

Roboter-gestützte Artikelsuche im Baumarkt

Eine Studie zu summativer Evaluation und Nutzerakzeptanz eines mobilen Shopping-Assistenten

Sandra Pöschl,¹ Nicola Döring,¹ Horst Michael Gross,² Andreas Bley,³ Christian Martin,³ Hans-Joachim Böhme⁴

Zusammenfassung: Vorgestellt wird die summative Evaluation eines mobilen Shopping-Roboters für Baumärkte. Mittels Usability-Tests wurde der Roboter hinsichtlich Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit nach DIN EN ISO 9241-11 überprüft. Eine Feldstudie stellte dabei den Einkauf mit Roboter dem herkömmlichen Einkauf ohne Roboter gegenüber ($n=94$ Baumarktkund(inn)en). Die *Usability* des Roboters war relativ hoch, es wurden jedoch keine messbaren Vorteile gegenüber einem Einkauf ohne Roboter nachgewiesen. Die zukünftige Nutzungsintention (als Akzeptanzmaß nach der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology; Venkatesh et al. 2003) wurde im Feld zusätzlich anhand mündlicher Interviews mit $n=188$ Baumarktkund(inn)en geprüft. Die Nutzungsintention bezüglich des Shopping-Roboters war hoch und wurde zu 56% durch die Einstellung gegenüber der Technologie, der Nutzenerwartung sowie den erwarteten Bedienkomfort erklärt.

Schlagwörter: Evaluation, Usability, Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT), Service-Roboter

Robot-Assisted Article Search in Do-It-Yourself-Stores

A Study on Summative Evaluation and User Acceptance of a Mobile Shopping Assistant

Abstract: A summative evaluation of a mobile shopping robot for home improvement stores is presented. The robot was evaluated considering effectiveness, efficiency and satisfaction according to DIN EN ISO 9241-11 by means of a usability test. In a field study, shopping with robot assistance was compared to a purchase without a robot ($n=94$ participants). The usability of the robot was rather high, but had no advantages compared to purchasing without robot assistance. Future intention to use the robot (as acceptance rating according to the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology; Venkatesh et al. 2003) was analyzed in a field study with $n=188$ home store customers. Intention to use the robot was high and was explained to 56% by Attitude toward Using Technology, Performance Expectancy and Effort Expectancy.

Keywords: Evaluation, Usability, Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT), Service Robots

-
- 1 Fachgebiet Medienkonzeption/Medienpsychologie, Technische Universität Ilmenau
 - 2 Fachgebiet Neuroinformatik und Kognitive Robotik, Technische Universität Ilmenau
 - 3 MetraLabs Neue Technologien und Systeme GmbH, Ilmenau
 - 4 Berufungsgebiet Künstliche Intelligenz, HTW Dresden

xispartner bisher noch aus. Sollte diese positiv ausfallen, ist die bisher noch nicht mögliche ökonomische Evaluation durchzuführen. Die Produktions-, Anschaffungs- und Wartungskosten müssen in einer solchen Studie dem wirtschaftlichen Nutzen und Mehrwert des Shopping-Roboters systematisch gegenübergestellt werden. Idealerweise sollte dabei die tatsächliche spontane Nutzungsrate des Roboters durch die Kundschaft ermittelt werden. Begleitend bietet sich eine weitere Untersuchung der Akzeptanz des Roboters, auch über einen längeren Zeitraum, an. Außerdem wäre es sinnvoll, in weiteren Nachfolgestudien zusätzliche Aspekte von Akzeptanz zu untersuchen: Gibt es vonseiten der Baumarktangehenden Ängste und Befürchtungen hinsichtlich des Roboters? Wird er als Konkurrenz gesehen und wie könnten solche Ängste abgebaut werden? Idealerweise sollte eine solche Studie noch vor der endgültigen Installation von Robotern im Baumarkt erfolgen. Zudem müsste die Einführung nicht nur mit externen, sondern auch mit internen Kommunikationsmaßnahmen begleitet werden, um die Akzeptanz vonseiten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu fördern. Insgesamt sind systematische Evaluationsstudien im Bereich der Service-Roboter und insbesondere bei Shopping-Robotern bislang in weiten Teilen ein Forschungsdesiderat, stellen jedoch gleichzeitig ein enorm fruchtbares Feld für interdisziplinäre Kooperationen zwischen Sozial- und Technikwissenschaften dar.

7. Literatur

- Backhaus, Klaus/Erichson, Bernd/Plinke, Wulff/Weiber, Rolf (2008): *Multivariate Analysemethoden: Eine Anwendungsorientierte Einführung*. Berlin: Springer.
- Blythe, Mark A./Overbeeke, Kees/Monk, Andrew F./Wright, Peter C. (Eds.) (2003): *Funology. From Usability to Enjoyment*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Böhme, Hans-Joachim/Scheidig, Andrea/Wilhelm, Torsten/Schröter, Christof/Martin, Christian/König, Alexander/Müller, Steffen/Gross, Horst Michael (2006): *Progress in the Development of an Interactive Mobile Shopping Assistant*. In: *Proceedings of the Joint Conference on Robotics: 37th International Symposium on Robotics (ISR 2006) and 4th German Conference on Robotics (Robotik 2006)*, Paper Nr. 83, 20 pages. München: VDI Verlag.
- Bortz, Jürgen (2005): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer (6., vollst. überarb. u. aktual. Auflage).
- Bortz, Jürgen/Döring, Nicola (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer (4., vollst. überarb. u. erw. Aufl.).
- Davis, Fred D. (1989): *Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology*. In: *MIS Quarterly*, 13 (3), S. 319-339.
- Garfinkel, Simson (2004): *Menschliche Roboter*. In: *Technology Review*. Verfügbar unter: <http://www.heise.de/tr/Menschliche-Roboter-/artikel/47372> [30.11.2010].
- 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.
- Göller, Michael/Devy, Michel/Kerscher, Thilo/Zöllner, J. Marius/Dillmann, Rüdiger/Germa, Thierry/Lerasle, Frederic (2009): *Setup and Control Architecture for an Interactive Shopping Cart in Human All Day Environments*, *Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2009)*.

- Gross, Horst Michael/Böhme, Hans-Joachim (2000a): *PERSES – a Vision-based Interactive Mobile Shopping Assistant*. In: *Proc. IEEE Int. Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE-SMC 2000)*, IEEE Omnipress, S. 80-85.
- Gross, Horst Michael/Böhme, Hans-Joachim/Key, Jürgen/Wilhelm, Torsten (2000b): *The PERSES Project – a Vision-based Interactive Mobile Shopping Assistant*. In: *Künstliche Intelligenz*, 4, S. 34-36.
- Gross, Horst Michael/Böhme, Hans-Joachim/Schröter, Christof/Müller, Steffen/König, Alexander/Einhorn, Erik/Martin, Christian/Merten, Matthias/Bley, Andreas (2009): *TOOMAS: Interactive Shopping Guide Robots in Everyday Use – Final Implementation and Experiences from Long-term Field Trials*. In: *Proceedings of IEEE/RJS International Conference on Intelligent Robots and Systems*, St. Louis, USA: IROS, S. 2005-2012.
- Gross, Horst Michael/Böhme, Hans-Joachim/Schröter, Christof/Müller, Steffen/König, Alexander/Martin, Christian/Merten, Matthias/Bley, Andreas (2008): *ShopBot: Progress in Developing an Interactive Mobile Shopping Assistant for Everyday Use*. In: *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE-SMC 2008)*, Singapore, S. 3471-3478.
- Hatscher, Michael (2001): *Joy of use – Determinanten der Freude bei der Software-Nutzung*. In: *Oberquelle, Horst/Oppermann, Reinhard/Krause, Jürgen (Eds.): Mensch & Computer 2001: 1. Fachübergreifende Konferenz in Bad Honnef (Bonn)*. Stuttgart: B.G. Teubner, S. 445-446.
- Ichbiah, Daniel (2005): *Roboter. Geschichte – Technik – Entwicklung*. München: Knesbeck GmbH & Co.
- International Federation of Robotics (IFR) (2009): *World Robotics 2009. Executive Summary*. Verfügbar unter URL: http://www.worldrobotics.org/downloads/2009_executive_summary.pdf [05.03.2010].
- Jordan, Patrick W. (1998): *An Introduction to Usability*. London: Taylor & Francis.
- Kanda, Takayuki/Glas, Dylan F./Shiomi, Masahiro/Hagita, Norihiro (2009): *Abstracting People's Trajectories for Social Robots to Proactively Approach Customers*, *IEEE Transactions on Robotics*, 25(6), S.1382-1396.
- Kanda, Takayuki/Shiomi, Masahiro/Miyashita, Zenta/Ishiguro, Hiroshi/Hagita, Norihiro (2009): *An affective guide robot in a shopping mall*, *4th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI2009)*, S.173-180.
- Kulyukin, Vladimir A./Gharpure, Chaitanya (2006a): *Ergonomics-For-One in a Robotic Shopping Cart for the Blind*, *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*, *2006 Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America (RESNA)*. Atlanta, Georgia, USA.
- Kulyukin, Vladimir A./Gharpure, Chaitanya/Nicholson, John/Pavithran, Sachin (2004): *RFID in Robot-Assisted Indoor Navigation for the Visually Impaired*. *Proceedings of the 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2004)*, Sendai, Japan.
- Kulyukin, Vladimir A./Gharpure, Chaitanya/Pentico, Cassidy (2007): *Robots as Interfaces to Haptic and Locomotor Spaces*. Paper presented at HRI '07, Arlington, Virginia, USA.
- Lohse, Manja (2007): *Nutzerfreundliche Mensch-Roboter-Interaktion. Kriterien für die Gestaltung von Personal Service Robots*. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller.
- Mori, Masahiro (2005): *On the Uncanny Valley*. *Proceedings of the Humanoids-2005 workshop: Views of the Uncanny Valley*. 5 December 2005, Tsukuba, Japan.
- Myers, Michael D./Newman, Michael (2007). *The qualitative interview in IS research: Examining the craft*. In: *Information and Organization*, 17 (1), S. 2-26.
- Nishimura, Soh/Takemura, Hiroshi/Mizugushi, Hiroshi (2007): *Development of Attachable Modules for Robotizing Daily Items. Person Following Shopping Cart Robot*. *Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*, Sanya, China.
- Oppermann, Reinhard/Reiterer, Harald (1997): *Software Evaluation Using the 9241 Evaluator*. In: *Behaviour & Information Technology*, 16 (4/5), S. 232-245.
- Pöschl, Sandra/Döring, Nicola/Böhme, Hans-Joachim/Martin, Christian (2008): *Computergestützte Artikelsuche im Baumarkt. Formative Evaluation eines Artikelsuchsystems für mobile Shopping-Roboter*. In: *Zeitschrift für Evaluation*, 7 (1), S. 113-135.

die Resultate der Akzeptanzerhebung von besonderem Interesse. Diese könnten Aufschlüsse über einen subjektiven Mehrwert des Roboters im Sinne der zukünftigen Nutzungsintention und deren Einflussgrößen wie der wahrgenommenen Nützlichkeit und der Einstellung gegenüber dem Roboter bieten.

Insgesamt gesehen war die zukünftige Nutzungsintention des Roboters relativ hoch, und zwar überraschenderweise unabhängig von Alter und Geschlecht. Dies zeichnet ein optimistisches Bild: Interagieren verschiedene Menschen erst einmal mit dem Roboter, scheint er im Großen und Ganzen von Kundinnen und Kunden jeder Altersgruppe akzeptiert zu werden. Als bedeutsame Einflussgrößen dieser Intention erwiesen sich eine *positive Einstellung gegenüber dem Roboter*, die auf konkreten Nutzungserfahrungen beruht, die *wahrgenommene Nützlichkeit* und der *erwartete Bedienkomfort*. Diese Determinanten der Akzeptanz können bei einer weiteren Implementierung der Roboter für begleitende Marketingmaßnahmen genutzt werden. Durch entsprechende Kommunikationsmaßnahmen, wie beispielsweise eine gezielte Ansprache von Besucher(inne)n im Eingangsbereich und eine Einladung zum Testen des Roboters, können erste Erfahrungen mit dem bisher noch eher unbekanntem System gemacht und Hemmnisse abgebaut werden. Mittels der schon vorhandenen Printkataloge in den Werbewochen (aber auch durch Flyer und beispielsweise ausgestellte Plakate) könnte auf die möglichen Dienstleistungen des Roboters, die insgesamt gute Usability und vor allem auf die Zielsetzung seines Einsatzes hingewiesen werden, nämlich das Personal durch die Bearbeitung von Routineanfragen zu entlasten. Denn nicht zuletzt wurde der Roboter als eine gute Alternative zur Suche bei einem gleichzeitigen hohen Kundenaufkommen an der Information oder bei den Fachkräften gesehen. Entsprechende Kommunikationsstrategien sollten eingeführt und in einer begleitenden Studie hinsichtlich ihrer Wirksamkeit in Bezug auf eine Steigerung des Bekanntheitsgrads des Roboters, einer Erhöhung der Nutzungshäufigkeiten und einer möglichen Akzeptanzsteigerung überprüft werden.

Um die Akzeptanz jedoch dauerhaft auf einem hohen Niveau zu halten, sollten letzte Fehler in der hinterlegten Datenbank auf jeden Fall behoben werden. Auf diese Weise ließen sich potenziell die Effektivität (Artikel werden alle gefunden) und die Effizienz (die Suchdauer wird verkürzt) weiterhin steigern, was sich vermutlich positiv auf die Zufriedenheit auswirken wird. Auch die teilweise zu geringe Fahrgeschwindigkeit (die vor allem von jüngeren Testpersonen kritisch angemerkt wurde) sollte behoben werden. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass diese individuell am Roboter von den Kunden eingestellt werden kann. Letztlich unterliegen die hier dargestellten Studien jedoch auch gewissen Einschränkungen: Da die Datenerhebung mittels offener Beobachtung und mündlichen Interviews stattfand, können Versuchseffekte, wie soziale Erwünschtheit, nicht ausgeschlossen werden. So sind die insgesamt sehr positiven Rückmeldungen und Bewertungen des Shopping-Roboters nicht fraglos zu verallgemeinern.

Weiterhin stellt der Roboter auch nach seinem bisher fast zweijährigen Einsatz immer noch eine Novität dar. So hatten bisher lediglich 14% der Befragten in der Akzeptanzstudie ($n=188$) den Roboter schon einmal genutzt. Deswegen ist es möglich, dass sich die hohe Akzeptanz durch den Reiz erklärt, den eine neuartige Tech-

nologie ausüben kann. Insofern sollte – auch im Hinblick auf eine ökonomische Evaluation – überprüft werden, ob und inwiefern die Akzeptanz auch nach mehrmaliger Nutzung auf dem ermittelten hohen Niveau bleibt.

Die zentrale Erkenntnis der beiden vorgestellten Studien ist, dass der Roboter anhand der objektiven Usability-Kriterien im Vergleich zu einem Einkauf ohne Roboter keinen Zusatznutzen bietet. Dennoch wird er aus subjektiver Sicht der befragten Baumarktkunden und -kundinnen akzeptiert. Dies wirft folgende Fragen auf: Zum einen gilt es zu hinterfragen, ob die Entwicklung eines humanoiden Shopping-Roboters ein Erfolg versprechender Entwicklungspfad ist. Schließlich gibt es durchaus Konkurrenzentwicklungen, wie mit Robotertechnik ausgestattete Einkaufswagen (vgl. Göller et al. 2009; Nishimura/Takemura/Mizoguchi 2007), die ebenfalls autonom durch einen Markt navigieren können. Außerdem befinden sich auch Shopping-Assistenz-Systeme für portable Endgeräte (wie der Personal Shopping Assistant PSA der METRO AG, vgl. Strüker/Sackmann 2004) im Einsatz, die neben einer Navigation durch einen Markt auch Produktinformationen bieten. Entsprechende Prototypen sind möglicherweise vertrauter als Shopping-Roboter und für die Firmen, die sie einsetzen, sehr viel kostengünstiger. Gerade wenn Nutzer(innen) die Auswahl zwischen mehreren Alternativen haben (beispielsweise zwischen mehreren Shopping-Assistenz-Systemen oder zwischen einem Einkauf mit Roboter-Unterstützung oder einem herkömmlichen Einkauf) spielt neben einer guten *Usability* auch *Joy of Use* eine nicht zu vernachlässigende Rolle (vgl. Blythe et al. 2003; Hatscher 2001). *Joy of Use* bezieht sich dabei auf die erlebte freundvolle Qualität der Mensch-Maschine-Interaktion. Es lässt sich vermuten, dass *Joy of Use* bei humanoiden Shopping-Robotern stärker ausgeprägt ist, als bei einem mit Robotertechnik ausgestatteten Einkaufswagen oder einem mobilen Shopping-Assistenten. So ist die Aufgabenerfüllung bei einem humanoiden Shopping-Roboter in eine umfassende Mensch-Roboter-Interaktion mit zahlreichen Kommunikationskanälen (Aussehen, Sprache, Bewegung, soziales Verhalten des Roboters) eingebettet. Dies geschieht nicht ohne Grund: Persönliche Service-Roboter werden in der Regel so menschenähnlich wie möglich gestaltet, weil Menschen versuchen, menschliche Eigenschaften und Gefühle auf Maschinen zu übertragen (vgl. Garfinkel 2004; Lohse 2007). Je stärker die Mensch-Roboter-Interaktion an eine Mensch-Mensch-Interaktion angepasst ist, desto intuitiver ist sie für die menschlichen Nutzerinnen und Nutzer (vgl. Lohse 2007). Dies kann dazu führen, dass weniger Störungen und Fehler im Rahmen der Interaktion auftreten, was zu einem freudvolleren Erleben führt. Insgesamt liegen zu allen Shopping-Assistenz-Systemen (humanoide Roboter, Roboter-Einkaufswagen, Shopping-Assistenten für mobile Endgeräte) bislang kaum systematische Evaluationsstudien in Bezug auf *Usability*, *Nutzerakzeptanz* oder auch *Joy of Use* vor. Wessen Einsatz letztlich der vielversprechendste ist, lässt sich ohne entsprechende Datengrundlage nicht beantworten.

Zum anderen muss aus Sicht der Praxispartner die Frage beantwortet werden, ob und in welchem Umfang sich eine dauerhafte Installation von Robotern im Baumarkt auf lange Sicht lohnt (insbesondere hinsichtlich des ermittelten Widerspruchs zwischen objektivem Mehrwert und subjektiv hoher Akzeptanz). Eine Entscheidung über die Fortführung des Kooperationsprojektes steht vonseiten der Pra-

kaum Hilfestellungen von außen benötigt wurden. Dafür sprechen beispielsweise die niedrigen Werte der Scheu, etwas falsch oder kaputt zu machen (vgl. Abschnitt 5.4.2). Dennoch äußerten die Befragten, das Personal zu fragen, falls es Probleme mit dem Roboter gibt. Insgesamt schien jedoch die Akzeptanz des Roboters an sich davon nicht zusätzlich beeinflusst zu werden.

Joy of Use erklärte ebenfalls keine inkrementelle Varianz. Dies könnte darin begründet liegen, dass dieser Prädiktor ein zur *Attitude Toward Using Technology* verwandtes Konstrukt darstellt. Bei beiden Einflussfaktoren wurde eine mögliche positive Einstellung gegenüber dem Roboter und bei der Nutzung gemessen. Vermutlich lässt sich der größte Einfluss auf die Einstellung gegenüber der Technologie zurückführen, welche auch den Prädiktor mit dem höchsten Beta-Gewicht darstellt. Die Ergebnisse bezüglich der Einflussfaktoren der zukünftigen Nutzungsintention sind in Abbildung 3 mitsamt den dazugehörigen Beta-Gewichten dargestellt.

5.4.4 Zusammenfassung

Die zukünftige Nutzungsintention des Roboters war insgesamt gesehen relativ hoch. Das berechnete Regressionsmodell mit den aufgenommenen Determinanten *Attitude Toward Using Technology*, *Performance Expectancy* und *Effort Expectancy* erklärte insgesamt gut 56% der Varianz. Die Beta-Gewichte deuten darauf hin, dass bezogen auf den untersuchten Shopping-Roboter die positive Einstellung gegenüber dem Roboter, die auf Nutzungserfahrungen beruht, einen Einfluss auf die zukünftige Nutzungsintention hat. Gleichzeitig wurde in den freien Meinungsäußerungen deutlich, dass bei manchen Befragten noch gewisse Hemmungen vorherrschten, den Roboter zu nutzen. Solche Hemmnisse können jedoch möglicherweise abgebaut werden, wenn Baumarktkund(inn)en an die Roboternutzung herangeführt werden und dadurch eigene Erfahrungen mit dem System machen. Dies äußerte sich beispielsweise in der Aussage folgender Testperson: „Hätte ich von allein nicht genutzt, aber jetzt weiß ich ja, wie es geht“ (Testperson 108, weiblich, 67 Jahre).

Eine Voraussetzung ist jedoch, dass die Nutzer(innen) wahrnehmen, dass ihnen die Roboter-Nutzung einen Vorteil bringt, dass sie nämlich unter Umständen die gesuchten Artikel schneller finden, als wenn sie selbstständig suchen, und das Personal gerade mit Beratungsgesprächen ausgelastet ist. Wenn Nutzende einen bestimmten Bedienkomfort erwarten, dürfen sie jedoch nicht enttäuscht werden, ansonsten sinkt die Akzeptanz. Nicht zuletzt muss sichergestellt werden, dass der Roboter seine Aufgabe effektiv und effizient erfüllt (vgl. Abschnitt 4.4) und die Nutzenden einen zufriedenstellenden Einkauf erleben. Interessanterweise wiesen die soziodemografischen Variablen Alter und Geschlecht keinen überzufälligen Einfluss auf die Varianzerklärung der zukünftigen Nutzungsintention auf. Dies ist durchaus positiv festzuhalten, denn der Roboter soll seine Aufgabe bei Kunden und Kundinnen jeder Altersgruppe erfüllen und einen entsprechenden Mehrwert darstellen.

6. Diskussion

Der an dieser Stelle vorgestellte Shopping-Roboter TOOMAS zählt zu den weltweit führenden Entwicklungen im Bereich der autonomen, mobilen Einkaufsroboter. Seine Entwicklung war über die ganze Projektdauer hinweg mit einem konkreten Plan für einen dauerhaften Praxiseinsatz verbunden. Deswegen wurden fortlaufend systematische Evaluationen des Roboters hinsichtlich seiner *Usability* und der Akzeptanz vonseiten der zukünftigen Nutzer(innen) durchgeführt. Die ermittelten Ergebnisse der vorherigen Nutzerstudien haben dazu geführt, dass seit 2008 zehn Exemplare des Roboters in den drei Filialen der bundesweit operierenden toom BauMarkt GmbH eingesetzt werden. Dieser Einsatz stellte den letzten Probelauf hinsichtlich der Marktreife und Akzeptanz des Roboters dar. Diese erste Prototypen-Serie des Roboters wurde gezielt in den seit 2008 eingerichteten ‚WOW-Märkten‘ eingesetzt. Deren Ausrichtung liegt nicht auf dem üblichen Baumarktbestand, sondern auf dem Bereich ‚Einrichten und Gestalten‘. Solche Filialen stellen eine Mischung aus Baumarkt und Einrichtungshaus dar. Dadurch zeichnen sie sich im Vergleich zu herkömmlichen Baumärkten durch ein höheres Kundenaufkommen und häufigere Beratungsanfragen aus. Entsprechend sollen die Roboter in diesen Filialen Routinefragen nach Artikelstandorten beantworten, damit sich das qualifizierte Personal auf seine eigentliche Aufgabe, nämlich die anspruchsvolle Kundenberatung konzentrieren kann. Letztere kann und soll ein Roboter nicht leisten. Diese Zielsetzung ist entsprechend Gegenstand der Öffentlichkeitsarbeit der toom BauMarkt GmbH, um der durchaus berechtigten Sorge um den Abbau von Arbeitsplätzen auf Kunden- und Mitarbeiterseite vorzubeugen.

Zum Abschluss der Pilotphase wurde TOOMAS hinsichtlich seiner *Usability* im Vergleich zu einem herkömmlichen Einkauf ohne Roboter summativ evaluiert und die Akzeptanz auf Kundenseite erhoben. Effizienz, Effektivität und Zufriedenheit mit dem Roboter wurden aus subjektiver Kundensicht überwiegend positiv beurteilt, wenn sie auch nicht stärker ausgeprägt waren als bei einem Einkauf ohne Roboter. Zwar war ein Einkauf mit einem Roboter hinsichtlich der objektiven Zeitmessung nicht schneller und damit effizienter und es wurden nicht mehr Artikel gefunden als bei einer Suche ohne Roboter-Unterstützung. Es kann aber dennoch der Schluss gezogen werden, dass der Roboter einem herkömmlichen Einkauf in Bezug auf Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit auch nicht nennenswert nachstand. Über die Hälfte der Nicht-Nutzer(innen) fanden die von ihnen gesuchten Artikel zum Beispiel erst nach Nachfrage an der Information. Folglich wurde in der Studie kein hartes Vergleichskriterium herangezogen, da die Kontrollgruppe bei ihrem herkömmlichen Einkauf die Hilfe des Personals heranziehen konnte. Der Schwerpunkt der Studie lag darauf, einen Roboter-Einsatz mit einem möglichst natürlichen Einkaufsverlauf zu vergleichen. Das Fachpersonal kann jedoch nicht immer für Kundenanfragen verfügbar sein. Ein weiterer Vergleich eines roboterunterstützten Einkaufs mit einem Einkauf ohne Roboter *und* ohne Hilfe des Personals wäre hinsichtlich der *Usability*-Kriterien – insbesondere Effektivität und Effizienz – sehr interessant. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse aus dem *Usability*-Test waren

Hinsichtlich der Prüfung der Voraussetzungen zeigte sich, dass eine multivariate Normalverteilung nicht vorlag. Das Verfahren der multiplen linearen Regression ist jedoch bei ausreichender Fallzahl als sehr stabil gegenüber solchen Voraussetzungsverletzungen zu betrachten (vgl. Bortz, 2005: 450). Entsprechend wurde die multiple lineare Regression dennoch berechnet. Zur Multikollinearitätsdiagnose wurden die Toleranz und der Variance Inflation Factor (VIF) betrachtet. Im resultierenden Modell konnte Multikollinearität anhand dieser Kriterien weitestgehend ausgeschlossen werden (Toleranz $>,608$; VIF $<1,64$). Die erforderte Homoskedastizität und eine fehlende Autokorrelation der Residuen⁶ konnten anhand einer Analyse von Streudiagrammen als gegeben betrachtet werden.

Tabelle 4: Schrittweise multiple Regression zur Vorhersage der zukünftigen Nutzungsintention bezüglich des Shopping-Roboters TOOMAS

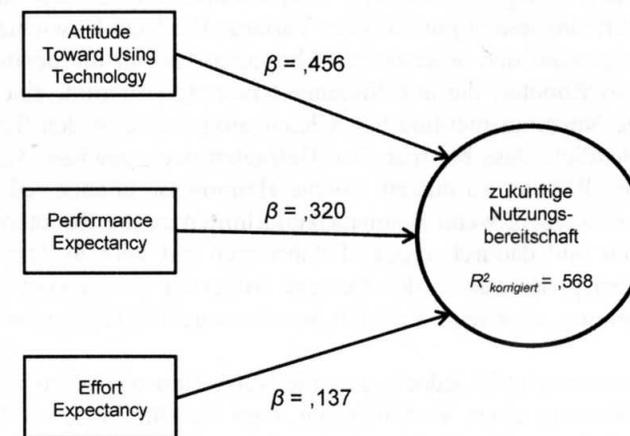
Prädiktoren	R^2	$R^2_{\text{koriigiert}}$	ΔR^2	β	t	p
Modell 1	,48	,48	,48			
(F=148,156; $p<,0001$; $df_1=1$; $df_2=158$)						
Konstante					,43	,67
Attitude Toward Using Technology				,70	12,17	<,0001
Modell 2	,56	,56	,08			
(F=100,508; $p<,0001$; $df_1=1$; $df_2=157$)						
Konstante					-,53	,59
Attitude Toward Using Technology				,51	8,05	<,0001
Performance Expectancy				,33	5,27	<,0001
Modell 3	,58	,57	,02			
(F=70,698; $p<,0001$; $df_1=1$; $df_2=156$)						
Konstante					-2,05	,04
Attitude Toward Using Technology				,47	6,82	<,0001
Performance Expectancy				,32	5,08	<,0001
Effort Expectancy				,14	2,33	,02

Die Regressionsanalyse ergab im dritten Schritt ein Modell, das einen überzufälligen Zusammenhang ($r=,76$; $SE=,82$; $df=3$; $F=70,70$; $p<,0001$) und eine korrigierte Varianzaufklärung von $R^2_{\text{koriigiert}}=,57$ aufwies ($R^2=,58$). Insgesamt zeigte sich, dass die zukünftige Nutzungsbereitschaft zu einem recht hohen Maß und am stärksten durch die Einstellung gegenüber der Technologie-Nutzung, also der *Attitude Toward Using Technology*, beeinflusst wird. Hierbei ist zu beachten, dass damit die Einstellung gemeint ist, welche die Nutzer(innen) aufgrund der Nutzung des Systems und der dabei gemachten Erfahrungen gegenüber der Technologie haben. Entsprechend kann abgeleitet werden, dass die Akzeptanz und zukünftige Nut-

6 Zur Überprüfung der Autokorrelation der Residuen wurde nicht auf den Durbin-Watson-Test zurückgegriffen, da dieser eine Diagnose lediglich bei Zeitreihenanalysen ermöglicht (vgl. Backhaus 2008).

zungsbereitschaft steigen, wenn die Baumarktkund(inn)en den Roboter zumindest einmal genutzt haben. Dies ist allerdings nur unter der Voraussetzung der Fall, dass die Erfahrungen, die sie bei der roboterunterstützten Einkaufstour machen, angenehmer Art sind. Eine gute *Usability* beispielsweise (vgl. Abschnitt 4) ist damit für die Akzeptanz des Systems unabdingbar. Weitere wichtige Faktoren sind die *Performance Expectancy* (Nutzen-/Leistungserwartung) und *Effort Expectancy* (erwarteter Bedienkomfort). Dies sind wichtige und gut nachvollziehbare Einflüsse. Ein System, das hinsichtlich eines Vorteils bezüglich der Zielerreichung – im Vergleich zu einer eigenständigen Suche – und des Bedienkomforts positiv wahrgenommen wird, kann für die Zielgruppe subjektiv wahrgenommen einen Mehrwert darstellen. Dieser wahrgenommene Mehrwert wiederum kann zu einer größeren zukünftigen Nutzungsbereitschaft führen und sich in gesteigerter Akzeptanz ausdrücken.

Abbildung 3: Einfluss der Akzeptanzdeterminanten mit inkrementeller Varianzaufklärung auf die zukünftige Nutzungsintention hinsichtlich des Shopping-Roboters TOOMAS (schrittweise Regression, in drei Iterationen konvergiert, $n=188$)



Des Weiteren klärten weder der soziale Einfluss (*Social Influence*) noch erleichternde organisatorische oder infrastrukturelle Bedingungen (*Facilitating Conditions*) zusätzliche Varianz auf. Hinsichtlich des sozialen Einflusses könnte eine Erklärung darin bestehen, dass der Roboter aufgrund seines Neuheitswerts noch keinen großen Bekanntheitsgrad bei der Baumarktkundschaft und deren Bekanntheitskreis erreicht hat. Interessant ist jedoch, dass die erleichternden Bedingungen keinen nennenswerten Einfluss auf die Akzeptanz hatten. Gerade bei einer innovativen und allgemein eher unbekanntem Technologie können potenzielle Hilfestellungen durch das Personal für mehr subjektive Sicherheit sorgen und dadurch eventuell die Akzeptanz erhöhen. Möglicherweise wurde der Roboter als insgesamt gut funktionierendes und verständliches System wahrgenommen, für dessen Benutzung

5.4 Ergebnisse zur Akzeptanz

5.4.1 Freie Beurteilung des Roboters

Insgesamt zeigte sich eine hohe Akzeptanz des Roboters. Zusammenfassend wurden die schnelle und zielstrebige Artikelsuche gelobt, sowie die einfache Bedienung und sein ansprechendes Äußeres. Des Weiteren wurden die Vorzüge des Roboters als gute Alternative erkannt, wenn das Personal gerade keine Kapazitäten zur Verfügung hat und der Service-Point zu stark besucht ist. Dies äußerte sich unter anderem in freien Meinungsäußerungen der Personen, die den Roboter testeten ($n=132$ positive Nennungen):

- „Ist doch eine super Idee. Da braucht man nicht hier rum rennen und suchen. Der ist clever, der weiß genau, wo wir hin wollen“ (Testperson 166, weiblich, 55 Jahre).
- „Ich bevorzuge lieber Personal, aber wenn das nicht da ist, dann würd ich den Roboter nehmen“ (Testperson 39, männlich, 46 Jahre).

Dennoch gab es auch negative Kritik ($n=86$ Äußerungen): Zum einen wurde die teilweise als schwierig bezeichnete Artikelsuche angemerkt, außerdem – insbesondere von jüngeren Testpersonen –, dass die Fahrgeschwindigkeit des Roboters zu langsam sei. Anhand der dokumentierten Beobachtungen konnte zudem festgestellt werden, dass der Roboter teilweise Befremden und Skepsis auslöste. Dies zeigte sich in einer zaghaften Herangehensweise an TOOMAS und einer etwas ängstlichen Auseinandersetzung mit dem System, was sich anhand folgender Zitate illustrieren lässt:

- „Ich hab vor jeder Technik Angst“ (Testperson 122, weiblich, 69 Jahre).
- „Man hat da schon Hemmnisse“ (Testperson 65, männlich, 17 Jahre).

Hierbei zeigte sich interessanterweise kein Alterseffekt, es bestand kein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Befürchtung, bei der Bedienung des Roboters etwas falsch zu machen ($r=,12$; $p=,12$; $n=162$).

5.4.2 Deskriptive Ergebnisse der Akzeptanzkriterien

Deskriptiv zeigte sich, dass die Bereitschaft, den Roboter zukünftig zu nutzen, bei den Befragten insgesamt eher stark ausgeprägt war ($M=3,92$; $SD=1,22$; $n=188$). Dies könnte darin begründet liegen, dass auch die postulierten Einflussfaktoren des UTAUT-Modells in der Regel positiv bewertet wurden (vgl. Tabelle 3).

So stimmten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eher zu, dass sie glaubten, mit dem Roboter einen Artikel schneller zu finden als ohne Roboter (Performance Expectancy), und dass sie die Bedienung des Roboters als einfach, klar und verständlich wahrnahmen (Effort Expectancy). Des Weiteren gaben sie an, dass sie bei Problemen mit dem Roboter das Fachpersonal hinzuziehen würden, verneinten jedoch, dass Computerkenntnisse benötigt würden, um TOOMAS zu bedienen.

Diese beiden Indikatoren wurden als erleichternde Bedingungen (Facilitating Conditions) zur Nutzung erhoben. Einen sozialen Einfluss in dem Sinne, dass im Bekanntenkreis bereits über den Roboter gesprochen wurde, verneinten sie jedoch. Dies mag daran liegen, dass die Shopping-Roboter in der Pilotphase noch ein Novum im Baumarkt darstellten und ein gezieltes Marketing erst zu Beginn einer endgültigen Markteinführung starten sollte. Insgesamt zeigten sich die Kundinnen und Kunden der neuen Technologie gegenüber relativ aufgeschlossen: Sie gaben nach der Nutzung eine eher positive Einstellung gegenüber dem Roboter (Attitude Toward Using Technology) an, indem sie die Nutzung als angenehm empfanden und äußerten, dass sie sich wohlgefühlt hätten. Passend dazu schienen die Teilnehmenden keine Scheu davor zu empfinden, den Assistenten zu nutzen: Die Angst etwas falsch oder kaputt zu machen (Anxiety) wurde verneint. Zudem machte ihnen der Einkauf mit dem Roboter Spaß (Joy of Use).

Tabelle 3: Beurteilung der Akzeptanzkriterien des Shopping-Roboters TOOMAS auf einer fünfstufigen Ratingskala (1=niedrigste Zustimmung bis 5=höchste Zustimmung)

$n=188$; ^a $n=160$	<i>M</i>	<i>SD</i>
Performance Expectancy	3,88	1,20
Effort Expectancy	4,39	0,68
Social Influence	1,32	0,89
Facilitating Conditions	3,74	0,93
Attitude Toward Using Technology	4,02	0,92
Anxiety ^a	1,38	0,74
Joy of Use	4,42	0,94
zukünftige Nutzungsintention	3,92	1,22

5.4.3 Ergebnisse zu Einflussfaktoren der Akzeptanz

Um weitere Erkenntnisse über die Einflüsse der genannten Faktoren auf die zukünftige Nutzungsintention und damit die Akzeptanz zu gewinnen, wurde im nächsten Schritt eine multiple lineare Regression mit schrittweiser Aufnahme der folgenden Prädiktoren berechnet: *Performance Expectancy*, *Effort Expectancy*, *Social Influence*, *Facilitating Conditions*, *Attitude Toward Using Technology*, *Anxiety* und *Joy of Use*. Außerdem wurden das Geschlecht, das Alter und die Vorerfahrung mit dem Roboter als Prädiktoren berücksichtigt. Die Intention einer zukünftigen Nutzung stellte als Akzeptanzmaß das Kriterium dar. Das Verfahren der schrittweisen Aufnahme wurde deswegen gewählt, da auf den vorliegenden speziellen Nutzungskontext bezogen eruiert werden sollte, welche Determinanten einen zusätzlichen Erklärungswert für die Nutzungsintention bieten. Diese Erkenntnisse können nach der Pilotphase herangezogen werden, um mit gezielten Marketingmaßnahmen die Akzeptanz des Roboters als Einkaufshilfe im Baumarkt möglicherweise noch zu erhöhen. Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse ist in Tabelle 4 zu finden.

5. Studie 2 – Fokus Akzeptanz

5.1 Evaluationsdesign und Untersuchungsablauf

Anliegen der zweiten Studie war es, den Shopping-Roboter TOOMAS bezüglich seiner Akzeptanz bzw. zukünftigen Nutzungsbereitschaft vonseiten der Baumarktkundschaft zu evaluieren. Dabei handelte es sich um eine nicht experimentelle Feldstudie in einer Filiale der toom BauMarkt GmbH. Auch hier wurden in einer mehrtägigen Erhebungsphase im Februar 2009 Feldtests des Roboters mit Kundinnen und Kunden des Baumarktes durchgeführt. Um aussagekräftige Rückschlüsse bezüglich der Akzeptanz ziehen zu können, wurden die Teilnehmenden gebeten, einen bestimmten, von ihnen gesuchten Artikel mittels des Roboters zu suchen und sich an den Standort führen zu lassen. Mündliche Interviews dienten der Erhebung des genannten Akzeptanzkriteriums der zukünftigen Nutzungsintention, der Akzeptanzdeterminanten und weiterer Kontrollvariablen. Auch in diesem Fall wurde der Befragungszeitraum in eine Werbewoche gelegt, um die Nutzungsintention unter möglichst realistischen zukünftigen Einsatzbedingungen zu ermitteln. Wie auch in der ersten Studie zur Usability unterteilte sich jeder Versuchsdurchgang in drei Abschnitte:

1. *Instruktion*: Eine Versuchsleiterin sprach die Testpersonen im Eingangsbereich des Baumarktes an. Personen, die bestimmte Artikel suchten und gleichzeitig deren Standort nicht kannten, wurden gebeten, an den Tests teilzunehmen. Diese Einschlusskriterien wurden über Filterfragen ermittelt. Stimmten die Kund(inn)en einer Teilnahme an den Tests zu, erhielten sie Basisinformationen über den wissenschaftlichen Hintergrund der Studie und den Datenschutz (anonymisierte Auswertung, sichere Verahrung der Testunterlagen, keine Weitergabe von personenbezogenen Daten) und es wurde ihnen ein Versuchspersonen-Code zugewiesen.
2. *Test des Roboters*: Die Teilnehmenden wurden gebeten, den Roboter für eine Artikelsuche zu nutzen und dabei nach jenen Produkten zu suchen, wegen derer sie in den Baumarkt gekommen waren. Der Ablauf der Suche wurde von zwei Versuchsleiterinnen offen beobachtet und protokolliert.
3. *Interview zur Bewertung des Roboters*: Anschließend an die Roboter-Nutzung beantworteten die Kund(inn)en offene und geschlossene Fragen zur Bewertung des Roboters hinsichtlich der Akzeptanzdeterminanten, der zukünftigen Nutzungsintention, soziodemografischer Merkmale und zu Kontrollvariablen wie Computer- und Heimwerkerkenntnissen.

Auch in dieser Studie waren die Versuchsleiterinnen Mitglieder des Forschungsteams, die in keiner Bekanntschaftsbeziehung zur befragten Baumarktkundschaft standen. Des Weiteren waren sie ebenfalls nicht bei der toom BauMarkt GmbH beschäftigt. Die Versuchsleiterinnen waren Mitte 20 und so wie die Kundschaft leger gekleidet, um eine Minimierung sozialer Dissonanz zu den Befragungspersonen sicherzustellen (vgl. Myers/Newman 2007).

5.2 Operationalisierung der Evaluationskriterien und Kontrollvariablen

Zur Operationalisierung der Akzeptanzkriterien (z.B. zukünftige Nutzungsbereitschaft, Performance Expectancy, Facilitating Conditions und Joy of Use) und Kontrollvariablen (z.B. Geschlecht, Computererfahrung, Heimwerkerkenntnisse, vergleiche auch Tabelle 1) wurde ein teilstandardisierter Interview-Leitfaden mit vorgegebener Fragenabfolge entwickelt und einem Pretest unterzogen. Wie auch in der Usability-Studie fand dieser in einem anderen Baumarkt der toom BauMarkt GmbH statt, um eine Konfundierung mit der eigentlichen Stichprobe zu vermeiden. Die Operationalisierung der Ratingskalen zur Beurteilung der Akzeptanzkriterien erfolgte vollstandardisiert mittels fünfstufiger Likert-Skalen (1=geringste Ausprägung bzw. Ablehnung, 5=höchste Ausprägung bzw. Zustimmung). Auch hier war der Einsatz mündlicher Interviews bei der Datenerhebung im Baumarkt effizienter als eine schriftliche Befragung (vgl. Bortz/Döring 2006). Frei geäußerte Anmerkungen der Testpersonen zur Roboter-Nutzung wurden mit protokolliert, zudem wurden zwei offene Fragen zu den ersten Eindrücken hinsichtlich des Roboters direkt nach der Systemnutzung gestellt.

5.3 Stichprobenziehung und -beschreibung

An der Studie nahmen insgesamt $N=193$ Personen teil. Dabei wurden $n=5$ Fälle mittels explorativer Datenanalyse als Ausreißer identifiziert. Diese Fälle zeichneten sich in ihrem Antwortmuster in der Befragung und in ihren frei protokollierten Äußerungen zum einen durch deutliche Versuchsleitereffekte im Sinne sozialer Erwünschtheit (beispielsweise einer extrem positiven Bewertung des Roboters, obwohl der gesuchte Artikel nicht gefunden wurde) aus. Zum anderen äußerten sie sich zum Teil hinsichtlich einer extrem negativen Bewertung des Roboters, sowohl übergreifend in den Akzeptanzkriterien als auch der freien Meinungsäußerung, so dass sie aus diesen Gründen vermutlich nicht der Zielgruppe des Shopping-Roboters entsprachen. Nach Ausschluss dieser Fälle resultierte eine Stichprobe von $n=188$ Baumarktkundinnen (42%) und -kunden (58%). Diese wurden im Eingangsbereich des Baumarktes angeworben und nach einer Bejahung der oben genannten Filterfragen in die Gelegenheitsstichprobe aufgenommen. Die Befragten wiesen ein Durchschnittsalter von $M=46,65$ Jahren ($SD=14,67$) mit einer Spannweite von 17 bis 80 Jahren auf. Es gaben 25% den Hauptschulabschluss als höchsten Bildungsabschluss an, 32% die mittlere Reife und 20% das Abitur. Weitere 23% hatten einen Hochschulabschluss. Mehrheitlich attestierten sich die Teilnehmenden normale (39%) bis fortgeschrittene Computerkenntnisse (31%). Außerdem verfügten nach ihren Angaben 34% über normale handwerkliche Fähigkeiten, 33% über fortgeschrittene.

aus der Kontrollgruppe (Roboter-Nicht-Nutzende) anhand der soziodemografischen Variablen zugeordnet. Entsprechend erfolgte eine Auswertung nicht anhand von Merkmalsausprägungen, die einzelne Merkmalsträger auf sich vereinen. Grundlage sind stattdessen die Messwertpaare, die in Bezug auf diese künstlichen Zwillinge erzeugt und miteinander verglichen wurden.

4.4.1 Effektivität

Bezüglich der Effektivität zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen dem Finden eines Artikels mit bzw. ohne Hilfe des Roboters (vgl. Tabelle 2; *McNemar* $\chi^2=1,0$; $df=1$; $p=1,0$; $n=47$ Messwertpaare). Insgesamt ergaben die Ergebnisse, dass die überwiegende Anzahl der Testpersonen den Artikel sowohl mit als auch ohne Roboterunterstützung gefunden hatte. Auch zeigte sich deskriptiv zwischen den Kombinationen der Messwertpaare *Nutzer(in) findet Artikel/Nicht-Nutzer(in) findet Artikel nicht* und der Konstellation *Nutzer(in) findet Artikel nicht/Nicht-Nutzer(in) findet Artikel* kein bedeutsamer Unterschied. Die Hypothese H1 wurde verworfen.

Tabelle 2: Beobachtete Kombinationen der Messwertpaare für Roboter-Nutzer(in) und Roboter-Nicht-Nutzer(in) hinsichtlich Finden des gesuchten Artikels ($n=47$ Messwertpaare)

		Roboter-Nutzer(in)		Zeilensumme
		Artikel gefunden	Artikel nicht gefunden	
Roboter-Nicht-Nutzer(in)	Artikel gefunden	30	6	36
	Artikel nicht gefunden	7	4	11
Spaltensumme		37	10	47

4.4.2 Effizienz

Hinsichtlich der Effizienz zeigte sich, dass die objektive Suchdauer einen überzufälligen hypothesenkonträren Unterschied aufwies. Die Suche ohne Roboter war schneller ($M=135,43$ Sekunden, $SD=85,84$ Sekunden) als die Suche mithilfe des Systems ($M=180,34$ Sekunden, $SD=82,84$ Sekunden; $t=2,81$; $df=46$; $p=,003$; $n=94$). Es handelte sich um einen mittleren Effekt ($d=0,41$).

Dieses Bild spiegelte sich ebenfalls bei der subjektiven Einschätzung der Suchdauer wider. So bewerteten die Personen, die eigenständig suchten, die Dauer als schnell ($M=4,13$; $SD=0,92$), die Kund(inn)en mit Roboterunterstützung als mittel bis schnell ($M=3,70$; $SD=1,20$). Auch in diesem Fall lag ein überzufälliger Effekt vor ($t=2,03$; $df=46$; $p=,025$; $n=94$; $d=,30$), der als schwach zu klassifizieren war.

Abschließend wurde aufgedeckt, dass auch die Zufriedenheit mit der Suchdauer in der Gruppe der Roboter-Nutzer(innen) ($M=4,19$; $SD=1,01$) tendenziell etwas niedriger war als in der Gruppe der Nicht-Nutzer(innen) ($M=4,28$; $SD=,88$), auch wenn es sich nur um einen sehr schwachen, nicht signifikanten Effekt handelte ($t=,48$; $df=46$; $p=,32$; $n=94$; $d=,07$).

Entsprechend wurden die Hypothesen H2 bis H4 verworfen. Insgesamt musste festgehalten werden, dass ein Einkauf mit dem Shopping-Roboter nicht effizienter war als eine eigenständige Artikelsuche ohne Roboter.

4.4.3 Zufriedenheit

Ebenso ließ sich aufgrund des Vergleichs der Zufriedenheit mit dem gesamten Einkaufserleben kein direkter Mehrwert für den Einsatz des Shopping-Roboters ermitteln. Es wurde kein überzufälliger Unterschied und nur ein sehr schwacher Effekt zwischen dem Einkauf mit Roboter ($M=4,06$; $SD=,99$) und ohne Roboter ($M=4,13$; $SD=,85$) nachgewiesen ($t=,33$; $df=46$; $p=,74$; $n=94$; $d=,05$). Die Hypothese H5 wurde verworfen.

4.4.4 Zusammenfassung

Insgesamt zeigte sich ein auf den ersten Blick eher pessimistisches Bild bezüglich des Mehrwerts, den ein Shopping-Roboter für die Baumarktkundschaft darstellen könnte. So war ein Einkauf mit Roboter nicht effektiver, effizienter oder zufriedensstellender als ein Einkauf ohne Roboter. Dies kann mehrere Gründe haben: Zum einen könnten noch letzte verbleibende Fehler in der hinterlegten Datenbank die Suchdauer unnötig verlängern. So konnten zum einen manche der gesuchten Artikel nach Angaben der Testpersonen in der hinterlegten Datenbank nicht gefunden werden. Eine Überarbeitung der mehr als 80.000 Artikel umfassenden Datenbank (z.B. Vereinfachung von Artikelbezeichnungen, Aufnahme von Saisonartikeln und Sonderangeboten) konnte bisher aufgrund der damit verbundenen hohen Kosten und des großen Aufwands für den Baumarkt nur ausschnittsweise und fortlaufend erfolgen und war zum Zeitpunkt der Studie noch nicht abgeschlossen. Zum anderen stellte sich heraus, dass der Roboter insbesondere dann schnell navigieren konnte, wenn die Gänge im Baumarkt frei waren, also ein eher niedriges Kundenaufkommen vorherrschte. Insbesondere zu solchen Zeiten kann sich jedoch das Baumarktpersonal persönlich um die Kundschaft kümmern, so dass ein Einsatz des Roboters eher verzichtbar ist. Bei hohem Kundenaufkommen und einer starken zeitlichen Beanspruchung der Angestellten des Baumarkts konnten sich die Teilnehmer(innen) nach eigener Aussage den Roboter als hilfreiche Alternative vorstellen. Abschließend darf nicht aus den Augen verloren werden, dass die Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit mit dem Roboter dem Einkauf ohne Shopping-Assistenz zumindest nicht nennenswert nachstand. So zeigte sich beispielsweise, dass auch Nicht-Nutzer(innen) in 53% der Fälle ($n=25$) den Artikel nicht ohne Hilfe fanden, sondern entweder direkt (38%; $n=29$) oder im zweiten Anlauf (21%; $n=29$) an der Information nachfragten. Insgesamt wurden Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit bei beiden Formen des Einkaufs als überwiegend sehr positiv beurteilt. Aufgrund der ermittelten Ergebnisse der Usability-Tests war von besonderem Interesse, inwiefern ein Shopping-Roboter im Baumarkt akzeptiert wird und ob er eventuell einen Mehrwert hinsichtlich der wahrgenommenen Nützlichkeit und des Joy of Use bietet.

beobachtet und mittels Protokollierung festgehalten. Mündliche Interviews dienten der Erhebung der genannten Evaluationskriterien und weiterer Kontrollvariablen. Die toom BauMarkt GmbH führt alle vierzehn Tage eine Werbewoche durch. Im betreffenden Zeitraum werden Printkataloge an die Haushalte im Einzugsgebiet des Baumarktes verteilt. Werbe- und Sonderaktionsartikel sind jeweils aktuell in der Datenbank des Roboters verzeichnet und können mittels einer Sonderangebotsuche ausgegeben werden. Die Verantwortlichen des Projekts nahmen an, dass die Versendung des Printkatalogs zu einem erhöhten Kundenaufkommen führt, und dass diese insbesondere Artikel aus den Werbemitteln suchen. Dies stellt eines der intendierten Einsatzgebiete des Roboters dar. Entsprechend wurde der Erhebungszeitraum in eine Werbewoche gelegt. Jeder Versuchsdurchgang unterteilte sich in drei Abschnitte:

1. *Instruktion*: Eine Versuchsleiterin sprach die Testpersonen im Eingangsbereich des Baumarktes an. Untersucht werden sollte lediglich die spätere Zielgruppe des Roboters, nämlich Personen, die bestimmte Artikel suchen und gleichzeitig deren Standort nicht kennen. Kund(inn)en, die sich selbst sehr gut im Baumarkt auskennen und/oder nichts Bestimmtes suchen, werden vermutlich nicht ernsthaft auf die Unterstützung des Roboters zurückgreifen, da dieser zur Erfüllung ihrer spezifischen Bedürfnisse nicht nötig ist. Aus diesem Grund wurden lediglich Personen in die Stichprobe aufgenommen, welche die beiden genannten Kriterien erfüllten. Dies wurde über Filterfragen ermittelt. Wurden die Filterfragen bejaht, erhielten die Teilnehmenden Basisinformationen über den wissenschaftlichen Hintergrund der Studie und den Datenschutz (beispielsweise die strikt anonymisierte Auswertung und sichere Aufbewahrung der Interview-Protokolle). Nach ihrer Zustimmung zur Teilnahme wurde ihnen ein Versuchspersonen-Code zugewiesen.
2. *Usability-Test des Roboters*: Die Testpersonen wurden gebeten, entweder den Roboter für eine Artikelsuche zu nutzen und dabei nach einem Produkt zu suchen, wegen dessen sie in den Baumarkt gekommen waren bzw. die Artikelsuche eigenständig durchzuführen. Eine Beobachterin protokollierte die Systemnutzung bzw. den Einkaufsablauf ohne Roboter, beispielsweise hinsichtlich Effektivität und Effizienz.
3. *Interview zur Bewertung des Roboters*: Im Anschluss an die Nutzung des Shopping-Roboters beantworteten die Testpersonen Fragen zur Zufriedenheit mit dem Einkauf und zur subjektiven Dauer der Suche. Außerdem erfragte die Versuchsleiterin mittels eines vollstandardisierten mündlichen Interviews soziodemografische Merkmale, Computervorkenntnisse und Heimwerkerkenntnisse der Untersuchungsteilnehmer(innen) als Kontrollvariablen.

Bei den beiden Versuchsleiterinnen handelte es sich um Mitglieder des Forschungsteams. Sie waren den Testpersonen vor der Durchführung der Studie nicht persönlich bekannt und standen in keinem Angestelltenverhältnis zur toom BauMarkt GmbH. Sie waren Mitte 20 und trugen legere Kleidung, um die soziale Dissonanz zu der Baumarktkundschaft zu minimieren (vgl. Myers/Newman 2007).

4.2 Operationalisierung der Evaluationskriterien und Kontrollvariablen

Zur Operationalisierung der Evaluationskriterien (z.B. Zufriedenheit mit dem Einkauf, subjektive Dauer der Suche) und Kontrollvariablen (beispielsweise Geschlecht, Computerefahrung, Heimwerkerkenntnisse) wurde ein Interview-Leitfaden entwickelt und einem Pretest im Baumarkt unterzogen. Um eine Konfundierung des Pretests mit der späteren Stichprobe auszuschließen, fand dieser in einem anderen Baumarkt der toom BauMarkt GmbH statt. Die Operationalisierung der Ratingskalen zur Beurteilung der Kriterien erfolgte standardisiert mittels fünfstufiger Likert-Skalen (1=geringste Ausprägung bzw. Ablehnung, 5=höchste Ausprägung bzw. Zustimmung). Die Abfolge der Fragen war ebenfalls festgelegt. 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 konnte im Zuge der *Usability*-Tests mittels offener Beobachtung erfasst werden. So wurde protokolliert, ob der gesuchte Artikel gefunden wurde (Effektivität) und wie lange die objektive Dauer der Suche war (Zeitmessung mittels Stoppuhr zur Erhebung der Effizienz). Außerdem wurden frei geäußerte Kommentare während des Einkaufsverlaufs ebenfalls notiert.

4.3 Stichprobenziehung und -beschreibung

An der Studie nahmen insgesamt $n=94$ Baumarktkund(inn)en teil (57% Männer, 43% Frauen). Diese wurden im Eingangsbereich des Baumarktes angeworben und nach einer Bejahung der oben genannten Filterfragen in die Gelegenheitsstichprobe aufgenommen. Die Befragten wiesen ein Durchschnittsalter von $M=49,88$ Jahren ($SD=14,44$) mit einer Spannweite von 16 bis 74 Jahren auf. In der Stichprobe gaben 33% den Hauptschulabschluss als höchsten Bildungsabschluss, 30% die mittlere Reife und 28% das Abitur an. Lediglich die Gruppe der Hochschulabsolventen war mit 10% unterrepräsentiert ($n=94$). Die Mehrheit der Teilnehmenden wies normale bis fortgeschrittene Computerkenntnisse (72%; $n=94$) und handwerkliche Fähigkeiten (76%; $n=94$) auf. Die Probandinnen und Probanden wurden willkürlich in die Experimentalgruppe (Einkauf mit Roboter, $n=47$) und die Kontrollgruppe (Einkauf ohne Roboter; $n=47$) aufgeteilt. Eine Randomisierung erschien aufgrund des teilweise niedrigen Kundenaufkommens an bestimmten Erhebungstagen nicht praktikabel. Stattdessen wurden anhand der soziodemografischen Variablen *matched pairs* gebildet, um eine gleiche Verteilung der personenbezogenen Daten zwischen den Gruppen zu erreichen und diese Störgrößen konstant zu halten.

4.4 Ergebnisse

Bezüglich der nachfolgend präsentierten Ergebnisse ist zu beachten, dass für die Auswertung *matched pairs* gebildet wurden. Hierbei wurden den Probanden und Probandinnen aus der Experimentalgruppe (Roboter-Nutzende) vergleichbare Fälle

Zusätzlich wurden ergänzend zu den oben genannten Determinanten noch weitere Determinanten aufgenommen, von denen anzunehmen ist, dass sie einen Einfluss auf die Akzeptanz ausüben. Dabei handelte es sich um *Attitude Toward Using Technology* (Einstellung gegenüber der Technologienutzung) und *Anxiety* (Ängstlichkeit). Diesen Determinanten schrieben Venkatesh et al. (2003) keine signifikante Rolle als Einflussgrößen der Nutzerakzeptanz und des Nutzungsverhaltens zu. In Anbetracht dessen, dass es sich bei dem untersuchten Shopping-Roboter jedoch um eine sehr innovative Technologie in einem Baumarkt handelt, mit der die Zielgruppe in der Regel alles andere als vertraut ist, könnten sie dennoch von Bedeutung sein. So ist es gut möglich, dass eine durch die Nutzung gebildete positive Einstellung gegenüber dem Roboter zu einer erhöhten Nutzungsintensität führt, wenn sie beispielsweise auf positiven Nutzungserfahrungen beruht. Umgekehrt kann Ängstlichkeit oder Scheu davor, eine bis dato unbekannte Technologie zu bedienen, zu einer Minderung der Nutzungsintention und damit der Akzeptanz führen.

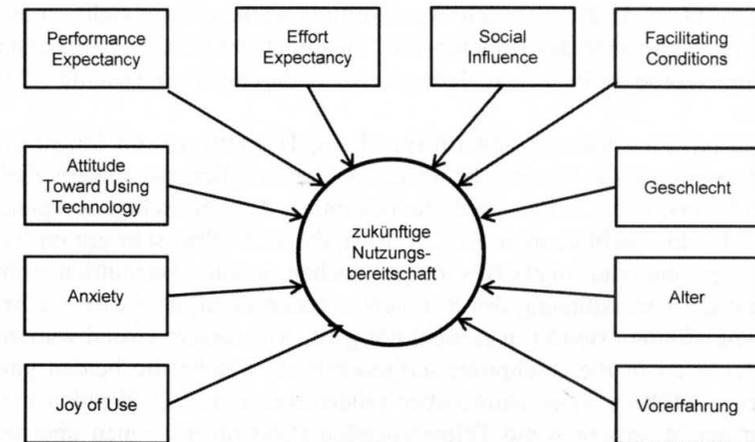
Schließlich wurde zusätzlich noch der *Joy of Use* (oder auch *Enjoyment*, auf Deutsch u.a. als Spaß beim Benutzen, Nutz-Spaß, oder Freude bei der Arbeit übersetzt) bei der Roboternutzung berücksichtigt. *Joy of Use* spielt insbesondere dann eine Rolle, wenn die Nutzenden die Auswahl zwischen mehreren Alternativen haben (Nutzung eines Shopping-Roboters versus herkömmlicher Einkauf ohne Roboter), um ihre jeweiligen Bedürfnisse umzusetzen. Entsprechend gewinnt dieses Konzept bei der benutzerfreundlichen Erstellung und Bewertung von Produkten und technischen Systemen zunehmend an Bedeutung (vgl. Blythe et al. 2003). Bisher wurde im Bereich der Robotik noch keine eigene Definition von *Joy of Use* entwickelt. Aufgrund der inhaltlichen Hervorhebung der Qualität der Interaktion, die einen wichtigen Faktor für die Akzeptanz darstellen kann, schien es sinnvoll, die von Hatscher (2001: 446) formulierte Definition aus dem Bereich der Softwarenutzung zu übertragen: „Joy of Use eines Software-Produkts ist das freudvollgenussreiche Erleben der Qualität der Interaktion und der Möglichkeiten, die sich für einen bestimmten Nutzer in einem bestimmten Kontext als Folge des überwiegend unauffälligen, hervorragenden Funktionierens und aufgrund der den Nutzer ästhetisch ansprechenden Gestaltung durch motivierten und den Zielen und Interessen des Nutzers entsprechenden Gebrauchs der Software manifestiert.“

Im Rahmen der vorliegenden Studie war eine Überprüfung der Determinanten auf spontan gezeigtes Verhalten (also eine von den Kund(inn)en im Baumarktalltag selbst initiierte Nutzung des Roboters ohne gesonderte Aufforderung) über einen längeren Zeitraum nicht möglich. Bei den Usability-Tests wurden die Probanden und Probandinnen von den Versuchsleiterinnen zur Nutzung aufgefordert, da einige der Kriterien (beispielsweise *Joy of Use*) erst nach einer Nutzung des Roboters ermittelt werden konnten. Die Auswirkungen auf eine spätere freiwillige Nutzung konnte aus zeitlichen Gründen nicht gemessen werden. Stattdessen wurde die *Intention der zukünftigen Nutzung* erfragt und als abhängige Variable aufgenommen. Entsprechend wurden für die Analyse der Akzeptanz deren Kriterien als latente Variablen erhoben. Eine manifeste Operationalisierung von Akzeptanz wäre höchstens anhand einer spontanen Nutzung ohne Aufforderung und über einen gewissen

Zeitraum hinweg möglich gewesen. Dies konnte im Rahmen der vorgestellten Studie noch nicht erfolgen.

Das in dieser Studie adaptierte Modell zur Akzeptanzermittlung wird in Abbildung 2 im Überblick dargestellt.

Abbildung 2: Adaptiertes Modell zur Akzeptanzermittlung (in Anlehnung an Venkatesh et al. 2003)



4. Studie 1 – Fokus Usability⁵

4.1 Evaluationsdesign und Untersuchungsablauf

Anliegen der ersten Studie war es, den Shopping-Roboter TOOMAS im realen Umfeld in einer summativen Evaluation hinsichtlich seiner *Usability* mit einem Einkauf ohne Roboter zu vergleichen. Es handelte sich dabei um eine quasi-experimentelle Felderhebung in einer Filiale der toom BauMarkt GmbH. So konnte das System direkt an den potenziellen Endnutzer(inne)n getestet werden. In einer mehrtägigen Erhebungsphase im Februar 2009 wurden Usability-Tests mit Baumarktkund(inne)n durchgeführt. Als Aufgabe wurde gestellt, einen bestimmten Artikel entweder mit (Experimentalgruppe) oder ohne Assistenz des Roboters (Kontrollgruppe) zu finden. Die Kontrollgruppe hatte allerdings die Möglichkeit, sich bei Problemen an das Baumarktpersonal zu wenden, beispielsweise wenn ein gesuchter Artikel nicht gefunden wurde. Diese Entscheidung wurde getroffen, um einen Einkauf mit Roboter mit einem möglichst natürlichen Einkaufsverhalten ohne Roboter vergleichen zu können. Die Artikelsuche der Testpersonen wurde offen

⁵ Die Autorinnen und Autoren bedanken sich bei Yvonne Ludewig für ihre Unterstützung bei der Organisation und Durchführung dieser sowie auch der zweiten Studie zur Akzeptanz (vgl. S. 120ff.).

Erfahrung und *Freiwilligkeit der Nutzung* im Rahmen des UTAUT-Modells als Einflussfaktoren definiert, die den Einfluss der Determinanten auf die Nutzungsintention und das Nutzungsverhalten moderieren (vgl. Venkatesh et al. 2003: 446f.).

Das UTAUT-Modell entstand durch einen konzeptionellen und empirischen Vergleich von acht etablierten Technologie-Akzeptanz-Modellen (für eine genauere Ausführung siehe Venkatesh et al. 2003). Diese acht Modelle wurden anhand einer empirischen Erhebung in vier Organisationen über einen Zeitraum von sechs Monaten mit drei Messzeitpunkten überprüft und erklärten einzeln zwischen 17 und 53 Prozent der Varianz. Auf Basis dieser acht Originalmodelle wurde das UTAUT-Modell konzipiert und am Originaldatensatz getestet. Es zeigte sich, dass das UTAUT-Modell den Originalmodellen hinsichtlich der Varianzaufklärung weit überlegen war (*korrigiertes R^2* im Originalmodell =,69). In einem nächsten Schritt wurde das Modell mit Erhebungsdaten aus zwei weiteren Organisationen kreuzvalidiert, was eine Varianzaufklärung von *korrigiertem R^2* =,70 ergab (vgl. Venkatesh et al. 2003). Insgesamt ist von einer ausreichenden Qualität des von den Autoren verwendeten Messmodells auszugehen.

Dieses theoretische Modell bietet im Rahmen des durchgeführten Projektes zum einen den Vorteil, dass verhaltensbezogene Maße, nämlich die Nutzungsintention und das Nutzungsverhalten für die Akzeptanz des Roboters, abgeleitet werden können. Denn eine generelle positive Einstellung gegenüber Shopping-Robotern muss nicht zwingend bedeuten, dass diese in der Praxis auch tatsächlich genutzt werden. Zum anderen können gleichzeitig die postulierten Einflussfaktoren der Akzeptanz überprüft werden. Dies spielt vor dem Hintergrund der potenziellen Einführung der Shopping-Roboter in mehreren Baumärkten eine wichtige Rolle. Denn Erkenntnisse über den Einfluss der Determinanten auf die Akzeptanz liefern wichtige Hinweise darauf, wie diese durch gezielte interne und externe Kommunikationsmaßnahmen noch erhöht werden kann.

Dennoch darf nicht aus den Augen verloren werden, dass das UTAUT-Modell für die Analyse von Softwaresystemen in Betriebseinheiten konzipiert wurde (vgl. Venkatesh et al. 2003). Der Einsatz von Shopping-Robotern im Baumarkt stellt einen anderen Anwendungskontext dar. Entsprechend wurden die Determinanten auf eine Übertragbarkeit zum vorliegenden Evaluationsgegenstand und -kontext geprüft und relevante Einflussfaktoren ausgewählt.

Als Grundlage für die Operationalisierung der Akzeptanzkriterien dienten die von Venkatesh et al. (2003) vorgeschlagenen Items. Diese wurden aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt und falls nötig auf den Forschungsgegenstand (den Shopping-Roboter) angepasst. Hierbei wurde auf eine inhaltlich möglichst deckungsgleiche Übertragung geachtet. Dies wird beispielhaft anhand ausgewählter Items illustriert. So wurde zur Messung von Performance Expectancy beispielsweise das Item „Using the system in my job would enable me to accomplish tasks more quickly“ folgendermaßen umformuliert: „Mit dem Roboter konnte ich schneller meinen gewünschten Artikel finden als ohne Roboter“. Bezüglich Effort Expectancy wurde zum Beispiel das ursprüngliche Item „My interaction with the system would be clear and understandable“ folgendermaßen übertragen: „Der Umgang mit dem Roboter ist klar und verständlich.“ Im Hinblick auf weitere Evaluationskri-

terien war teilweise eine noch stärkere Anpassung auf den untersuchten Forschungsgegenstand nötig. Dies war bei der Operationalisierung von Facilitating Conditions der Fall. Der Roboter war zum Zeitpunkt der Studie eine Novität und wurde lediglich von der Baumarktkundschaft genutzt. Von einer häufigen Nutzung des Roboters durch relevante einflussreiche Personen im sozialen Netzwerk der Kundschaft konnte nicht ausgegangen werden. Aufgrund des Neuheitswertes des Systems interessierte zunächst, ob Bekannte der Kunden und Kundinnen den Roboter kennen. Dies stellt eine Voraussetzung dafür dar, dass überhaupt ein sozialer Einfluss stattfinden kann. Entsprechend mussten Items wie „People who are important to me think that I should use the system“ umformuliert werden. Stattdessen wurde folgende Formulierung gewählt: „In meinem Bekanntenkreis ist schon öfter über den Roboter gesprochen worden“. In Tabelle 1 sind die Evaluationskriterien mit beispielhaften Operationalisierungen der Interviewleitfäden im Überblick aufgeführt. Eine vollständige Liste der verwendeten Operationalisierungen ist auf Anfrage bei den Autor(inn)en erhältlich.

Tabelle 1: Operationalisierung der Kriterien zur Mensch-Roboter-Interaktion

Kriterium	Beispielitem
Performance Expectancy	Mit dem Roboter konnte ich schneller meinen gewünschten Artikel finden als ohne Roboter.
Effort Expectancy	Der Umgang mit dem Roboter ist klar und verständlich.
Facilitating Conditions	Bei Problemen mit dem Roboter würde ich Fachpersonal hinzuziehen.
Attitude Toward Using Technology	Es ist angenehm, mit dem Roboter zu arbeiten.
Anxiety	Hatten Sie Angst, etwas falsch zu machen?
Social Influence	In meinem Bekanntenkreis ist schon öfter über den Roboter gesprochen worden.
Zukünftige Nutzungsintention	Ich werde den Roboter auch in Zukunft nutzen.
Joy of Use	Es macht Spaß, den Roboter zu nutzen.

Geschlecht, Alter und Vorerfahrung mit dem Roboter (beispielsweise eine vergangene Nutzung) waren ebenfalls von Interesse. Diese Variablen könnten sich durchaus auch im Baumarkt-Setting als Determinanten der Akzeptanz erweisen. Die Freiwilligkeit der Nutzung war in der vorliegenden Studie allerdings obsolet: Die Nutzung des Shopping-Roboters kann und soll kein Muss, sondern immer ein freiwilliges Angebot darstellen. Im Gegensatz zum Originalmodell von Venkatesh et al. (2003) wurden diese in der vorliegenden Studie als direkte Determinanten der Akzeptanz in die Auswertung einbezogen und nicht als moderierende Variablen. Dies hatte folgenden Grund: Eine Analyse der moderierenden Effekte hätte die Berechnung eines Strukturgleichungsmodells erfordert. Aufgrund der hohen Anzahl an Indikatoren in einem solchen Modell war die erzielte Fallzahl in der durchgeführten Erhebung für eine solche Berechnung nicht ausreichend. Um potenzielle Effekte von Geschlecht, Alter und Vorerfahrung dennoch analysieren zu können, wurden sie stattdessen als Prädiktoren in eine multiple lineare Regression aufgenommen.

beispielsweise Sprachausgabe, Mobilität, angemessene Gestalt sowie das Gesamterleben der Interaktion (vgl. Pöschl et al. 2009) formativ evaluiert. Die Ergebnisse der Evaluationen flossen während der Pilotphase von 2005 bis zum Jahr 2009 in einem iterativen Prozess fortlaufend in die Weiterentwicklung des Systems ein. Zum Abschluss der Pilotphase im Jahr 2009 sollte vonseiten der Praxispartner über eine Weiterführung des Projekts und über eine Anschaffung der Shopping-Roboter für mehrere Baumärkte entschieden werden. Als Grundlage für diese Entscheidung wurde neben einer Untersuchung der Akzeptanz des Roboters (vgl. Abschnitt 3.2.2) eine summative Evaluation durchgeführt. Diese hatte zum Ziel, den Einkauf mit einem Roboter mit einem Einkauf ohne Roboter-Unterstützung hinsichtlich der Usability-Kriterien *Effektivität*, *Effizienz* und *Zufriedenheit* (vgl. Oppermann/Reiterer 1997) zu vergleichen.

Zur Bewertung der *Usability* des Einkaufs mit dem Roboter 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). Diese wurden mit einem Einkauf ohne Roboter in Beziehung gesetzt und verglichen. Die Evaluationskriterien waren:

1. *Effektivität*: Finden die Kunden und Kundinnen die von ihnen gesuchten Artikel mithilfe des Shopping-Roboters häufiger als ohne Roboter?

Zur Überprüfung dieses Kriteriums wurde die Anzahl der gefundenen Artikel in Relation zu den erfolglosen Suchanfragen (Artikel wurde nicht gefunden) betrachtet.

2. *Effizienz*: Finden die Kund(inn)en die gesuchten Artikel mit geringerem Aufwand bzw. in kürzerer Zeit als bei einer alternativen Suchmöglichkeit wie zum Beispiel bei einer freien Suche im Baumarkt?

Für die Analyse der Effizienz wurden zum einen die objektive und mit einer Stoppuhr gemessene Suchdauer betrachtet. Zum anderen wurde aber auch die subjektiv wahrgenommene Effizienz mit einbezogen, da sich subjektive Bewertungen der gemachten Erfahrungen durchaus auf die Verhaltensintention auswirken können. Entsprechend wurden das subjektive Zeitempfinden und die Zufriedenheit mit der Suchdauer ebenfalls berücksichtigt.

3. *Zufriedenheit*: Erleben die Kund(inn)en die Systemnutzung als zufriedenstellender als eine eigenständige Suche ohne Roboter?

Bezüglich des Kriteriums der Zufriedenheit wurde die Zufriedenheit mit dem gesamten Einkaufserlebnis (und nicht nur mit der Suchdauer) analysiert.

Aus diesen Kriterien wurden folgende Hypothesen abgeleitet:

- H1: Die Kombination *Nutzer(in) von Roboter findet Artikel/Nicht-Nutzer(in) findet Artikel nicht* kommt häufiger vor als die Kombination *Nutzer(in) von Roboter findet Artikel nicht/Nicht-Nutzer(in) findet Artikel*.
- H2: Die Artikelsuche mit Roboter ist objektiv schneller als ohne Roboter.
- H3: Die Artikelsuche mit Roboter ist im subjektiven Zeitempfinden schneller als die Suche ohne Roboter.

- H4: Die Dauer der Artikelsuche ist im subjektiven Zeitempfinden mit Roboter zufriedenstellender als ohne Roboter.
- H5: Die Nutzerinnen und Nutzer des Roboters sind mit ihrem Einkauf zufriedener als Nicht-Nutzende des Roboters.

3.2.2 Kriterien zu Akzeptanz und Joy of Use

Aus Sicht der toom BauMarkt GmbH sollte der Einsatz von Shopping-Robotern als Einkaufsassistent einen Mehrwert darstellen, und zwar sowohl für das Unternehmen selbst als auch für die Kundschaft. Dieser Mehrwert kann sich auf vielfältige Weise äußern, beispielsweise in einer Entlastung der Mitarbeiter(innen), höheren Umsatzzahlen durch eine schnellere Bedienung der Klientel, oder auch dem Roboter als Alleinstellungsmerkmal und Marketing-Instrument. Dieser Mehrwert ist jedoch an gewisse Voraussetzungen geknüpft: Neben einer insgesamt guten Usability des Roboters sind noch andere Faktoren von Relevanz.

So stellt die *Akzeptanz* eines technischen Systems durch die Kundschaft einen relevanten Faktor für dessen Nutzung und letztlich für eine Kaufentscheidung durch den Baumarkt dar (vgl. Zühlke 2004). Eine wesentliche Frage aus Sicht des Praxispartners war entsprechend, ob der Shopping-Roboter TOOMAS von der Kundschaft als Einkaufshilfe akzeptiert und entsprechend genutzt wird. Dementsprechend wurde die Akzeptanz der Roboter-Nutzenden untersucht, um die Entscheidung über die Fortführung des Projektes durch das Unternehmen vorzubereiten.

Zur Erklärung der Akzeptanz des Roboters kann die Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT; Venkatesh et al. 2003) herangezogen werden. Dieses theoretische Modell betrachtet die *Verhaltensintention* (also die Verhaltensabsicht) und die tatsächliche *Nutzung* einer Technologie als abhängige Variable zur Charakterisierung der individuellen Technologieakzeptanz.

Die Autoren postulieren, dass folgende Schlüsselkonstrukte direkte Determinanten der Nutzerakzeptanz und des Nutzungsverhaltens darstellen:

- *Performance Expectancy* (Leistungs-/Nutzenerwartung): Ausmaß, in dem ein Individuum glaubt, dass eine bestimmte Technologie Vorteile bei der Zielerreichung bietet.
- *Effort Expectancy* (Aufwandserwartung/erwarteter Bedienkomfort): Grad der Leichtigkeit der Handhabung/Bequemlichkeit, die mit der Systemnutzung verbunden wird.
- *Social Influence* (Sozialer Einfluss): Ausmaß, in dem ein Individuum wahrnimmt, dass einflussreiche andere Personen der Meinung sind, sie oder er solle die Technologie nutzen.
- *Facilitating Conditions* (erleichternde Bedingungen): Ausmaß, zu dem ein Individuum glaubt, dass die organisationale und technische Infrastruktur, die eine Systemnutzung unterstützt, vorhanden sei.

Während die drei erstgenannten direkte Determinanten der Verhaltensintention sind, werden eben diese Intention und die erleichternden Bedingungen als Determinanten des Nutzungsverhaltens verstanden. Außerdem werden *Geschlecht*, *Alter*,

duziert, die seit April 2008 in drei Filialen der toom Baumarktkette im Einsatz sind. Die Aufgabe des Shopping-Roboters TOOMAS besteht darin, die Kundschaft während ihres Einkaufs zu begleiten und zu unterstützen:

- *Kontakttaufnahme*: In seiner Funktion als Shopping-Assistent ist der Roboter im Eingangsbereich des Marktes positioniert oder patrouilliert in den Hauptgängen des Marktes. Mittels seiner integrierten Sensoren erkennt er Kund(inn)en, nähert sich diesen auf eine angemessene Kommunikationsdistanz und bietet ihnen durch einen multimedial präsentierten Begrüßungstext seine Funktion als Einkaufshilfe an. Wird eine Einkaufsassistentin von der Kundschaft gewünscht, erfolgen weitere Interaktionen.
- *Artikelsuche*: Die Kund(inn)en können über einen Touchscreen, der am Rumpf des Roboters angebracht ist, mit Hilfe eines Artikelsuchsystems nach den von ihnen gewünschten Artikeln suchen und sich eine Einkaufsliste zusammenstellen. Dieses Artikelsuchsystem, welches die Mensch-Roboter-Schnittstelle darstellt, liest die Informationen aus einer Datenbank aus, die von der toom BauMarkt GmbH zur Verfügung gestellt und gepflegt wird. Nutzerinnen und Nutzer haben die Wahl zwischen einer Produktgruppensuche, in der ähnliche Artikel zu Kategorien zusammengefasst sind, und einer Stichwortsuche, mit der bestimmte Produkte gezielt gesucht werden können. Außerdem kann eine Prospektsuche durchgeführt werden. Diese ist jedoch nur in Werbewochen verfügbar, wenn ein aktueller Werbeprospekt des toom BauMarkts veröffentlicht wurde. Neben einer Printversion, die an Haushalte versendet wird, wird jeweils zum aktuellen Zeitpunkt eine digitale Version in die Datenbank integriert. Neben Grafiken und Texten auf dem Bildschirm erfolgt zusätzlich eine Sprachausgabe mittels integrierter Stereolautsprecher, um die Suchfunktion zu unterstützen und die Bedienung des Roboters zu erleichtern.
- *Standortinformation*: Nach erfolgreicher Suche werden Artikelstandort und der aktuelle Standort der Nutzer(innen) in einer Karte auf dem Display angezeigt. Diese haben nun die Wahl, sich allein oder in Begleitung des Roboters zum angezeigten Artikelstandort zu bewegen.
- *Fahrt zum Standort*: Entscheiden sich die Nutzer(innen), sich vom Roboter zum Artikelstandort lotsen zu lassen, führt TOOMAS sie auf der kürzesten berechneten Route durch den Baumarkt. Die Fahrgeschwindigkeit des Roboters entspricht dabei idealerweise der üblichen Gehgeschwindigkeit. Mittels seiner Sensorik (Kamera und den Distanz-Sensoren Laserscanner und Sonar) erhält der Roboter den Kontakt zu den Kund(inn)en aufrecht und kann so durch eine Verringerung der Fahrgeschwindigkeit oder durch Anhalten reagieren, wenn sich beispielsweise die physische Distanz zwischen Roboter und begleiteter Person vergrößert.
- *Kaufberatung*: Nach Erreichen des Artikelstandorts bietet TOOMAS auf Wunsch Zusatzdienstleistungen an. So können Preisankünfte abgerufen und per Video-Konferenz Kundenberater(innen) kontaktiert werden. Haben die Nutzenden keine weiteren Wünsche, können sie die Interaktion mit dem Roboter auf Knopfdruck mittels des Touchscreens beenden. Erfolgt dies nicht, bricht der Shopping-Assistent nach einem bestimmten Zeitraum selbstständig ab und bewegt sich wieder zu seinem Ausgangspunkt im Baumarkt zurück.

Im Zuge seiner mehrjährigen Entwicklung wurde der Shopping-Roboter in regelmäßigen Abständen fortlaufend formativen Evaluationen unterzogen. Je nach Entwicklungsstand hatten diese unterschiedliche thematische Ausrichtungen.

So wurde die *Usability des Artikelsuchsystems*, welches die Mensch-Roboter-Schnittstelle darstellt, in einer ersten Studie formativ evaluiert (für eine detaillierte Beschreibung siehe Pöschl et al. 2008). Das Untersuchungsdesign beruhte unter anderem auf den Basiskriterien Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit aus DIN EN ISO 9241-11, sowie auf fünf Usability-Grundsätzen nach DIN EN ISO 9241-10 (vgl. Oppermann/Reiterer 1997; Wirth 2005). Im Laufe eines iterativen Evaluations- und Implementierungsprozesses konnten mittels einer dreistufigen Messwiederholung an insgesamt $N=210$ Proband(inn)en grundlegende Bedienprobleme identifiziert und behoben werden. Außerdem wurde die Akzeptanz eines zukünftigen Service-Roboters durch die Baumarktkundschaft erhoben. Es zeigte sich, dass die zukünftige Nutzungsbereitschaft des Roboters durch dieselbe mit der Beurteilung der Usability des Artikelsuchsystems zusammenhing, jedoch von anderen soziodemografischen Nutzermerkmalen unabhängig war (vgl. Pöschl et al. 2008).

Zum Zeitpunkt der zweiten Studie (vgl. Pöschl et al. 2009) befand sich der Service-Roboter in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium. Die für die Mensch-Roboter-Interaktion benötigten Komponenten waren bereits implementiert. Deswegen konnte das Gesamterlebnis einer *Interaktion zwischen Mensch und Shopping-Roboter* einer gegenstandsbezogenen formativen Evaluation unterzogen werden. In der ersten Phase dieser Studie wurde der Roboter mittels Usability-Tests anhand von spezifischen, auf Mensch-Roboter-Interaktion zugeschnittenen Kriterien nach Lohse (2007) mit $n=39$ Testpersonen untersucht und optimiert. Technische Fehlfunktionen konnten aufgedeckt und behoben werden. Die Sprachausgabe des Roboters, seine Mobilität sowie seine Interaktion mit Menschen wurden größtenteils als angemessen erlebt. In der zweiten Studienphase wurden die Akzeptanz nach dem Technology Acceptance Model TAM (insbesondere die wahrgenommene Nützlichkeit, Davis 1989) und der Spaßfaktor bei der Nutzung, Joy of Use (vgl. Hatscher 2001), des optimierten Shopping-Roboters im Feld durch verdeckte Beobachtungen sowie anhand mündlicher Interviews mit $n=237$ Baumarktkund(inn)en geprüft. Der Roboter wurde im Allgemeinen als nützlich und Spaß bringend erlebt. Die Akzeptanz bei Personen, die den Roboter genutzt, nicht genutzt, oder aber die Nutzung abgebrochen hatten, war insgesamt als hoch anzusehen (für eine genauere Betrachtung siehe Pöschl et al. 2008).

3.2 Evaluationskriterien

3.2.1 Kriterien zur Usability

Wichtige Voraussetzungen für einen akzeptierten Shopping-Roboter ist eine funktionierende und nutzerfreundliche Mensch-Roboter-Interaktion. In Vorläuferstudien wurden sowohl das Artikelsuchsystem (vgl. Pöschl et al. 2008) und die vorausgesetzten Komponenten für eine bedienfreundliche Mensch-Roboter-Interaktion wie

mal bis maximal 18-mal. Nach dem Feldversuch beantworteten $n=235$ Proband(inn)en den per E-Mail versendeten Fragebogen. Es zeigte sich, dass die Teilnehmenden eine hohe Nutzungsintention angaben, sich für den Roboter interessierten und ihn als vertraut und intelligent wahrnahmen. Außerdem äußerten sich die Testpersonen hinsichtlich der Wegbeschreibungen, die sie von Robovie erhielten, auf positive Weise: Diese wurden als korrekt und überraschend detailliert bezeichnet. Die Informationen, die der Roboter den Testerinnen und Testern präsentierte, wurden ebenfalls als eher nützlich und interessant bezeichnet. Außerdem suchte fast die Hälfte der Befragten aufgrund der Hinweise des Roboters ein bestimmtes Geschäft auf und mehr als ein Viertel der Befragten kaufte tatsächlich ein vom Roboter beworbenes Produkt. Weiterhin wurde Robovie hinsichtlich einer Gewöhnung an das System positiv beurteilt. Im Vergleich zu einem Informationsdisplay wurde Robovie abschließend ebenfalls positiver beurteilt. Die Testpersonen gaben an, die Informationen des Roboters seien nützlicher, interessanter, und hätten zu mehr Besuchen in Ladengeschäften und Einkäufen geführt.

Wissenschaftliche Evaluationsberichte hinsichtlich einer systematischen Untersuchung der Akzeptanz von Shopping-Robotern und der entsprechenden Einflussfaktoren sind nach dem bisherigen Kenntnisstand noch nicht publiziert.

Ein weiterer relevanter Aspekt der Entwicklung und Implementierung von Shopping-Robotern ist *ökonomischer* Natur. Eine Einführung der Prototypen (deren Entwicklung sehr kostenintensiv ist) ist in der Praxis an entsprechende Geschäftsmodelle gebunden. Der Shopping-Roboter sollte nachweislich einen *Mehrwert* (siehe Abschnitt 3.2.2) bieten, der seine hohen Produktions-, Anschaffungs- und auch Wartungskosten übersteigt. Eine ökonomische Evaluation eines solchen Systems macht jedoch nur dann Sinn, wenn es unter den späteren Einsatzbedingungen und über einen gewissen Zeitraum hinweg getestet werden kann. Zum einen muss – hinsichtlich technologischer und sozialer Evaluationskriterien – die Marktreife des Roboters sichergestellt sein, zum anderen sollte eine möglichst realistische Implementierung eines solchen Systems im Anwendungskontext erfolgen. Wird beispielsweise ein Shopping-Roboter zwar für einen Markt angeschafft, aber aufgrund mangelnder Wartung kaum eingesetzt oder dessen Bekanntheitsgrad wegen nicht ausreichender Marketingmaßnahmen nicht sichergestellt, werden kaum verlässliche Daten über einen Mehrwert des Roboters zu ermitteln sein. Im Fall der vorliegenden Studien steht eine solche ökonomische Evaluation des Roboters noch aus. Ziel der hier dargestellten Untersuchungen war es, die Praxispartner bei der Entscheidungsfindung über eine Fortsetzung des Projektes zu unterstützen und den potenziellen Mehrwert der Roboter für die toom BauMarkt GmbH zu ermitteln.

3. Forschungsfragen

Gegenstand der vorliegenden Evaluationsstudie war der Shopping-Roboter *TOOMAS* (Abschnitt 3.1). Die Studie verfolgte zwei Ziele, die vonseiten der Entwickler und des Industriepartners definiert wurden: Zum einen sollte der Roboter

als gesamtes System hinsichtlich seiner *Usability* überprüft werden. Dabei stand im Vordergrund, einen Einkauf mit Roboter-Assistenz hinsichtlich *Effektivität, Effizienz und Kundenzufriedenheit* mit einem herkömmlichen Einkauf ohne Roboter-Unterstützung zu vergleichen und summativ zu bewerten. Zum anderen sollten die Akzeptanz und die zukünftige Nutzungsbereitschaft des Systems auf Kundenseite überprüft werden. Um beide Anliegen adäquat umsetzen zu können, wurden zwei parallel ablaufende Teilstudien durchgeführt.

In der ersten Studie wurde eine summative Evaluation durchgeführt, um die *Usability* des Roboters zu prüfen. Konkret sollte beurteilt werden, inwiefern die Anforderungen nach Effektivität und Effizienz des Systems und nach der Kundenzufriedenheit durch den Roboter gegeben waren. Die Erfüllung dieser Anforderungen wurde mit einem Einkauf ohne Roboter verglichen. Es ergaben sich folgende Forschungsfragen:

- F1: Ist ein Einkauf mit Roboter-Unterstützung effektiver als ein Einkauf ohne Roboter?
- F2: Ist ein Einkauf mit Roboter-Unterstützung effizienter als ein Einkauf ohne Roboter?
- F3: Sind die Kundinnen und Kunden bei einem Einkauf mit Roboter zufriedener mit dem Einkauf als bei einem Einkauf ohne Roboter?

In der zweiten Studie lag das Erkenntnisinteresse auf der *Akzeptanz* des Systems durch die Baumarktkund(inn)en. In Anlehnung an Venkatesh et al. (2003) wurde hierbei die *Nutzungsintention* in Bezug auf den Roboter als Akzeptanzkriterium herangezogen. Entsprechend wurde untersucht, wie hoch die Akzeptanz bzw. Bereitschaft zur Nutzung des Roboters in der Zielgruppe ausgeprägt war und wodurch diese beeinflusst wurde. Ergänzend sollte überprüft werden, ob bei der Nutzung des Assistenten *Joy of Use*, also Freude an der Nutzung des Roboters, gegeben war.

Es ergaben sich folgende Forschungsfragen:

- F4: Wird der Shopping-Roboter von den Kundinnen und Kunden als Einkaufsassistent akzeptiert, sind diese bereit, den Roboter zukünftig als Einkaufsassistenten zu nutzen?
- F5: Welche Determinanten beeinflussen die Akzeptanz bzw. Nutzungsbereitschaft von TOOMAS als Shopping-Roboter?
- F6: Haben die Kunden und Kundinnen bei der Nutzung des Roboters Freude, macht ihnen die Nutzung Spaß?

3.1 Evaluationsgegenstand

Die Service-Roboter-Plattform SCITOS (siehe Abbildung 1) ist eine gemeinsame Entwicklung des Fachgebiets Neuroinformatik und Kognitive Robotik der Technischen Universität Ilmenau mit der Firma MetraLabs GmbH Ilmenau (vgl. Gross et al. 2008, 2009). Sie wird unter dem Namen TOOMAS (in Anlehnung an den Namen der Baumarktkette) als mobiler Shopping-Roboter zur Einkaufsassistenz eingesetzt. Insgesamt wurden bis zum heutigen Zeitpunkt zehn Service-Roboter pro-

Die Arbeitsgruppe um Takayuki Kanda vom Advanced Telecommunications Research Institute International in Kyoto arbeitet an dem Shopping-Roboter *Robovie* (siehe Abbildung 1; vgl. Kanda/Glas/Shiomi/Hagita 2009; Kanda et al. 2009). Dieser Roboter wurde entwickelt, um auf natürliche Weise mit Menschen in einem Einkaufszentrum zu interagieren und wenn möglich eine Beziehung zu den Nutzer(inne)n aufzubauen. Die Wiedererkennung der Besucher(innen) wurde mittels RFID-Tags realisiert, die an diese vorher zu verteilen waren. Außerdem ist *Robovie* in der Lage, mittels Laser-Distanz-Sensoren Passant(inn)en anhand bestimmter Bewegungsmuster zu erkennen, die in einem Einkaufszentrum schlendern oder anhalten, um gezielt solchen Personen seine Dienste anzubieten. Eine seiner Aufgaben bestand darin, die Nutzenden innerhalb des Einkaufszentrums zu bestimmten Läden oder Restaurants zu führen. Dies wurde allerdings nicht durch eine Lotsenfahrt ermöglicht, stattdessen beschrieb der Roboter den Weg anhand akustischer Sprachausgabe und durch Gesten. Wurde jedoch kein bestimmtes Geschäft gesucht, gab der Roboter Empfehlungen für Restaurants oder Ladengeschäfte. Der Schwerpunkt bei der Entwicklung dieses Roboters lag – im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Prototypen – nicht auf der autonomen Navigation, sondern auf einer möglichst natürlichen und auch emotionalen Mensch-Roboter-Interaktion. Aufgrund der enormen Herausforderung an die technologischen Voraussetzungen einer völlig selbstständigen Interaktion mit Menschen handelt es sich zum aktuellen Zeitpunkt noch um einen ferngesteuerten Roboter, da die sprachliche Interaktion und Aktivierung der Verhaltensweisen des Roboters noch von menschlichen Operatoren übernommen wird.

Eine interdisziplinäre Forschergruppe der TU Ilmenau und der Firma Metra-Labs GmbH Ilmenau (vgl. Gross et al. 2008, 2009) entwickelt im Rahmen des Projektes SERROKON (SERvice ROboter KONzeption) den mobilen und autonomen Shopping-Roboter *TOOMAS* (siehe Abbildung 1), der Kund(inn)en im Baumarkt bei der Suche nach Produkten helfen soll. Dieser ist Gegenstand der vorliegenden Evaluation und wird in Abschnitt 3.1 detailliert vorgestellt.

2.3 Evaluationsstudien zu Shopping-Robotern

Obwohl die vorgestellten Shopping-Roboter generell funktionsfähig sind, haben sie in der Regel noch den Status von Prototypen und werden bislang nicht routinemäßig in der Praxis eingesetzt. Häufig ist ihre Marktreife (der Zustand der Ausgereiftheit eines Produktes, in dem es den Kundenanforderungen in seiner Qualität gerecht und somit für den Verkauf freigegeben wird) noch nicht vollständig erreicht. Alles in allem erscheinen die Entwicklung der Roboter und die Tests und Experimente, denen sie unterzogen werden, sehr technikgetrieben (vgl. Powers 2008). Eine möglichst natürliche und intuitive Mensch-Roboter-Interaktion umzusetzen, stellt eine enorme technologische Herausforderung dar: Mobile Shopping-Roboter müssen sich in einem Geschäft orientieren können, Hindernisse umfahren, Menschen erkennen und wiedererkennen. Dies beinhaltet, dass sowohl Orientierungs- als auch Navigationssysteme und natürlich das Personen-Tracking (das integrierte System

zur Erkennung von Nutzer(inne)n) optimiert und insbesondere an eine komplexe und dynamische Umgebung angepasst werden müssen. Systematische Evaluationen aus sozialwissenschaftlicher Sicht, beispielsweise hinsichtlich einer nutzerfreundlichen Mensch-Roboter-Interaktion oder der Akzeptanz von Shopping-Robotern stehen in weiten Teilen noch aus. Denn um aussagekräftige Evaluationen mit der Zielgruppe und insbesondere im Feld durchführen zu können, müssen technologische Grundvoraussetzungen für die Mensch-Roboter-Interaktion gegeben sein.

Abgesehen von diesen technischen Entwicklungs Herausforderungen sind aus sozialwissenschaftlicher Perspektive – und damit auch aus Nutzersicht – weitere Fragen relevant: Die wahrgenommene Nützlichkeit der Shopping-Roboter, deren *Usability* (Gebrauchstauglichkeit) und auch *Joy of Use* (Freude bei der Nutzung eines Systems) spielen eine wichtige Rolle. In theoretischen Modellen zur Erklärung der *Technologie-Akzeptanz* wie beispielsweise der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT; Venkatesh et al. 2003) werden solche Aspekte häufig als wichtige Einflussfaktoren auf die Akzeptanz eines technologischen Systems durch die Nutzerinnen und Nutzer begriffen. Entsprechend stellen sie relevante Determinanten einer Nutzung – auch von Robotern – dar, denn auf nicht akzeptierte Systeme wird sehr wahrscheinlich nicht zurückgegriffen.

Shopping-Assistenz-Systeme für portable Endgeräte wie PDAs (beispielsweise der Personal Shopping Assistant PSA der METRO AG, vgl. Strüker/Sackmann 2004) bieten zum Teil ganz ähnliche Funktionen wie Shopping-Roboter. Im Gegensatz zu ihnen sind sie aber möglicherweise vertrauter für die Nutzenden, und für die Firmen, die diese einsetzen, sehr viel kostengünstiger. Deswegen ist es umso wichtiger aus Sicht der Zielgruppe, nämlich der Kundschaft, den entsprechenden Mehrwert eines mobilen Shopping-Roboters zu belegen. Entsprechende Evaluationsstudien mit breiten Zielgruppen ungeschulter Nutzer(innen) stellen bislang jedoch eine Forschungslücke dar. Erste Evaluationsstudien liegen für Roboter vor, die speziell für blinde und sehbehinderte Menschen entwickelt wurden (vgl. Kulyukin et al. 2004; Kulyukin/Gharpure/Pentico 2007). Außerdem finden sich erste Dokumentationen von Feldversuchen mit Shopping-Robotern, die sich aber auf wenige *Usability*-Aspekte beschränken (vgl. Abschnitt 2.2).

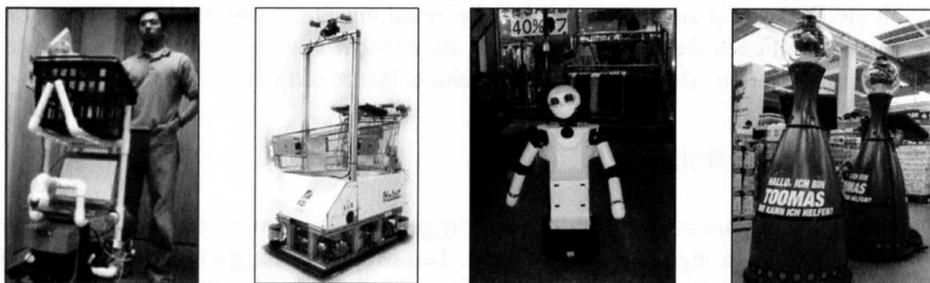
Nach dem aktuellen Literaturstand wurden bisher zwei Roboter hinsichtlich sozialwissenschaftlicher Aspekte evaluiert. Zum einen handelt es sich um den Shopping-Assistenten *TOOMAS*, der in der oben genannten interdisziplinären Arbeitsgruppe entwickelt wurde und seit 2008 in einer Pilotphase in drei Filialen der toom BauMarkt GmbH eingesetzt wird (vgl. Gross et al. 2008, 2009). Dieser Shopping-Roboter *TOOMAS* ist Gegenstand der vorliegenden Studien und wird in Abschnitt 3.1 detailliert vorgestellt. Zum anderen wurde auch der oben genannte Shopping-Roboter *Robovie* hinsichtlich Nutzeraspekten untersucht (vgl. Kanda/Glas/Shiomi/Hagita 2009; Kanda et al. 2009). Hierzu wurde im Juli und August 2007 ein fünfwöchiger Feldversuch in einem Einkaufszentrum durchgeführt. Die Probanden und Probandinnen ($N=332$) wurden durch Flyer oder durch persönliche Ansprache rekrutiert und erhielten einen RFID-Tag, mittels dessen der Roboter die Testpersonen wiedererkennen konnte. Insgesamt interagierten 170 Personen einmal mit dem Roboter, 37 weitere gar nicht, und schließlich 162 Teilnehmende mindestens zwei-

Einkaufszentren mittels seiner Such- und Navigationsfunktion zum Standort des gesuchten Artikels oder des Geschäfts führen.

Insgesamt werden Shopping-Roboter zwar vor dem Hintergrund, dass die Implementierung eines solchen Systems ausgesprochen aufwändig ist, im Vergleich zu anderen Robotertypen eher selten entwickelt. Gerade in den letzten zwei Jahren stellten jedoch mehrere Arbeitsgruppen neue Prototypen vor. Diese Prototypen können nach folgenden Kategorien klassifiziert werden:

- *Zielgruppe*: Einerseits werden Roboter für besondere Zielgruppen wie beispielsweise Sehbehinderte konzipiert. Andererseits werden sie teilweise gezielt für eine breite Kundschaft entwickelt.
- *Interaktivitätsgrad und implementierte Dienste*: Bezüglich einer möglichst natürlichen Mensch-Roboter-Interaktion (die über die Nutzung eines mit Robotertechnik ausgestatteten Einkaufswagens hinausgeht) wird eine *menschenähnliche*, wenn auch nicht zu genau der menschlichen Physiologie nachempfundene (beispielsweise mit comicartigen Gesichtern ausgestattete), Gestalt bei Robotern favorisiert (vgl. Mori 2005). Beispiele für Roboter mit unterschiedlichen Interaktionsmöglichkeiten und entsprechenden Gestaltungen des Roboters sind in Abbildung 1 dargestellt. Die implementierten *Dienstleistungen* reichen von einem robotergestützten Transport von Waren über Wegbeschreibungen, zusätzliche Produkt- und Werbeinformationen, Unterhaltungen, um eine Beziehung zu den menschlichen und Nutzer(inne)n aufzubauen bis zu Lotsenfunktionen (mit denen diese zu den gesuchten Artikeln geführt werden).

Abbildung 1: Aktuelle Shopping-Roboter (Prototypen): RoboCart, InBOT, Robovie, TOOMAS (v.l.n.r.)



Quellen (v.l.n.r.): Lawyer, Elizabeth (2005): Utah State projects assist the blind: The Utah Statesman online; retrieved 02.12.06, from www.utahstatesman.com/media/paper243/news/2005/09/26/CampusNews/Utah-State.Projects.Assist.The.Blind-997702.shtml. Göller et al. (2009). Radiocool.lt. Įrašai su žyma „Robovie“; retrieved March 04, 2010, from <http://www.radiocool.lt/wp-content/uploads/2008/01/robovie.jpg>. Eigenes Bildmaterial.

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die verschiedenen Roboter-Entwicklungen im Einkaufsbereich gegeben. Der Schwerpunkt liegt hierbei allerdings auf Prototypen, die über einen menschenähnlichen Korpus und/oder ein Gesicht verfügen und für eine breite Zielgruppe entwickelt wurden, da diese vergleich-

bare Entwicklungen zu dem in dieser Studie evaluierten Shopping-Roboter darstellen. Die Darstellung des Entwicklungsstandes beschränkt sich an dieser Stelle außerdem auf Prototypen, die in wissenschaftlichen Artikeln vorgestellt wurden. Medienberichte über einzelne Roboter werden außer Acht gelassen, weil häufig keine Informationen über einen weiteren Einsatz dieser Shopping-Roboter vorliegen.

Im Hinblick auf Roboter, die für eine spezielle Zielgruppe konzipiert wurden, sind insbesondere *Shopping-Roboter für sehbehinderte Personen* relevant: So wurden in der Arbeitsgruppe von Vladimir Kulyukin an der Utah State University der *Robotic Guide dog (RG)* (Kulyukin et al. 2004) und der Roboter-Einkaufswagen *RoboCart* (siehe Abbildung 1; Gharpure/Kulyukin/Kutiyanawala 2006; Kulyukin/Gharpure 2006a, 2006b; Kulyukin/Gharpure/Pentico 2007) entwickelt. Beide Systeme wurden konzipiert, um sehbeeinträchtigte Personen in einem Supermarkt zum Standort eines gesuchten Artikels zu leiten und deren Einkäufe zu transportieren.

Weiterhin existiert eine mittlerweile beachtliche Anzahl an *Shopping-Robotern*, die für ein *allgemeines Publikum* entwickelt wurden. Diese unterscheiden sich in ihrem Design teilweise beträchtlich in Bezug auf ihre Menschenähnlichkeit. Außerdem ist eine große Bandbreite an verschiedenen technologischen Komponenten implementiert, welche unterschiedliche Voraussetzungen für die Gestaltung der Mensch-Roboter-Interaktion darstellen (von einer Steuerung über Internet oder Mobiltelefon bis zu Interaktionen mittels Sprachein- und -ausgabe).

Die Arbeitsgruppe um Tetsuo Tomizawa vom National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) in Japan entwickelt beispielsweise einen Shopping-Roboter, mit dem es möglich ist, ferngesteuert Lebensmittel, insbesondere frisches Gemüse und Obst, einzukaufen. Das Alleinstellungsmerkmal dieses Roboters ist die Entwicklung des Greifapparats, der es möglich macht, auch frische Früchte oder Gemüsesorten unbeschädigt aufzunehmen und in den Einkaufskorb zu legen (vgl. Tomizawa/Ohya/Yuta 2006; Tomizawa et al. 2007).

Manche Forschergruppen verfolgen das Ziel, Alltagsgegenstände mit Roboter-technik zu versehen, im Shopping-Kontext entstehen nach diesem Ansatz *Roboter-Einkaufswagen*: Diese sollen in der Lage sein, in einem Markt autonom zu navigieren, den Kund(inn)en bei ihrem Einkauf selbstständig zu folgen und die gekauften Produkte für sie zu transportieren (vgl. Göller et al. 2009; Nishimura/Takemura/Mizoguchi 2007).

Neben Roboter-Einkaufswagen im buchstäblichen Sinne gibt es auch einige Entwicklungen, die über einen gestalteten Korpus verfügen, auch wenn dieser *kein den Menschen nachempfundenes Design* aufweist: So wird von Tokura und Kollegen ein System aus zwei miteinander agierenden Robotern eingesetzt, um einen Einkauf zu unterstützen. Dieses spezielle System besteht zum einen aus einem Guide-Roboter, der mittels Laser-Entfernungsmessern potenzielle Nutzer(innen) identifiziert und seine Dienste als Einkaufsassistent anbieten kann. Zum anderen steht ein Transport-Roboter bereit, der autonom mit dem Guide-Roboter kommuniziert und die ausgewählten Waren transportiert. Ist der Einkauf zu Ende, begleiten die Roboter die Kundschaft zur Kasse (vgl. Tokura et al. 2009).

Abschließend sei auf eine Reihe von Shopping-Roboter-Prototypen verwiesen, die über einen *menschenähnlichen Korpus und/oder über ein Gesicht* verfügen:

1. Einleitung

Die toom BauMarkt GmbH setzt seit 2008 im Rahmen von langfristigen Feldtests gezielt mobile Shopping-Roboter in ausgewählten Filialen ein. Diese Service-Roboter sollen die Aufgabe übernehmen, Kundinnen und Kunden die Orientierung in einem weitläufigen Markt zu erleichtern, und sie dabei unterstützen, einen gesuchten Artikel in kurzer Zeit zu finden. Dazu können sie die gewünschten Artikel in einer Datenbank suchen und sich anschließend vom Roboter zum Artikelstandort leiten lassen. Bei Bedarf kann der Shopping-Roboter weitere Produktinformationen liefern. Die Entwicklung dieser Service-Roboter wurde über die Projektdauer hinweg in regelmäßigen Abständen formativ evaluiert (vgl. Abschnitt 3.1). Zum Abschluss der Pilotphase im Jahr 2009 sollten die Shopping-Assistenten im Feld bezüglich ihrer *Usability* (Gebrauchstauglichkeit) im Vergleich zu einem Einkauf ohne Roboterunterstützung summativ evaluiert werden. Des Weiteren sollte ermittelt werden, inwiefern Service-Roboter als Shopping-Assistenten im Baumarkt von den Kund(inn)en akzeptiert werden und damit eine Voraussetzung für deren zukünftige Nutzung gegeben ist. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie dienen der Entscheidungsfindung über die Art und Weise der Fortsetzung des Projektes.

2. Entwicklungs- und Forschungsstand zu Shopping-Robotern

Shopping-Roboter werden der Gruppe der persönlichen Service-Roboter (Abschnitt 2.1) zugeordnet. Ihre Funktion besteht darin, Kundinnen und Kunden beim Einkauf zu unterstützen. In Abschnitt 2.2 wird der aktuelle Entwicklungsstand von Shopping-Robotern vorgestellt. Systematische Evaluationsstudien zu den aktuell entwickelten Shopping-Robotern sind bislang kaum publiziert worden. Entsprechende Studien werden in Abschnitt 2.3 präsentiert.

2.1 Service-Roboter

Shopping-Roboter sind in den Bereich der Service-Roboter einzuordnen. Service-Roboter werden folgendermaßen definiert (Schraft/Hägele/Wegener 2004: 9):

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

Service-Roboter können statisch sein (z.B. Tank- oder Melkroboter), viele sind jedoch mobil. Entsprechend können sie anhand ihres Mobilitätsgrades (dem Grad, in dem sich die Roboter mittels Sensoren und Aktuatoren in ihrer Umgebung autonom bewegen können) differenziert werden (vgl. Schraft 2003: 221). Eine weitere Unterscheidung kann zusätzlich anhand ihres Anwendungsgebietes getroffen werden. Die International Federation of Robotics (IFR 2009) klassifiziert sie als „pro-

„*professional service robots*“ (*professionelle Service-Roboter*) und „*personal service robots*“ (*persönliche Service-Roboter*). Erstgenannte werden von Expert(inn)en genutzt, etwa im Bereich der Raumfahrt (z.B. Mars-Roboter), der Medizin (Operations-Roboter) oder im militärischen Bereich (Minensuch-Roboter). Persönliche Service-Roboter hingegen verrichten Dienstleistungen für Laien und werden z.B. als Lotsen in Museen, als Helfer im Haushalt oder als Assistenten beim Einkaufen eingesetzt (für eine ausführlichere Darstellung des Entwicklungs- und Forschungsstandes sei auf Ichbiah 2005; Schraft/Hägele/Wegener 2004; Thrun 2004 verwiesen).

Service-Roboter haben mittlerweile eine nicht zu verleugnende ökonomische Dimension: Ende 2009 waren weltweit 63.000 professionelle Service-Roboter im Einsatz. Zusätzlich wurden bisher mehr als 7,2 Millionen persönliche Service-Roboter verkauft. Hierbei entfielen 4,4 Millionen auf Roboter für den häuslichen Gebrauch wie Staubsauger- und Rasenmäher-Roboter, 2,8 Millionen auf Unterhaltungs- und Freizeitroboter (worunter beispielsweise auch Spielzeug- und Lernroboter fallen; IRF 2009).

Persönliche Service-Roboter bilden ein schnell wachsendes Segment des Roboter-Marktes. Prognosen der IFR lauten dahingehend, dass der Verkauf von persönlichen Service-Robotern für den Haushalt bis 2012 auf 4,8 Millionen steigen wird. Gleichzeitig wird vorhergesagt, dass im selben Zeitraum weitere vier Millionen Unterhaltungs-, Spiele- und Lernroboter gekauft werden, da diese für einen relativ niedrigen Preis erhältlich sind (IFR 2009). Der in den vorliegenden Studien untersuchte Shopping-Roboter wurde allerdings nicht für den Gebrauch im eigenen Haushalt entwickelt. Stattdessen wurde er für den Einsatz in Geschäften mit hohem Kundenaufkommen konzipiert. Entsprechend soll er mit einer Vielzahl unterschiedlicher Personen interagieren. Er wird also nicht von den eigentlichen Endnutzer(inne)n, sondern von Unternehmen angeschafft, die den Shopping-Roboter gezielt als Ergänzung zum menschlichen Personal einsetzen wollen. Dennoch stellt er einen persönlichen Service-Roboter dar, da er nicht von geschulten Expert(inn)en, sondern von Laien, also Kund(inn)en in einem Baumarkt genutzt wird.

2.2 Shopping-Roboter

Einkaufen kann als zeitaufwändige Pflicht gesehen werden, insbesondere, wenn es um Güter für den täglichen Bedarf geht. Die Mediatisierung unseres Alltags spiegelt sich auch im Bereich des Einkaufens wider: So haben in den letzten Jahren Service-Roboter speziell als Einkaufshilfen einen Aufschwung erlebt. Dabei handelt es sich um Shopping-Roboter, also „verkörperte“ und zur Eigenbewegung fähige computergestützte Einkaufshelfer (siehe Gross et al. 2000a, 2000b; Böhme et al. 2006). Ist bei einem Shopping-Roboter eine geeignete Software installiert, kann dieser während des Einkaufs Informations- und Beratungsfunktionen bieten (z.B. Preisvergleiche oder Sonderangebote). Darüber hinaus ist er in der Lage, in seiner materiellen Umgebung zu (inter-)agieren. Handelt es sich um einen mobilen Roboter, kann er selbstständig den Kontakt zu potenziellen Nutzer(inne)n aufnehmen, indem er auf sie zufährt. Auf Wunsch kann er diese in weitläufigen Geschäften oder

- Pöschl, Sandra/Döring, Nicola/Böhme, Hans-Joachim/Martin, Christian (2009): Mensch-Roboter-Interaktion im Baumarkt. Formative Evaluation eines mobilen Shopping-Roboters. In: Zeitschrift für Evaluation, 8 (1), S. 27-58.
- Powers, Aaron (2008): What Robotics Can Learn from HCI. In: interactions, March + April 2008, S. 67-69.
- Schraft, Rolf Dieter (2003): Vom Industrie- zum Serviceroboter – Aus Konkurrenten werden Assistenten. In: Warnecke, Hans-Jürgen/Bullinger, Hans-Jörg (Hg.): Kunststück Innovation: Praxisbeispiele aus der Fraunhofer-Gesellschaft. Berlin: Springer, S. 219-226.
- Schraft, Rolf Dieter/Hägele, Martin/Wegener, Kai (Hg.) (2004): Service Roboter Visionen. München: Carl Hanser Verlag.
- Strüker, Jens/Sackmann, Stefan (2004): Neue Formen der Kundenkommunikation durch mobile IuK-Technologien – eine ökonomische Analyse am Beispiel des „Extra Future Stores“, 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.
- Tokura, Seiji/Sonoura, Takafumi/Tasaki, Tsuyoshi/Sano, Masahito/Matsuhira, Nobuto/Komoriya, Kiyoshi (2009): Robotic Transportation System for Shopping Support Services. In: Robot and Human Interactive Communication, 2009. ROMAN 2009. 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. IEEE, S. 320.
- Tomizawa, Tetsuo/Ohba, Kohtaro/Ohya, Akihisa/Yuta, Shin'ichi (2007): Remote Food Shopping Robot System in a Supermarket. – Realization of the shopping task from remote places. In: Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, Harbin, China, S. 1771-1776.
- Tomizawa, Tetsuo/Ohya, Akihisa/Yuta, Shin'ichi (2006): Remote Shopping Robot System. Development of a hand mechanism for grasping fresh foods in a supermarket. In: Proceedings of the 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Beijing, China, S. 4953-4958.
- Venkatesh, Viswanath/Morris, Michael G./Davis, Gordon B./Davis, Fred D. (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. In: MIS Quarterly, 27 (3), S. 425-478.
- Wirth, Thomas (2005): Die EN ISO 9241-10. Verfügbar unter: www.kommdesign.de/texte/din.htm [05.03.2010].
- Zühlke, Detlef (2004): Useware-Engineering für technische Systeme. Berlin: Springer.