Aufgaben eingesetzt, die für Menschen gefährlich sind oder die mit sehr hoher Präzision und Geschwindigkeit erledigt werden sollen. Prominente Einsatzgebiete für professionelle Service-Roboter liegen beispielsweise in der Medizin (Operationsroboter und Transportsysteme), in der Luft- und Raumfahrt (z.B. Flugzeugreinigungsroboter, „Marsroboter“) und im Militär (z.B. Minensuchroboter; vgl. Ichbiah 2005; Schraft/Hägele/Wegener 2004). Die Bedienung professioneller Service-Roboter unterliegt Experten.
- *Persönliche Service-Roboter* werden dagegen entwickelt, um mit Laien zu interagieren, so dass eine intuitive Bedienung möglich sein soll. Persönliche Service-Roboter bewegen sich in einem vielfältigen und sich ständig verändernden Umfeld in direkter Nähe zu den Nutzern. Persönliche Service-Roboter werden beispielsweise als Museumsführer, Helfer im Haushalt, als intelligente Gehhilfen, zur Unterhaltung und sogar zur Kinderbetreuung eingesetzt (vgl. Ichbiah 2005; Schraft/Hägele/Wegener 2004). Zu den bekanntesten persönlichen Service-Robotern zählen diejenigen, die 2005 auf der Weltausstellung in Japan der Öffentlichkeit präsentiert wurden (Japan Association for the 2005 World Exposition 2005; www.expo2005.or.jp/en/robot/). In diesem bisher größten Feldversuch in der Robotergeschichte konnten die Hersteller ihre Produkte sechs Monate lang in direktem Kontakt mit den Besuchern der Expo 2005 erproben (Kölling/Stieler 2005). Zum Einsatz kamen beispielsweise Bodenreinigungs-, Abfallbeseitigungs- und Sicherheitsroboter sowie Guide-Roboter, die die Besucher durch die Ausstellung führten, und Child-Care-Roboter, die für die Kinderbetreuung zuständig waren.

Weltweit sind zurzeit gut 923.000 Industrie-Roboter, 32.000 professionelle Service-Roboter und *mehr als drei Millionen persönliche Service-Roboter* im Einsatz (United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)/International Federation of Robotics (IRF) 2006).

Persönliche Service-Roboter sind das größte und am schnellsten wachsende Segment des Roboter-Marktes. Prognosen gehen davon aus, dass bis zum Jahr 2008 weitere 5,6 Millionen persönliche Service-Roboter verkauft werden. Zwei Drittel der heute genutzten persönlichen Service-Roboter sind Haushalts-Roboter (vor allem Staubsaug- und Rasenmäh-Roboter), bei einem Drittel handelt es sich um Unterhaltungs-, Freizeit- und sonstige Assistenzroboter.

2.2 Shopping-Assistenzsysteme und Shopping-Roboter

Das Einkaufen ist eine zentrale und relativ zeitaufwändige Tätigkeit im Alltag. Shopping-Assistenzsysteme und Shopping-Roboter sollen die Konsumentinnen und Konsumenten beim Einkauf unterstützen und entlasten.

Shopping-Assistenzsysteme sind Softwareanwendungen, die auf portablen Endgeräten wie Notebooks, PocketPCs oder Handys genutzt werden und vor allem Informations- und Beratungsdienste bieten (Sonderangebote, Preisvergleiche, Ernährungsberatung etc.):

- Der *Personal Shopping Assistant PSA* der METRO AG ist ein *Computer mit Touchscreen* und entsprechender Software, den Kunden im ‚Extra Future Store‘ nutzen können, etwa indem sie das Gerät am Einkaufswagen befestigen (Strücker/Sackmann 2004). Der Shopping-Assistent analysiert anhand der Kundenkarte die vergangenen Einkäufe, anhand der Produktdatenbank des Geschäftes die aktuellen Sonderangebote und schlägt auf dieser Basis einen *Einkaufszettel* vor. Der Einkaufszettel kann per Touchscreen bearbeitet werden. Produktstandorte werden auf dem Monitor dargestellt. Der Gesamtpreis aller im Einkaufswagen liegenden Waren ist jederzeit transparent, da die Produkte mit dem PSA selbst eingescannt werden können (für weitere Entwicklungen und Evaluation im Bereich von computerbasierten Shopping-Assistenten siehe Cumby/Fano/Ghani/Krema 2005).
- Der *Pocket BargainFinder* ist ein Shopping-Assistent für *PocketPCs bzw. Handhelds*, die einen Barcode-Reader enthalten (Brody/Gottzman 1999). Dieser Shopping-Assistent hilft insbesondere bei *Preisvergleichen*: Während des Einkaufs kann der Kunde den Strichcode des ihn interessierenden Produktes mit dem Pocket BargainFinder einlesen, der dann überprüft, ob und wenn ja welche Online-Händler das Produkt preisgünstiger anbieten.
- *iGrocer* ist ein Einkaufsberater für das *Handy* (Shekar/Nair/Helal 2003). Dieser speichert *Ernährungsprofile* der Nutzer und ermittelt Vorschläge, welche gesunden und preisgünstigen Produkte gekauft werden sollten. Zusätzlich kann iGrocer während des Einkaufs den kürzesten Weg durch das Geschäft ermitteln, den Standort des nächsten gesuchten Artikel anzeigen und die Bezahlung durch die Eingabe von Kreditkartendaten erledigen.

Im Unterschied zum Shopping-Assistenzsystem als reiner Softwareanwendung handelt es sich beim *Shopping-Roboter* um eine Bewegungseinrichtung: Der Shopping-Roboter kann durch Installation entsprechender Software die Funktionen von Shopping-Assistenten übernehmen und zudem in der materialen Umwelt agieren und interagieren. Zudem kann ein mobiler Shopping-Roboter potenzielle Käufer/innen in großflächigen Einkaufszentren oder Geschäften zum Standort eines gesuchten Produktes führen, indem sie vorausfahren (Such- und Navigationsfunktion). In dieser Funktion ersetzt ein Shopping-Roboter nicht den Fachverkäufer, vielmehr übernimmt er Routine-Tätigkeiten, um den Fachverkäufer für seine eigentliche Aufgabe – nämlich Beratungsgespräche – zu entlasten.

- Einige Shopping-Roboter sind auf die Zielgruppe der *Sehbehinderten und Blinden* ausgerichtet. Dem *Robotic Guide ‚dog‘ (RG)*, der durch das Team von Vladimir Kulyukin an der Utah State University entwickelt wurde (Burrell 2005), kann man per Spracheingabe mitteilen, welches Produkt gesucht wird. Der Roboter geleitet zum Standort und teilt per Sprachausgabe mit, wenn das Ziel erreicht ist. Durch einen Bar-Code-Scanner könnten die sehbeeinträchtigten Kunden dann überprüfen, ob sie wirklich das richtige Produkt aus dem Regal gegriffen haben. In Anlehnung an den Blindenhund wird hier zwar die Tier-

2.3 Evaluationsstudien zu Shopping-Robotern

Die bislang entwickelten Shopping-Roboter haben den Status von Prototypen; sie sind zwar funktionsfähig, werden aber bislang noch nicht routinemäßig in der Praxis eingesetzt und verfügen teilweise noch über ein recht provisorisch wirkendes äußeres Erscheinungsbild. Die Entwicklung der Shopping-Roboter erscheint stark technikgetrieben. Die Einkaufssituation wird von der Robotik als ein Test- und Erprobungsfeld angesehen, das zahlreiche Herausforderungen bietet: So muss sich der mobile Shopping-Roboter im Einkaufszentrum oder Geschäft orientieren, Hindernissen ausweichen, Kunden erkennen und wieder erkennen etc. Selbst wenn Shopping-Roboter sich mittel- und langfristig nicht etablieren sollten, so kann die Robotik-Forschung aus diesen Entwicklungen doch wichtige technische Innovationen und Erkenntnisse ziehen.

Aus sozialwissenschaftlicher Perspektive und aus *Nutzer-Sicht* haben dagegen – losgelöst von den technischen Entwicklungsherausforderungen – ganz pragmatisch Fragen nach der Nützlichkeit (utility), der Gebrauchstauglichkeit (usability) sowie nach dem Nutzspaß (enjoyment) Vorrang: Angesichts der Verfügbarkeit von sehr viel weniger aufwändigen Shopping-Assistenz-Systemen, die man sich einfach auf dem Handy installiert und die ebenfalls Navigationsfunktionen übernehmen, scheint es aus Kunden-Sicht relevant, den *Zusatz-Nutzen bzw. den Mehrwert* eines mobilen Shopping-Roboters systematisch herauszuarbeiten. Entsprechende Evaluationsstudien stehen aus. Bislang wurden blinde und sehbehinderte Menschen als eine Zielgruppe identifiziert, für die ein mobiler Shopping-Roboter wie der *Robotic Guide Dog* oder der *RoboCart* als maschineller ‚Blindenhund‘ einen deutlichen Mehrwert aufweist. Feldversuche mit Shopping-Robotern wie dem *Kul* und dem ferngesteuerten *Luk* zielten darauf ab, *Usability-Probleme* zu identifizieren. Entsprechende Evaluationsberichte wurden leider nicht publiziert. Ebenso fehlen empirische Daten zum möglichen *Nutzspaß* von Robotern. Hier lässt sich bislang nur spekulieren, dass es möglicherweise Nutzergruppen gibt, die diese Technologie abschreckend finden, während andere sich ihr mit Interesse und Neugier zuwenden und der Interaktion mit einem Roboter vielleicht einen gewissen Unterhaltungswert abgewinnen.

Neben den technischen und sozialen Aspekten hat die Einführung von Shopping-Robotern nicht zuletzt auch eine *ökonomische Dimension*: Während die Entwicklung von Prototypen heute mit Forschungsgeldern gefördert wird, ist die Praxistauglichkeit an entsprechende Geschäftsmodelle gebunden.

3. Forschungsfragen

Gegenstand der vorliegenden Evaluationsstudie ist der Shopping-Roboter *SCITOS* (3.1). Er soll im Hinblick auf seine Akzeptanz bei der Kundschaft sowie im Hinblick auf einzelne Aspekte der Usability der integrierten Mensch-Roboter-Schnittstelle evaluiert werden (3.2).

3.1 Evaluationsgegenstand

Der mobile Shopping-Roboter *SCITOS* des Projektes *SERROKON* (siehe oben Abb. 1) wird vom Fachgebiet Neuroinformatik/Kognitive Robotik der Technischen Universität Ilmenau (vgl. Gross/Böhme 2000; Gross et al. 2000) in Kooperation mit der *MetraLabs GmbH* und der *toom BauMarkt GmbH* entwickelt. Voraussichtlich ab 2007 soll er in einer *toom*-Baumarkt-Filiale routinemäßig eingesetzt werden².

Aufgabe des Shopping-Roboter *SCITOS* ist es, den Einkaufsprozess des Kunden in folgender Weise zu begleiten und zu unterstützen:

1. *Kontaktaufnahme*: Der im Baumarkt agierende Roboter identifiziert zunächst einen möglichen Kunden mittels seiner Kamera und entsprechender Bildverarbeitungssoftware. Er nähert sich dem Kunden auf angemessene Kommunikations-Distanz, begrüßt ihn auditiv und fragt ihn nach seinen Wünschen.
2. *Artikelsuche*: Über einen Touchscreen, der am Korpus des Roboters angebracht ist, kann der Kunde in einer Datenbank nach Produkten suchen und eine Liste mit den gewünschten Artikeln erstellen. Das *Artikelsuchsystem* bezieht seine Informationen zu den einzelnen Artikeln aus einer Datenbank, die von der *toom BauMarkt GmbH* zur Verfügung gestellt wurde. Dabei handelt es sich um eine Datenbank, die ursprünglich zur Bestandsaufnahme der Artikel erstellt wurde. Die aufgenommenen Artikel sind dabei in einzelne Produktgruppen unterteilt (beispielsweise ‚Garten‘ oder ‚Rohausbau‘), die jeweils eine bestimmte Anzahl ähnlicher Artikel beinhalten. Entsprechend bietet das Artikelsuchsystem den Kunden zwei Arten der Suche an, eine Produktgruppen- und eine Stichwortsuche. Während bei der Produktgruppensuche die Hauptproduktgruppen der im Baumarkt geführten Artikel als anklickbare Tasten auf dem Touchscreen dargestellt sind, werden bei der Stichwortsuche die gesuchten Artikel über eine Tastatur in das System eingegeben.
3. *Fahrt zum Standort*: Anhand der Artikelliste des Kunden und der zugehörigen Standortinformationen aus der Datenbank bestimmt der Roboter eine Fahrtroute und führt den Kunden durch den Baumarkt. Dabei ist die Fahrtgeschwindigkeit des Roboters der üblichen Gehgeschwindigkeit angepasst. Während der Fahrt hält der Roboter mit seinem stilisierten Gesicht und seinen Kamera-Augen ständig Blickkontakt mit dem Kunden und reagiert auf seine Körpersprache (z.B. stoppt der Roboter, wenn der Kunde stehen bleibt).
4. *Kaufberatung*: Auf Wunsch präsentiert der Shopping-Roboter Zusatzinformationen über die Produkte oder über Sonderangebote. Eigenständig oder auf Anforderung des Kunden ruft der Shopping-Roboter bei komplizierten Beratungsfragen den für den jeweiligen Produktbereich zuständigen menschlichen Fachberater (vgl. Gross/Böhme 2000; Gross et al. 2000).

3.2 Evaluationskriterien

² Die Autorinnen und Autoren bedanken sich bei der *toom-BauMarkt GmbH* für die Unterstützung bei der Durchführung der Feldversuche und für die Förderung des Projekts *SERROKON*.

Der Shopping-Roboter ist ein sehr komplexes System. Nicht alle prinzipiell interessanten Aspekte der Mensch-Roboter-Kommunikation konnten in der Studie berücksichtigt werden. Da die Evaluationsstudie formativ angelegt war und sowohl dem Baumarkt als auch der Robotik-Forschergruppe entwicklungsrelevante Ergebnisse liefern sollte, wurden vorzugsweise jene Fragen behandelt, die in der zum Untersuchungszeitpunkt aktuellen Projektphase am wichtigsten waren.

3.2.1 Akzeptanz des Shopping-Roboters

Werden Shopping-Roboter von unterschiedlichen Kundengruppen im Baumarkt als Einkaufs-Assistenten akzeptiert? Als wichtige Akzeptanzkriterien wurden dabei herangezogen:

- Bewertung des Shopping-Roboters durch die Kunden hinsichtlich seiner Chancen und Risiken,
- Bereitschaft der Kunden, den Shopping-Roboter selbst zu nutzen,
- Einschätzung darüber, ob andere Kunden den Shopping-Roboter nutzen würden.

3.2.2 Usability des Artikelsuchsystems des Shopping-Roboters

Die wichtigste Mensch-Roboter-Schnittstelle des Shopping-Roboters ist hardwareseitig der Touchscreen und softwareseitig das *Artikelsuchsystem*. Denn auf diesem Wege teilen Nutzer/innen dem Roboter über die ausgewählte Artikelliste mit, wie er sie beim Kauf unterstützen kann. Scheitert die Mensch-Computer-Interaktion mit dem Artikelsuchsystem, so kommt es gar nicht erst zu weiteren Interaktionen mit dem Roboter (z.B. Fahrt zum Artikelstandort). Generell ist bei Softwareanwendungen eine gute Usability (Gebrauchstauglichkeit) wünschenswert. Bei dem Artikelsuchsystem sind die Anforderungen an die Usability besonders hoch, weil Kunden aus unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen das System ohne vorherige Lernphase intuitiv und zügig nutzen sollen (vgl. Bischoff/Graefe 2004).

Die Evaluation des Artikelsuchsystems erfolgte an einem stationären Terminal und nicht auf dem mobilen Roboter, da dieser zum Untersuchungszeitpunkt aufgrund intensiver technischer Arbeiten nur selten zur Verfügung stand.

Zur Bewertung der Usability des Artikelsuchsystems wurden die etablierten Usability-Kriterien der International Standards Organisation ISO aus der Norm *ISO 9241-11* als Evaluationskriterien herangezogen (vgl. Jordan 1998; Oppermann/Reiterer 1997):

1. *Effektivität*: Finden die Kunden die von ihnen gesuchten Artikel mithilfe des Artikelsuchsystems des Shopping-Roboters oder scheitern sie bei der Suche?
2. *Effizienz*: Finden die Kunden die gesuchten Artikel mit geringem Aufwand bzw. in kurzer Zeit oder erweist sich die Nutzung des Artikelsuchsystems als umständlich und ggf. langwieriger als alternative Suchmöglichkeiten (z.B. freies Suchen im Baumarkt)?
3. *Zufriedenheit*: Erleben die Kunden die Systemnutzung als angenehm oder sind sie nach der Nutzung unzufrieden?

Da es sich bei dem Artikelsuchsystem um eine interaktive Anwendung handelt, lassen sich als Evaluationskriterien zudem die Usability-Kriterien für *ergonomische Benutzerschnittstellen* nach der *ISO-Norm DIN EN ISO 9241-10* heranziehen: Auf-

gabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität, Steuerbarkeit, Fehlertoleranz, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit (Oppermann/Reiterer 1997; Wirth 2005). Die beiden letztgenannten Kriterien waren dabei zu vernachlässigen, da das Artikelsuchsystem des Shopping-Roboters von einzelnen Kunden nicht verändert bzw. individualisiert werden kann und zudem ohne Lernphase sofort bedienbar sein sollte.

4. Methode³

Um das methodische Vorgehen bei der Evaluation transparent zu machen, werden im Folgenden Evaluationsdesign und Untersuchungsablauf (4.1), die Operationalisierung der Evaluationskriterien und Kontrollvariablen (4.2) sowie Stichprobenziehung und -beschreibung (4.3) berichtet.

4.1 Evaluationsdesign und Untersuchungsablauf

Die Evaluationsstudie gliederte sich in drei aufeinander folgende Phasen, die jeweils aus Datenerhebung, Auswertung und Implementierung der gewonnenen Ergebnisse bestanden. Es handelte sich dabei um eine Felderhebung in einem Baumarkt der toom BauMarkt GmbH in Erfurt. Diese Erhebungsform wurde gewählt, um das System an den potentiellen Endnutzern testen zu können.

In den drei mehrtägigen Erhebungsphasen, die zwischen August 2005 und Oktober 2005 stattfanden, wurden an jeweils unterschiedlichen Stichproben von Baumarktkunden die Evaluationskriterien und weitere Kontrollvariablen durch mündliche Interviews und Usability-Tests erhoben. Da die toom BauMarkt GmbH alle vierzehn Tage eine Werbewoche durchführt und im Artikelsuchsystem Werbe- und Sonderaktionsartikel nicht verzeichnet waren, wurden die Erhebungszeiträume in die werbefreien Wochen gelegt. Auf diese Weise sollte eine Verfälschung der Daten durch eine zu hohe Anzahl von Misserfolgen bei der Suche verhindert werden. Jeder Versuchsdurchgang unterteilte sich in sechs Abschnitte:

1. *Instruktion*: Die Untersuchungsteilnehmer/innen wurden am Eingang des Baumarktes von einer professionellen Interviewerin nach einem Quoten-Plan (vgl. Abschnitt 3.3) angesprochen. Sie erhielten Basisinformationen über den wissenschaftlichen Hintergrund der Studie und den Datenschutz. Nach ihrer Zustimmung zur Teilnahme wurde ihnen ein Versuchspersonen-Code zugewiesen.
2. *Interview I zur Erfassung der Kontrollvariablen*: Mittels eines vollstandardisierten mündlichen Interviews wurden soziodemografische Merkmale, Computernutzung und Computervorkenntnisse, Häufigkeit von Baumarktbesuchen und Heimwerkerkenntnisse der Untersuchungsteilnehmer/innen als Kontrollvariablen erhoben.
3. *Interview II zur Akzeptanz des Shopping-Roboters*: Der Shopping-Roboter wurde den Kunden visuell durch ein Plakat vorgestellt, zudem wurden die Funktio-

³ Für ihre Mithilfe bei der Organisation, Durchführung und Auswertung der Studie bedanken sich die Autorinnen und Autoren bei Gesine Märten, Carina Meixner, Frauke Posselt und Cornelia Zinner.

nen des Roboters erläutert. Daran anschließend gaben die Kunden ihre Bewertung zum Shopping-Roboter ab.

4. *Usability-Test des Artikelsuchsystems*: Die Kunden wurden aufgefordert, das Artikelsuchsystem zu nutzen und dabei nach jenen Produkten zu suchen, wegen derer sie in den Baumarkt gekommen waren. Die Systemnutzung wurde von zwei Beobachterinnen protokolliert, um Probleme und Bedienschwierigkeiten festzustellen.
5. *Interview III zur Bewertung des Artikelsuchsystems*: Im Anschluss an die Nutzung des Artikelsuchsystems beantworteten die Testpersonen offene und geschlossenen Fragen zur Bewertung des Systems.
6. *Incentivierung*: Alle Teilnehmer/innen erhielten nach Beendigung des Versuchsdurchlaufs eine kleine Topfpflanze als Incentive für ihre Mithilfe.

Die in jeder Untersuchungsphase ermittelten Ergebnisse wurden von sozialwissenschaftlicher Seite ausgewertet, mit den Systementwicklern diskutiert und flossen in einem iterativen Prozess in die Weiterentwicklung des Artikelsuchsystems ein (*Usability Engineering*).

4.2 Operationalisierung der Evaluationskriterien und Kontrollvariablen

Zur Operationalisierung der Evaluationskriterien (z.B. Bereitschaft, einen Shopping-Roboter zu nutzen; Zufriedenheit mit dem Artikelsuchsystem) und Kontrollvariablen (z.B. Geschlecht; Computererfahrung; Heimwerkerkenntnisse) wurden *drei Interview-Leitfäden* entwickelt und jeweils einem Pretest unterzogen. Der Einsatz mündlicher Interviews erwies sich bei der Datenerhebung im Baumarkt-Setting als deutlich effizienter als eine schriftliche Befragung (vgl. Bortz/Döring 2006).

Ein Teil der Evaluationskriterien wurde im Zuge der Usability-Tests mittels *Beobachtung* erfasst. So wurde protokolliert, ob die Kunden die gesuchten Produkte im Artikelsuchsystem finden (Effektivität) und wie viel Zeit sie dafür benötigen (Effizienz).

4.3 Stichprobenziehung und -beschreibung

Informationen über die soziodemografischen Merkmale der Kundschaft des toom Baumarktes in Erfurt konnten dem Kundenmonitor 2004 des Unternehmens entnommen werden. Auf Wunsch des Baumarktes wurde bei der Rekrutierung der Untersuchungsteilnehmer die Stichprobe im Hinblick auf das Geschlecht (60% Männer, 40% Frauen) quotiert. In jeder der drei durchgeführten Erhebungsphasen wurden $n = 70$ Probanden befragt, was zu einer Gesamtsample von $N = 210$ Personen führte. Die soziodemografische Zusammensetzung der Stichprobe hinsichtlich Alter, Bildungsstatus, Heimwerkerkenntnissen und Computererfahrung wird in Tabelle 1 aufgeführt und mit Ausnahme der Computerkenntnisse (die von Seiten des Baumarktes nicht erhoben wurden) den Daten des Kundenmonitors gegenüber gestellt. Auf eine weitere Quotierung anhand der anderen soziodemografischen Variablen wurde verzichtet, so dass das Alter und der Bildungsstand in der untersuchten

Stichprobe Abweichungen von der Zusammensetzung des Kundenmonitors aufweisen.

Tabelle 1: Soziodemografische Statistiken (in Prozent) der untersuchten Stichprobe im Vergleich zum Kundenmonitor 2004 der toom Baumarkt GmbH

	<i>Untersuchte Stichprobe 2006 (N = 210)</i>	<i>Kundenmonitor 2004</i>
<i>Alter</i>		
16-29	17%	17%
30-39	17%	16%
40-49	26%	19%
50-64	32%	26%
65 und älter	7%	23%
<i>Bildungsstatus</i>		
Hauptschule	16%	38%
Mittlere Reife	51%	31%
Abitur	14%	18%
Studium	20%	13%
<i>Heimwerkerkenntnisse</i>		
Einsteiger	16%	26%
Normaler Nutzer	48%	41%
Fortgeschrittener Nutzer	26%	21%
Profi	10%	11%
<i>Computererfahrung</i>		
Einsteiger	24%	Nicht erhoben
Normaler Nutzer	48%	-
Fortgeschrittener Nutzer	25%	-
Profi	3%	-

5. Ergebnisse

Zunächst wird berichtet, ob und inwiefern die Baumarkt-Kundschaft einen Shopping-Roboter überhaupt akzeptiert (5.1). Anschließend werden die Ergebnisse der Usability-Tests und des Usability-Engineering für das Artikelsuchsystem vorgestellt (5.2). Schließlich wird noch betrachtet, inwiefern die Erfahrungen mit dem Artikelsuchsystem als einem Element des Shopping-Roboters die Bewertung des Shopping-Roboters insgesamt beeinflussen (5.3).

5.1 Akzeptanz des Shopping-Roboters

Zur Akzeptanzmessung wurde offen nach Chancen und Risiken gefragt sowie die eigene und fremde Nutzungsbereitschaft erhoben.

5.1.1 Wahrgenommene Chancen und Risiken

Die Baumarkt-Kunden bewerteten den Shopping-Roboter tendenziell eher positiv. In einer offenen Bewertungsfrage nannten sie mögliche *Vorteile und Chancen* eines

Shopping-Roboters. Von den 210 befragten Personen äußerten sich 43 % positiv. Dabei wurde betont, dass die Idee eines Shopping-Roboters sehr gut sei, die Suche nach Artikeln dadurch einfacher und schneller werde, und dass die Interaktion mit einem Roboter faszinierend sei. So äußerte ein Proband beispielsweise:

„Super! Hervorragend! Warum ist mir das nicht eingefallen?“ (Proband 15, männlich, 43 Jahre)

„Ist eigentlich relativ einfach zu bedienen.“ (Probandin 28, weiblich, 63 Jahre)

Besonders häufig wurde als Vorteil erwähnt, dass das Artikelsuchsystem gerade für ältere Menschen nützlich sei:

„Das ist für ältere Menschen sicher hilfreich, die müssen dann nicht so umherirren.“ (Probandin 4, weiblich, 38 Jahre)

Andererseits wurden mit einem Shopping-Roboter auch Nachteile verbunden, die von 51 % der Befragten genannt wurden. Folgende *Risiken* wurden angeführt: Gefährdung von Arbeitsplätzen, Vorzug menschlicher Angestellter von Kundenseite und Bedenken, ob ältere Menschen mit einem solchen System zurechtkommen. Die größten Sorgen machten sich die Kunden dahingehend, dass der Shopping-Roboter Arbeitsplätze vernichten oder das Einkaufen unpersönlich machen könnte:

„Die Idee ist gut. Wenn der Roboter aber Menschen verdrängt, dann ist sie schlecht.“ (Proband 115, männlich, 51 Jahre)

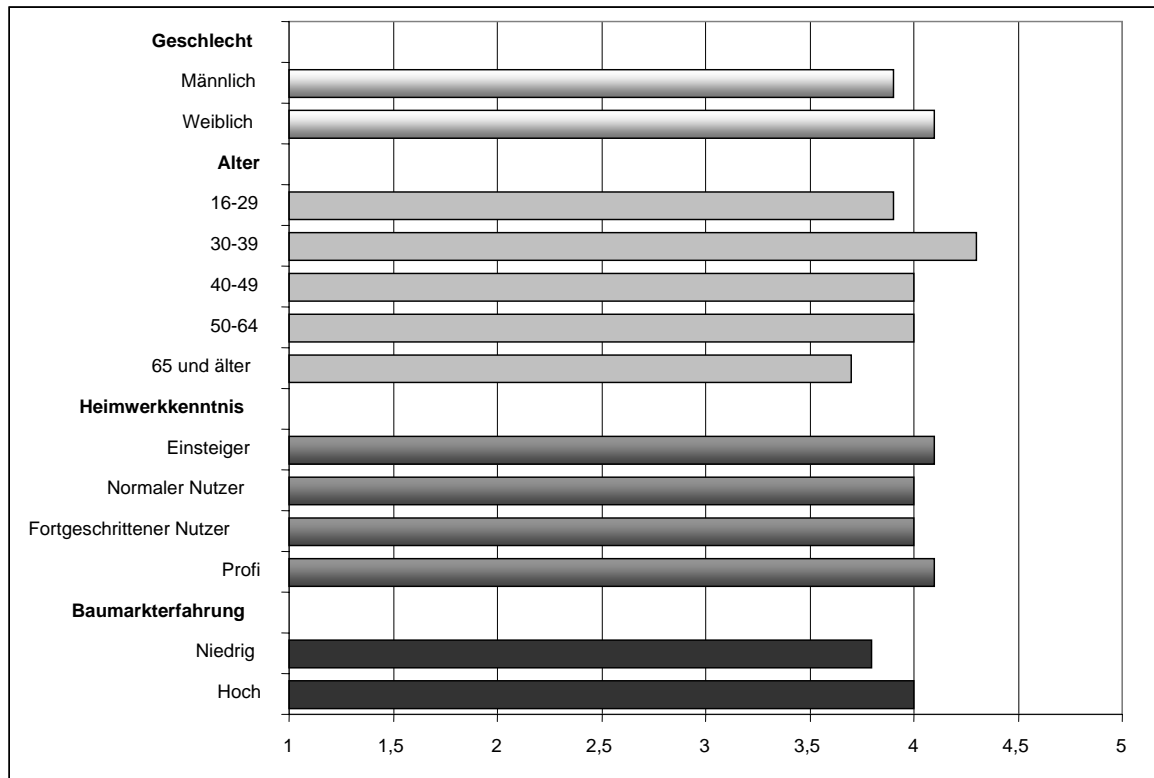
„Gibt es dann jetzt nur noch solche Maschinen hier? Das muss ich Ihnen ehrlich sagen, das ist für mich kein Service.“ (Proband 9, männlich, 42 Jahre)

5.1.2 Eigene Nutzungsbereitschaft

Angesichts der insgesamt eher aufgeschlossenen Haltung gegenüber dem Shopping-Roboter, die entgegen dem Alters-Stereotyp der Technikfeindlichkeit durchaus auch ältere Kunden zeigten, verwundert es nicht, dass die Nutzungsbereitschaft auch relativ hoch war. Bereits vor der Testanwendung des Systems gaben die Probanden an, dass sie sich gut vorstellen könnten, den Roboter zu benutzen ($M = 3,9$; $SD = 1,1$; $N = 210$, fünfstufige Skala von 1 = ‚sehr schlecht‘ bis 5 = ‚sehr gut‘). Nach der Benutzung des Systems änderte sich die Bereitschaft, den Roboter zukünftig zu benutzen, nicht nennenswert ($M = 4,0$; $SD = 1,1$; $N = 210$).

Interessanterweise zeigten sich hinsichtlich zentraler soziodemografischer Variablen keine signifikanten Unterschiede in der Nutzungsbereitschaft. Unabhängig von Geschlecht, Alter, Heimwerker- und Baumarkterfahrung zeigten die Untersuchungsteilnehmer- und Teilnehmerinnen eine hohe Bereitschaft, die Dienste eines Shopping-Roboters in Anspruch zu nehmen (vgl. Abb. 2).

Abbildung 2: Bereitschaft, den Roboter selbst zu nutzen, in Abhängigkeit von soziodemografischen Variablen. Nutzungsbereitschaft erhoben mittels einer Skala von 1 (‚kann ich mir gar nicht vorstellen‘) bis 5 (‚kann ich mir sehr gut vorstellen‘)

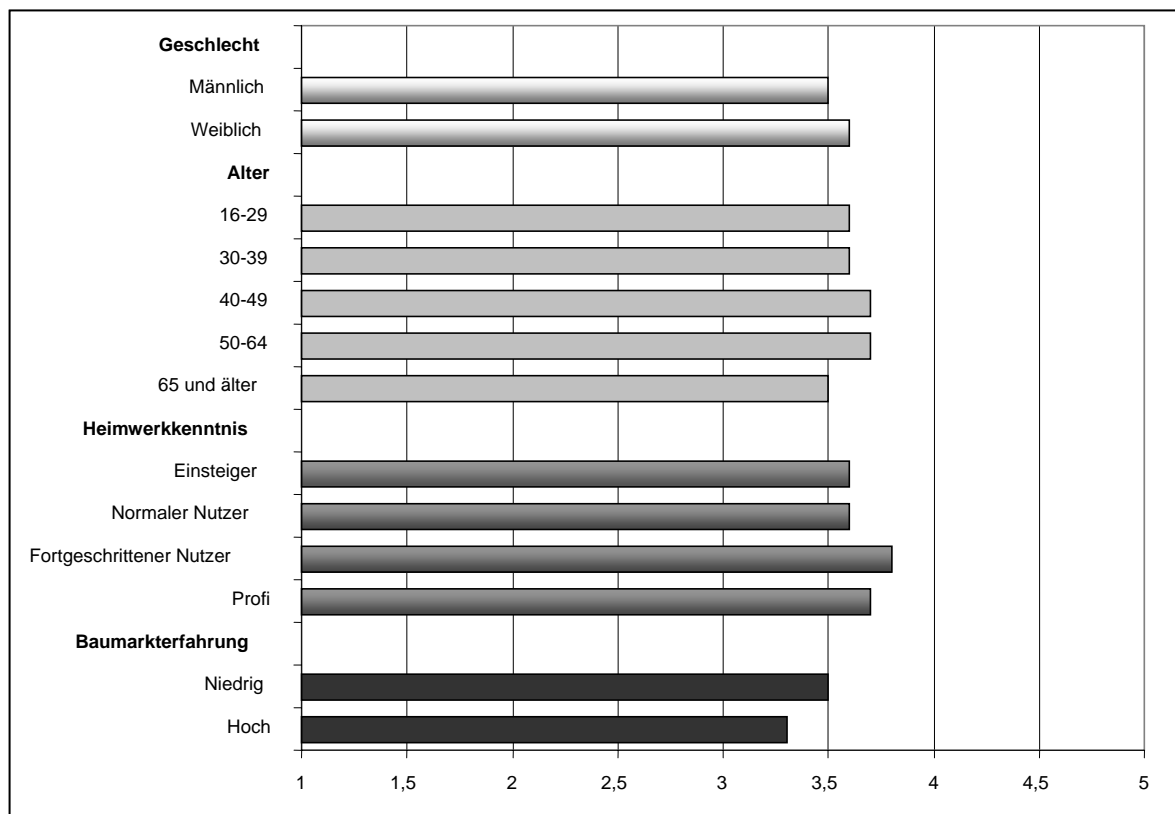


5.1.3 Nutzungsbereitschaft anderer Kunden

Die insgesamt eher positive Einstellung gegenüber dem Shopping-Roboter spiegelte sich auch in der Einschätzung der Befragten, ob andere Kunden und Kundinnen den Roboter benutzen würden, wider. Sowohl vor ($M = 3,5$; $SD = 0,8$; $N = 210$) als auch nach der Testung des Systems ($M = 3,6$; $SD = 0,9$; $N = 210$) konnten sich die Befragungspersonen gut vorstellen, dass der Roboter von anderen benutzt würde.

Soziodemografische Variablen zeigten auf die Einschätzung bezüglich der Nutzungsbereitschaft anderer Baumarktkunden genauso wenig Einfluss wie auf die eigene Bereitschaft, einen Roboter zu nutzen. Sowohl Männer als auch Frauen, Befragte aller Altersgruppen, mit unterschiedlicher Heimwerkerkompetenz und Baumarkterfahrung konnten sich gut vorstellen, dass auch andere Kunden einen Einkaufs-Roboter benutzen würden (siehe Abb. 3).

Abbildung 3: Einschätzung der Bereitschaft anderer, den Roboter zu nutzen, in Abhängigkeit von soziodemografischen Variablen. Nutzungsbereitschaft erhoben mittels einer Skala von 1 („kann ich mir gar nicht vorstellen“) bis 5 („kann ich mir sehr gut vorstellen“)



Sowohl die eigene Nutzungsbereitschaft der Kunden und deren Einschätzung der Bereitschaft anderer, die Dienste eines Shopping-Roboters in Anspruch zu nehmen, fiel also ausgesprochen positiv aus. Diese positive Bewertung konnte im Verlauf der drei Erhebungsphasen deskriptiv bestätigt werden. So stieg der Mittelwert von 4,0 ($SD = 1,0$; $n = 70$) in der ersten Erhebungsphase auf 4,2 ($SD = 0,7$; $n = 70$) in der dritten Erhebungsphase. In diesem Zusammenhang lässt sich festhalten, dass der Shopping-Roboter bei seinem geplanten standardmäßigen Einsatz im Baumarkt auf eine ihm gegenüber aufgeschlossene Kundschaft treffen wird.

5.2 Usability des Artikelsuchsystems

Ziel der formativen Evaluation ist es, die gewonnenen Ergebnisse zu nutzen, um das Evaluationsobjekt im Sinne der definierten Kriterien zu verbessern. Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die Usability-Maße für das Artikelsuchsystem über die drei Erhebungsphasen verändert haben und welche Maßnahmen des Usability-Engineering zum Einsatz kamen.

5.2.1 Usability-Maße für das Artikelsuchsystem

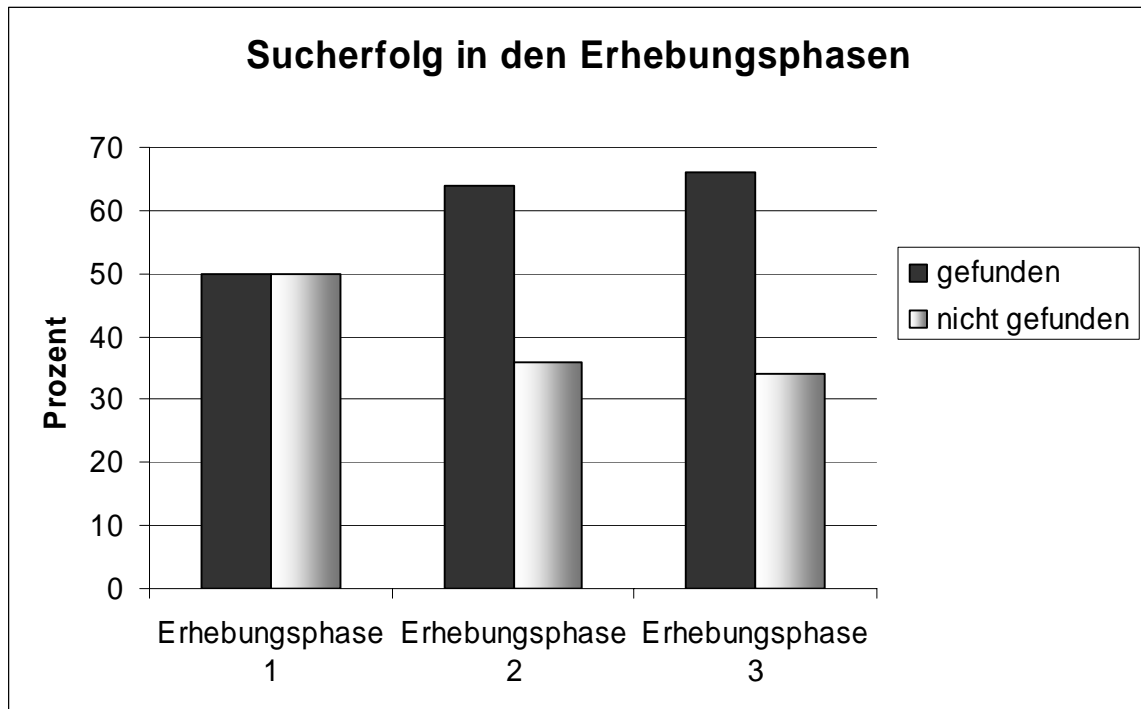
Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit sind die zentralen Usability-Kriterien. Im Zuge eines erfolgreichen Usability-Engineering des Artikelsuchsystems müssten sich diese Maße über die drei Erhebungsphasen hinweg verbessern.

5.2.1.1 Effektivität

In der ersten Erhebungsphase führte zunächst die Hälfte aller Suchanfragen zum Erfolg. Nach einer Überarbeitung des Artikelsuchsystems steigerte sich der Sucher-

folg auf 64%. Die nächste Überarbeitung führte schließlich zu einer Erfolgsquote von 66% (siehe Abb. 4). Diese Steigerung der Effektivität war allerdings nicht signifikant ($\chi^2 = 4,4$; $df = 2$; $p = 0,11$; $n = 210$). Der Anteil von 34% erfolglosen Suchanfragen in der letzten Erhebungsphase ist dabei nicht auf die mangelnde Usability des Artikelsuchsystems zurückzuführen, sondern liegt in der zugrunde liegenden Datenbank begründet. Die Datenbank wurde von der toom Baumarkt GmbH für interne Zwecke der Warenbestandsaufnahme erstellt und für das Roboter-Projekt zur Verfügung gestellt. Aufgrund der ursprünglich anderen Zielsetzung der Datenbank waren Inkonsistenzen unvermeidlich. Beispielsweise sind für einzelne Artikel Fachtermini erfasst, die sich nicht mit den Kundenanfragen decken. Eine grundlegende Überarbeitung der Datenbank wäre aufgrund ihres Umfangs (mehr als 80.000 Artikel) sehr zeit- und kostspielig und konnte zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht erfolgen.

Abbildung 4: Prozentualer Anteil der erfolgreichen und nicht erfolgreichen Suchanfragen mittels Produktgruppen- und Stichwortsuche im Verlauf der Erhebungsphasen



Bei der Testung des Artikelsuchsystems konnten die Teilnehmer zwischen einer Produktgruppen- und einer Stichwortsuche wählen. Während bei der Produktgruppensuche die Hauptproduktgruppen der im Baumarkt geführten Artikel als anklickbare Tasten auf dem Touchscreen dargestellt sind, werden bei der Stichwortsuche die gesuchten Artikel über eine Tastatur in das System eingegeben.

Die Stichwortsuche erwies sich als effektiver als die Produktgruppensuche: Im Vergleich zur letzteren wies die Stichwortsuche eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 68% auf, während die Produktgruppensuche 55% erfolgreiche Suchanfragen verzeichnete ($\chi^2 = 8,3$; $df = 2$; $p = 0,016$; $n = 210$). Darüber hinaus wurde die Stichwortsuche von 71 % der Kunden, die beide Suchfunktionen getestet hatten, bevor-

zugt, während weitere 20% der Probanden die Produktgruppensuche favorisierten und 9% keine der beiden für die bessere hielten ($\chi^2 = 35,9$; $df = 2$; $p < 0,001$; $n = 55$).

5.2.1.2 Effizienz

Eine Suche mit dem Artikelsuchsystem dauerte im Durchschnitt 2 Minuten und 43 Sekunden. Über die Erhebungsphasen hinweg zeigte sich zwar keine signifikante Verringerung der Suchdauer ($F = 2,7$; $df = 2$; $p = 0,07$; $n = 210$), jedoch konnte im Vergleich zur ersten Erhebungsphase mit 2 Minuten und 54 Sekunden die Suche in der dritten Erhebungsphase im Durchschnitt nach bereits 2 Minuten und 23 Sekunden abgeschlossen werden.

Bei erfolglosen Suchanfragen brachen die Probanden im Schnitt nach 3,5 Minuten ab, während bei erfolgreichen Versuchen nach durchschnittlich 2 Minuten und 20 Sekunden der gesuchte Artikel gefunden wurde ($t = 5,9$; $df = 99,7$; $p < 0,001$; $n = 62$). Die in Tabelle 2 aufgeführten Unterschiede zwischen den einzelnen Erhebungsphasen hinsichtlich der Abbruchquote waren nicht signifikant ($\chi^2 = 0,6$; $df = 2$; $p = 0,743$; $n = 210$). Sie zeigen jedoch, dass es eine positive Tendenz zu mehr erfolgreichen Suchanfragen gab. Außerdem konnte in jeder Erhebungsphase ein großer Anteil der erfragten Artikel mittels des Suchsystems gefunden und deren Standort angegeben werden.

Tabelle 2: Prozentuale Abbruchquote der Suche im Vergleich der Erhebungsphasen

	<i>Abbruch in %</i>	<i>Kein Abbruch in %</i>	<i>n</i>
Erhebungsphase 1	29	71	70
Erhebungsphase 2	33	67	70
Erhebungsphase 3	27	73	70
<i>Gesamt</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>210</i>

5.2.1.3 Zufriedenheit

Nach der Nutzung des Artikelsuchsystems gaben die meisten Testpersonen eine neutrale bis positive Einschätzung ab: Gelobt wurden der Aufbau der Suchmaske, die Übersichtlichkeit, die Menüführung und die Einfachheit der Bedienung. Kritisiert wurde dagegen, dass die Begriffe umgangssprachlicher und die Warengruppen logischer aufgebaut sein müssten und die Struktur der Kategorien zum Teil verwirrend sei.

Insgesamt bewerteten die Kunden und Kundinnen jedoch die einzelnen Evaluationskriterien zur Usability (Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Fehlertoleranz und Zufriedenheit) als gut bis sogar sehr gut. Somit ergab sich bei der Zusammenfassung der Evaluationskriterien zu einer Gesamt-Usability des Artikelsuchsystems ein positives Ergebnis ($M = 4,3$; $SD = 0,4$; Skala von 1 = ‚sehr schlecht‘ bis 5 = ‚sehr gut‘).

5.2.2 Usability-Engineering des Artikelsuchsystems

Nach jeder Erhebungsphase wurden die Interviews und Beobachtungsprotokolle der Usability-Tests ausgewertet, die identifizierten Probleme bei der Bedienung des Systems gebündelt und an die Systementwickler weitergegeben. Im Folgenden werden die Überarbeitungen des Artikelsuchsystems – gegliedert nach der Relevanz der Bedienprobleme, auf denen sie beruhten – dargestellt. Bei den Neuerungen handelte es sich um die Einführung einer Sprachausgabe, einer grafischen Umgestaltung der Benutzeroberfläche des Suchsystems und einer Überarbeitung der zugrunde liegenden Datenbank.

5.2.2.1 Einführung einer Sprachausgabe

Die wichtigste Neuerung war die Einführung einer *Sprachausgabe*, welche die Probanden durch die Suche leitete und bei Bedarf Hinweise zur Benutzung des Artikelsuchsystems gab. In der ersten Erhebungsphase wurde deutlich, dass manche Testpersonen bei den einzelnen Bedienschritten während der Artikelsuche zögerten und nicht wussten, wie sie weiter verfahren sollten. Ein markantes Beispiel hierfür ist, dass nach der Eingabe eines Suchbegriffes durch die Kunden mehrere Produktgruppen angezeigt wurden, in denen sich der gesuchte Artikel befinden könnte. An dieser Stelle zögerten viele Personen, weil ihnen nicht bewusst war, dass sie nun eine Auswahl treffen konnten. In diesem Fall wies die Sprachausgabe nach ca. sieben Sekunden darauf hin, dass nun eine Kategorie ausgewählt werden könne. Die Sprachausgabe erklärte zudem alternative Suchmöglichkeiten, wenn kein Artikel gefunden werden konnte.

5.2.2.2 Grafische Umgestaltung der Benutzeroberfläche

Bei den Bedienproblemen, die sich durch die grafische Gestaltung der Benutzeroberfläche ergaben, handelte es sich darum, dass die Buttons auf dem Touchscreen nicht als anklickbar erkannt wurden, eine nicht vorhandene Enter- oder Bestätigen-Taste gesucht und der Zurück-Button nicht gefunden wurde. Die Benutzeroberfläche wurde in einem iterativen Prozess auf Basis der Evaluationsergebnisse umgestaltet, um diese Bedienprobleme zu lösen. In Abbildung 5 ist die Oberfläche zu Beginn und bei Abschluss des Projektes exemplarisch dargestellt.

Abbildung 5: Exemplarische Darstellung der Umgestaltung der Benutzeroberfläche (links: Beginn des Projektes, rechts: Abschluss des Projektes)



Die häufigste Ursache für Verzögerungen im Suchprozess während der ersten Erhebungsphase lag darin begründet, dass die Produktgruppen in der Stichwortsuche nicht als anklickbar erkannt wurden und deswegen nach einer Bestätigen-Taste gesucht wurde, was zu Verzögerungen im Suchprozess führte. Um dieses Problem zu lösen, wurden neben der Einführung der oben dargestellten Sprachausgabe alle Buttons des Suchsystems plastischer gestaltet, so dass sie wie eine zu drückende Taste wirkten.

Der Zurück-Button wurde in der ursprünglichen Version der Benutzeroberfläche links oben platziert, wie es bei Internetbrowsern üblich ist. An dieser Stelle wurde er jedoch von einigen Probanden nicht gefunden. In der überarbeiteten Version wurde er unten rechts platziert und somit näher an die anderen Bedienelemente herangeführt. An seiner vorherigen Stelle oben links wurde stattdessen ein Hauptmenü-Button eingeführt. Mit diesem gelangte man zurück zu der Seite, auf der man zwischen den beiden Suchoptionen wählen konnte.

Bereits in der zweiten Erhebungsphase zeigte sich in der Beobachtung, dass ein Großteil der in der ersten Erhebungsphase aufgetretenen Bedienprobleme gelöst werden konnte. Wie sich aus Tabelle 3 ablesen lässt, konnten diese durch die Überarbeitungen signifikant über alle drei Erhebungsphasen hinweg verringert werden.

Tabelle 3: Häufigkeit des Auftretens von Bedienproblemen im Vergleich der Erhebungsphasen

	<i>Produktgruppen nicht angeklickt</i>	<i>Entertaste gesucht</i>	<i>Zurück-Button nicht gefunden</i>
Erhebungsphase 1	17	16	9
Erhebungsphase 2	11	10	3
Erhebungsphase 3	1	4	0
χ^2 (df=2)	16	8,4	11,1
p	<0,05	<0,05	<0,05
n	209	210	209

5.2.2.3 Überarbeitung der Datenbank

Das Artikelsuchsystem bezog seine Daten aus einer von der toom BauMarkt GmbH für interne Zwecke angelegten Datenbank zur Warenbestandsaufnahme. Die in dieser Datenbank enthaltenen Artikel- und Produktgruppenbezeichnungen entsprachen nicht immer den umgangssprachlich gebrauchten Begriffen. So konnte man den gewöhnlich als ‚Zollstock‘ bezeichneten Artikel im System nur unter ‚Gliedermaßstab‘ und ‚Plastikeimer‘ unter der Bezeichnung ‚Haushaltsgroßplastik‘ finden. Weiter waren in der Datenbank nicht bei allen Artikeln die aktuellen Standorte verzeichnet. Diese beiden Probleme wirkten sich auf die Effektivität der Artikelsuche insofern aus, als manche Artikel nicht gefunden wurden, und bei manchen gefundenen Artikel kein Standort angezeigt werden konnte. Aufgrund dieser Beobachtungen wurde eine Liste der problematischen Begriffe, die während der drei Erhebungsphasen identifiziert werden konnten, für eine Überarbeitung der Datenbank erstellt und an die Baumarktkette weitergeleitet. Außerdem wurden die Standortangaben im System überarbeitet. Obwohl das Problem nicht vollständig behoben

werden konnte, zeigt Tabelle 4, dass sich die Rate der angezeigten Standorte signifikant über die Erhebungsphasen hinweg verbesserte. Während in der ersten Phase bereits bei 83 % der Suchanfragen der Standort ausgegeben wurde, konnte dieses Ergebnis auf 98 % in der dritten Erhebungsphase gesteigert werden ($\chi^2 = 15,3$; $df = 2$; $p < 0,000$; $n = 210$).

Tabelle 4: Standortanzeige in Prozent bei gefundenen Artikeln im Verlauf der Erhebungsphasen

	<i>Standort angezeigt in %</i>	<i>Standort nicht an- gezeigt in %</i>	<i>n</i>
<i>Erhebungsphase 1</i>	83	17	35
<i>Erhebungsphase 2</i>	67	33	45
<i>Erhebungsphase 3</i>	98	2	46
<i>Gesamt</i>	83	17	126

5.3 Determinanten der Akzeptanz des Shopping-Roboters

Wie bereits in Abschnitt 5.1 dargestellt, war die Akzeptanz des Shopping-Roboters recht hoch. Die Akzeptanz wurde außerdem noch im Zusammenhang mit den Usability-Kriterien Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit der Artikelsuche betrachtet.

5.3.1 Effektivität der Artikelsuche

Kunden, deren Artikelsuche mit dem Suchsystem zum Ziel geführt hatte, zeigten eine signifikant höhere Akzeptanz des Shopping-Roboters. Während Probanden und Probandinnen, deren Suche erfolgreich war, sich ‚gut‘ vorstellen konnten, den Roboter zu nutzen ($M = 4,3$; $SD = 0,81$; $n = 125$), war die Bereitschaft bei Testpersonen, deren Suche erfolglos war, signifikant niedriger ($M = 3,8$; $SD = 1,1$; $n = 84$; $t = 4,1$; $df = 207$; $p < 0,001$). Dies überrascht nicht, da die Erfüllung der gestellten Aufgabe ein wesentliches Kriterium der Usability ist. Dienste und Anwendungen werden dann benutzt, wenn sich die Nutzer/innen sicher sind, dass sie damit ihr Ziel erreichen. Die Tatsache, dass selbst die erfolglosen Probanden sich immer noch ‚teilweise‘ bis ‚gut‘ vorstellen konnten, einen Shopping-Roboter zu benutzen, könnte dadurch erklärt werden, dass die Testpersonen darauf hingewiesen wurden, dass sich das System noch in der Entwicklung befand und weiter verbessert werden würde.

5.3.2 Effizienz der Artikelsuche

Je schneller Kunden die gesuchten Artikel im Artikelsuchsystem gefunden hatten, umso größer war ihre Akzeptanz des Shopping-Roboters. Dies zeigte sich sowohl hinsichtlich des subjektiven Empfindens der Suchdauer, erfragt über die Zufriedenheit mit derselben ($r = 0,371$; $p < 0,001$; $n = 209$) als auch hinsichtlich der tatsächlichen Dauer der Suche, die in Sekunden gemessen wurde ($r = -0,163$; $p = 0,018$; $n = 209$). Auch diese Zusammenhänge sind nicht überraschend: Wenn eine Suche

mittels Shopping-Roboter genauso lange oder länger dauert als eine eigenständige Suche ohne Assistenz-System, macht eine unterstützte Suche keinen Sinn. Die Bereitschaft, auf einen Shopping-Roboter zurückzugreifen, sinkt. Interessanterweise stellte sich heraus, dass das subjektive Empfinden der Suchdauer einen stärkeren Zusammenhang mit der Akzeptanz des Roboters zeigte als die objektiv gemessene Suchzeit. Somit scheint erstere der entscheidende Beeinflussungsaspekt für die Nutzungsbereitschaft der Kunden zu sein.

5.3.3 *Zufriedenheit mit der Artikelsuche*

Je höher die Zufriedenheit mit dem Artikelsuchsystem war, umso größer war auch die Akzeptanz für den Shopping-Roboter ($r = 0,537$; $p < 0,001$; $n = 209$). In der Zufriedenheit spiegeln sich die Zufriedenheit mit dem Ergebnis der Suche und die Beurteilung des Systems wieder. Beide Voraussetzungen sollten erfüllt sein, um eine hohe Zufriedenheit zu erreichen. Das Ausmaß des Zusammenhangs unterstreicht die Relevanz dieser Größen für die Nutzungsbereitschaft. Es kann kaum erwartet werden, dass Nutzer/innen auf die Dienste eines Service-Roboters zurückgreifen, dessen Mensch-Roboter-Schnittstelle nicht den menschlichen Bedürfnissen angepasst ist und der die ihm gestellten Aufgaben nicht erfüllt.

6. Diskussion

Shopping-Roboter als persönliche Service-Roboter stellen möglicherweise eine zukunftssträchtige Entwicklung dar. Wie der Überblick über den Forschungs- und Entwicklungsstand von Shopping-Assistenzsystemen im allgemeinen und von Shopping-Robotern im Besonderen gezeigt hat, werden vor allem Assistenzsysteme wie der Personal Shopping Assistant der Metro AG bereits heute bereits in der Praxis eingesetzt. Darüber hinaus beschäftigen sich verschiedene Arbeitsgruppen mit der Entwicklung von mobilen, interaktiven und intelligenten Shopping-Robotern. Bei dem im vorgestellten Kooperationsprojekt entwickelten Prototypen SCITOS handelt es sich anscheinend um eine weltweit führende Entwicklung. Im Gegensatz zu anderen Shopping-Robotern, mit denen erste Feldtests durchgeführt wurden, ist die Entwicklung dieses Roboters mit einem konkreten Plan für einen dauerhaften Praxiseinsatz verbunden. Um diesen entsprechend vorzubereiten, wurde in der vorgestellten Studie die Mensch-Roboter-Schnittstelle, das Artikelsuchsystem, systematisch mittels Feldversuchen in einem Baumarkt formativ evaluiert. An der Evaluation waren sowohl Techniker und Sozialwissenschaftlerinnen der Technischen Universität Ilmenau als auch Unternehmenspartner aus der freien Wirtschaft beteiligt. Die Zusammenarbeit mit Beteiligten verschiedener Fachrichtungen wurde als ausgesprochen gewinnbringend erlebt, konnten doch auf diese Weise unterschiedliche Perspektiven auf das Projekt und den Evaluationsgegenstand diskutiert und bei der Planung und Umsetzung berücksichtigt werden.

Ein erfolgreiches Usability-Engineering auf der Basis von Befragungen und Usability-Tests mit den Baumarktkunden, den späteren realen Nutzern, konnte in dieser Studie nachgewiesen werden. Durch den Einsatz einer formativen Evaluation

wurden die Bedürfnisse der Kunden und Kundinnen berücksichtigt und flossen in einem iterativen Prozess in die Überarbeitung des Artikelsuchsystems ein. Die Kunden empfanden die Nutzung des Artikelsuchsystems im Allgemeinen als angenehm und waren nach der Nutzung zufrieden. Weiter zeichnete sich die Artikelsuche mit dem System durch eine kurze Bediendauer aus. Die Kriterien Effizienz und Zufriedenheit konnten also im Zuge der formativen Evaluation erfüllt werden. Dennoch stießen die Verbesserungsmaßnahmen auf Grenzen: Eine Überarbeitung der zugrundeliegenden Datenbank nach kundenfreundlichen Aspekten konnte zum Zeitpunkt der Usability-Tests aufgrund der damit verbundenen hohen Kosten und des großen Aufwands für den Baumarkt nur ausschnittsweise erfolgen. Deswegen konnte die Effektivität des Systems zwar gesteigert, aber noch nicht auf ein optimales Niveau gebracht werden.

Über das Usability-Engineering hinaus wurde auch die Akzeptanz eines solchen Shopping-Roboters von Seiten der Baumarktkunden erhoben. Wie die vorliegende Studie gezeigt hat, ist diese relativ hoch – entgegen gängiger Stereotype auch bei älteren Menschen, Frauen und computerabstinenten Personen. Gerade ältere Menschen zeigten sich besonders gerne bereit, das untersuchte Artikelsuchsystem auf seine Benutzerfreundlichkeit hin zu testen und waren aufgeschlossen gegenüber dem zukünftigen Einsatz eines Shopping-Roboters im Baumarkt. Insofern konnte die vorliegende Studie eine prinzipielle Offenheit und Nutzungsbereitschaft gegenüber Shopping-Robotern zeigen, so dass das Kriterium einer grundsätzlichen Akzeptanz als erfüllt gelten kann. Obwohl der Einsatz eines Shopping-Roboters aus Kundensicht positives Potential aufweist, ist dennoch eine gewisse Risikowahrnehmung nicht von der Hand zu weisen: Besonders die Bedenken, ein solcher Roboter führe zu Arbeitsplatzabbau und mache einen Einkauf unpersönlich, spielten eine große Rolle. Diesen befürchteten Negativ-Folgen sollte und könnte durch eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit der Baumarktkette entgegen gewirkt werden. Denn die Intention von Seiten der Baumarktkette ist nicht, Arbeitsplätze abzubauen, sondern den Roboter für Routinefragen, wie speziell Auskünften zu Artikelstandorten, einzusetzen. Auf diese Weise können die Kapazitäten der Baumarktmitarbeiter/innen, bei denen es sich um qualifizierte Fachkräfte handelt, für eine anspruchsvolle Kundenberatung eingesetzt werden, die ein Roboter nicht leisten kann.

In der vorgestellten Studie könnten Beeinflussungseffekte wie soziale Erwünschtheit eine Rolle spielen. Es wäre möglich, dass die Probanden als ‚gute Versuchspersonen‘ den Versuchsleiterinnen, die den Roboter offensichtlich propagierten, dementsprechend besonders positive Antworten geben wollten. Insofern sollten die leichten positiven Einstellungsänderungen gegenüber Shopping-Robotern nach dem Test des Artikelsuchsystems mit Vorsicht betrachtet werden. Weiter ließen sich jedoch deutliche Zusammenhänge zwischen positiven Erfahrungen mit dem Suchsystem und der Akzeptanz eines Shopping-Roboters aufzeigen. Es wäre möglich, dass die praktische Erfahrung mit einem einzelnen Bestandteil des Roboters, nämlich dem Artikelsuchsystem zu mehr Vertrauen in die heute immer noch sehr futuristisch anmutende Technologie führte.

Das untersuchte Artikelsuchsystem wurde mittlerweile in den Prototypen des Shopping-Roboters integriert. Parallel zur Entwicklung des Suchsystems wurde die Navigation des Roboters verbessert, so dass im nächsten Schritt Tests mit dem sich

im Baumarkt selbstständig bewegendem Roboter durchgeführt werden sollen. In den nun anstehenden Feldversuchen sollen die Sprach-Kommunikation, die nonverbale Interaktion wie beispielsweise die Mimik des Roboters und sein Bewegungsverhalten in Bezug auf menschliche Nutzer berücksichtigt werden. Aufgrund der Tatsache, dass die bislang entwickelten Shopping-Roboter in der Regel noch einen Prototypen-Status haben und bisher nicht regulär in der Praxis eingesetzt werden, bleiben noch viele Fragen offen, die in weiteren Forschungsarbeiten geklärt werden könnten. So wurden bislang keine systematischen Evaluationsstudien publiziert, die realitäts- und nutzerbezogen die Utility von Shopping-Robots und Shopping-Assistenz-Systemen aus Sicht verschiedener Kundengruppen betrachten. Auch wenn Feldversuche mit Shopping-Robotern durchgeführt wurden, um deren Usability zu überprüfen, so fehlen solche Publikationen genauso wie Untersuchungen zum Spaßfaktor bei der Nutzung von Robotern. Nicht zuletzt hat die Einführung von Shopping-Robotern eine ökonomische Dimension: Der Preis eines Shopping-Roboters übersteigt den eines Spielzeugroboters bei weitem. Bislang wurden noch keine Geschäftsmodelle herausgearbeitet, die einen Einblick geben könnten, ob und unter welchen Bedingungen sich Anschaffung und Betrieb eines oder mehrerer Service-Roboter für Läden und Märkte unterschiedlichster Art und Größe lohnen.

7. Literatur

- Bischoff, Rainer/Graefe, Volker (2004): Design Principles for Dependable Robotic Assistants. *International Journal of Humanoid Robotics*, 1(1), S. 95-125.
- Bortz, Jürgen/Döring, Nicola (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4., vollst. überarb. u. erw. Aufl.). Berlin: Springer.
- Brody, Adam B./Gottman, Edward J. (1999): Pocket BargainFinder: A Handheld Device for Augmented Commerce. In: *Lecture Notes in Computer Science* (1707).
- Burrell, Ashley (2005): Robot Lends a Seeing Eye for Blind Shoppers. [Online Dokument] http://www.usatoday.com/tech/news/techinnovations/2005-07-11-robot-guide_x.htm. [13.07.2005].
- Cumby, Chat/Fano, Andrew/Ghani, Rayid/Krema, Marko (2005): Building intelligent shopping assistants using individual consumer models. *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces*, S. 323 – 325.
- Gharpure, Chaitanya/Kulyukin, Vladimir A./Kutiyanawala, Aliasgar (2006): A Robotic Shopping Assistant for the Blind: A Pilot Study (Technical Report USU-CSATL-1-01-06, Computer Science). Logan, Utah: Assistive Technology Laboratory, Department of Computer Science, Utah State University.
- Gross, Horst-Michael/Böhme, Hans-Joachim (2000): PERSES – a Vision-Based Interactive Mobile Shopping Assistant. Paper presented at the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE-SMC 200), Nashville.
- Gross, Horst-Michael/Böhme, Hans-Joachim/Key, Jürgen/Wilhelm, Torsten (2000): The PERSES Project – a Vision-Based Interactive Mobile Shopping Assistant. *Künstliche Intelligenz*, 4, S. 34-36.
- Ichbiah, Daniel (2005): *Roboter. Geschichte – Technik – Entwicklung*. München: Knesbeck GmbH & Co.
- Impress Corporation (2006): NTT Com and tmsuk conduct a field trial of robots that use IPv6 and RFID tags. [Online-Dokument]. URL <http://www.ipv6style.jp/en/special/20060213/index.shtml> [07.11.2006].
- Jordan, Patrick W. (1998): *An Introduction to Usability*. London: Taylor & Francis.

- Japan Association for the 2005 World Exposition (2005): The 2005 World Exposition, Aichi, Japan – Robot. [Online-Dokument] URL <http://www.expo2005.or.jp/en/robot/> [31.10.2006].
- Kölling, Martin/Stieler, Wolfgang (2005): Tanz der Maschinenwesen. In: Technology Review, Nr. 57896: Heise Online.
- Kulyukin, Vladimir A./Gharpure, Chaitanya (2006a): Ergonomics-For-One in a Robotic Shopping Cart for the Blind. In: 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction. Salt Lake City, Utah, USA: ACM Press.
- Kulyukin, Vladimir A./Gharpure, Chaitanya (2006b): A Robotic Shopping Assistant for the Blind. In: 2006 Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America (RESNA). Atlanta, Georgia.
- Moravec, Hans (1999): Rise of the Robots. In: Scientific American, December 1999, S. 124-135.
- Niegemann, Helmut/Hessel, Silvia/Hochscheid-Mauel, Dirk/Aslanski, Kristina/Deimann, Markus/Kreuzberger, Gunther (2004): Kompendium E-Learning. Berlin: Springer.
- Oppermann, Reinhard/Reiterer, Harald (1997): Software Evaluation Using the 9241 Evaluator. Behaviour & Information Technology, 16(4/5), S. 232-245.
- RFID in Japan (2006): RFID-driven Shopping Assistant robot soon to be tested in a mall. [Online-Dokument]. URL <http://ubiks.net/local/blog/jmt/archives3/004890.html> [07.11.2006].
- Schraft, Rolf Dieter/Hägele, Martin/Wegener, Kai (Hg.) (2004): Service Roboter Visionen. München: Carl Hanser Verlag.
- Shekar, Sangeetha/Nair, Prashant/Helal, Abdelsalam (2003): I-Grocer: A Ubiquitous and Pervasive Grocery Shopping System. In: 2003 ACM Symposium on Applied Computing. Melbourne, Florida.
- Strüker, Jens/Sackmann, Stefan (2004): Neue Formen der Kundenkommunikation durch mobile IuK-Technologien – eine ökonomische Analyse am Beispiel des „Extra Future Stores“. In: Multikonferenz der Wirtschaftsinformatik (MKWI '04). Essen.
- Thrun, Sebastian (2004): Toward a Framework for Human-Robot-Interaction. In: Human-Computer-Interaction, 19(1&2), S. 9-24.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)/International Federation of Robotics (IRF). (2006): *World Robotics 2006. Executive Summary*. Online Dokument. [06.12.2006]. [www.worldrobotics-online.org/downloads/2006_Executive_Summary\(1\).pdf](http://www.worldrobotics-online.org/downloads/2006_Executive_Summary(1).pdf)
- Wirth, Thomas (2005): Die EN ISO 9241-10. Online Dokument. [15.06.2006]. www.kommdesign.de/texte/din.htm